

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61158-2

Deuxième édition
Second edition
2000-08

**Bus de terrain utilisé dans les systèmes
de contrôle industriel –**

**Partie 2:
Spécification de la Couche Physique et
définition du service**

**Fieldbus standard for use in industrial
control systems –**

**Part 2:
Physical Layer specification and
service definition**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61158-2:2000

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61158-2

Deuxième édition
Second edition
2000-09

**Bus de terrain utilisé dans les systèmes
de contrôle industriel –**

**Partie 2:
Spécification de la Couche Physique et
définition du service**

**Fieldbus standard for use in industrial
control systems –**

**Part 2:
Physical Layer specification and
service definition**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XH**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	14
INTRODUCTION	18
Articles	
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Définitions.....	24
4 Symboles et abréviations	30
5 Interface Couche Liaison de Données – Couche Physique.....	34
6 Interface Gestion de Station – Couche Physique.....	40
7 Sous-couche Indépendante du DCE (DIS).....	42
8 Interface DTE – DCE	44
9 Sous-couche Dépendante du Support (MDS): Supports filaires.....	68
10 Interface MDS – MAU: Supports filaires	76
11 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 31,25 kbit/s sur support filaire	80
12 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 1,0 Mbit/s sur support filaire	110
13 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode courant sur support filaire	136
14 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 2,5 Mbit/s sur support filaire	160
15 Unité de liaison au support (MAU) en monofibre à 31,25 kbit/s sur support optique.....	186
16 Unité de liaison au support (MAU) en double fibre à 31,25 kbit/s sur support optique	204
17 Unité de liaison au support (MAU) à 1,0 Mbit/s en double fibre sur support optique	214
18 Unité de liaison au support (MAU) à 2,5 Mbit/s en double fibre sur support optique	228
19 Sous-couche dépendante du support (MDS) support radio à faible vitesse.....	240
20 Interface MDS – MAU: Support radio	252
21 Unité de raccordement au support: support radio à faible vitesse.....	256
22 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 31,25 kbit/s sur support filaire avec option faible puissance	278
23 Unité de liaison au support (MAU) en mode courant (1 A) sur support filaire	320
Annexe A (normative) Spécification du connecteur du Bus de Terrain CEI	346
Annexe B (informative) Spécifications des câbles et longueurs du tronc et des ramifications pour la MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	366
Annexe C (informative) Etoiles optiques passives	370
Annexe D (informative) Topologie en étoile	372
Annexe E (informative) Fibres alternatives	380
Bibliographie	382

CONTENTS

	Page
FOREWORD	15
INTRODUCTION	19
Clause	
1 Scope	23
2 Normative references	23
3 Definitions	25
4 Symbols and abbreviations	31
5 Data Link – Physical Layer interface	35
6 Station Management – Physical Layer interface	41
7 DCE Independent Sublayer (DIS)	43
8 DTE – DCE interface	45
9 Medium Dependent Sublayer (MDS): Wire media	69
10 MDS – MAU interface: Wire media	77
11 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, voltage mode, wire medium	81
12 Medium Attachment Unit (MAU): 1,0 Mbit/s, voltage-mode, wire medium	111
13 Medium Attachment Unit (MAU): Current mode, wire medium	137
14 Medium Attachment Unit (MAU): 2,5 Mbit/s, voltage mode, wire medium	161
15 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical medium	187
16 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical medium	205
17 Medium Attachment Unit (MAU): 1,0 Mbit/s, dual fibre mode, optical medium	215
18 Medium Attachment Unit (MAU): 2,5 Mbit/s, dual fibre mode, optical medium	229
19 Medium Dependent Sublayer(MDS) low speed Radio medium	241
20 MDS – MAU interface: Radio medium	253
21 Medium Attachment Unit: Low speed radio medium	257
22 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, voltage mode, wire medium, with low-power option	279
23 Medium Attachment Unit (MAU): current mode (1 A), wire medium	321
 Annex A (normative) IEC Fieldbus connector specification	347
Annex B (informative) Cable specifications and trunk and spur lengths for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	367
Annex C (informative) Optical passive stars	371
Annex D (informative) Star topology	373
Annex E (informative) Alternate fibres	381
 Bibliography	383

Figure 1 – Modèle général de la Couche Physique.....	20
Figure 2 – Correspondance entre les unités de données à travers l'interface DL – Ph.....	34
Figure 3 – Machines séquentielles DTE/DCE	54
Figure 4 – Unité de Données de Protocole (PhPDU)	68
Figure 5 – Codage et décodage des PhSDUs.....	70
Figure 6 – Règles de codage.....	70
Figure 7 – Préambule et délimiteurs.....	74
Figure 8 – Configuration d'essai du circuit d'émission	86
Figure 9 – Forme d'onde de sortie.....	88
Figure 10 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro).....	90
Figure 11 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit.....	92
Figure 12 – Gigue du bit reçu.....	96
Figure 13 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation.....	100
Figure 14 – Coupleur de Bus de Terrain.....	104
Figure 15 – Résistances de protection	104
Figure 16 – Configuration d'essai du circuit d'émission	116
Figure 17 – Forme d'onde de sortie.....	118
Figure 18 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro).....	120
Figure 19 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit.....	122
Figure 20 – Gigue du bit reçu.....	126
Figure 21 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation	130
Figure 22 – Coupleur de Bus de Terrain.....	134
Figure 23 – Résistances de protection	134
Figure 24 – Configuration d'essai pour MAU en mode courant	144
Figure 25 – Forme d'onde de sortie.....	144
Figure 26 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro).....	146
Figure 27 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit.....	148
Figure 28 – Circuit d'essai de bruit pour MAU en mode courant.....	152
Figure 29 – Gigue du bit reçu.....	152
Figure 30 – Configuration d'essai du circuit d'émission	166
Figure 31 – Forme d'onde de sortie.....	168
Figure 32 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro).....	170
Figure 33 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit.....	172
Figure 34 – Gigue du bit reçu.....	176
Figure 35 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation	180
Figure 36 – Coupleur de Bus de Terrain.....	184
Figure 37 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre	194
Figure 38 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre	208
Figure 39 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s	220
Figure 40 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s	232

	Page
Figure 1 – General model of Physical Layer	21
Figure 2 – Mapping between data units across the DL – Ph interface	35
Figure 3 – DTE/DCE sequencing machines	55
Figure 4 – Protocol Data Unit (PhPDU)	69
Figure 5 – PhSDU encoding and decoding	71
Figure 6 – Encoding rules	71
Figure 7 – Preamble and delimiters	75
Figure 8 – Transmit circuit test configuration	87
Figure 9 – Output waveform	89
Figure 10 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing-point deviation)	91
Figure 11 – Receiver sensitivity and noise rejection	93
Figure 12 – Received bit cell jitter	97
Figure 13 – Power supply ripple and noise	101
Figure 14 – Fieldbus coupler	105
Figure 15 – Protection resistors	105
Figure 16 – Transmit circuit test configuration	117
Figure 17 – Output waveform	119
Figure 18 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)	121
Figure 19 – Receiver sensitivity and noise rejection	123
Figure 20 – Received bit cell jitter	127
Figure 21 – Power supply ripple and noise	131
Figure 22 – Fieldbus coupler	135
Figure 23 – Protection resistors	135
Figure 24 – Test configuration for current-mode MAU	145
Figure 25 – Output waveform	145
Figure 26 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing-point deviation)	147
Figure 27 – Receiver sensitivity and noise rejection	149
Figure 28 – Noise test circuit for current-mode MAU	153
Figure 29 – Received bit cell jitter	153
Figure 30 – Transmit circuit test configuration	167
Figure 31 – Output waveform	169
Figure 32 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)	171
Figure 33 – Receiver sensitivity and noise rejection	173
Figure 34 – Received bit cell jitter	177
Figure 35 – Power supply ripple and noise	181
Figure 36 – Fieldbus coupler	185
Figure 37 – Optical wave shape template, 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU	195
Figure 38 – Optical wave shape template, 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU	209
Figure 39 – Optical wave shape template, 1,0 Mbit/s optical MAU	221
Figure 40 – Optical wave shape template, 2,5 Mbit/s optical MAU	233

Figure 41 – Modèle général de la couche physique avec le support radio à faible vitesse ...	240
Figure 42 – Trames de code du bus de terrain à support radio et unités de données physiques radio pour toutes les trames d'une séquence Ph-SDU correspondante sauf la dernière	242
Figure 43 – Trame de code du bus de terrain à support radio et octets de la correction directe d'erreurs.....	244
Figure 44 – Exemple de trames de code du bus de terrain à support radio et d'unités de données physiques radio de la dernière trame de code de l'encodage d'une séquence Ph-SDU	246
Figure 45 – Topologie des cellules radio et réutilisation des fréquences.....	260
Figure 46 – Topologie des segments radio entre des segments filaires	262
Figure 47 – Topologie combinée de bus de terrain à support radio et filaires	264
Figure 48 – Modulation par Déphasage Minimum avec filtrage gaussien avec $B_n=0,41$	268
Figure 49 – Enveloppe radio utilisant GMSK	270
Figure 50 – Configuration d'essai du circuit d'émission	286
Figure 51 – Forme d'onde de sortie.....	286
Figure 52 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)	290
Figure 53 – Polarité du signal.....	292
Figure 54 – Transition depuis la réception vers la transmission.....	294
Figure 55 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit.....	296
Figure 56 – Gigue du bit reçu	300
Figure 57 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation	304
Figure 58 – Circuit d'essai pour les alimentations à une seule sortie	306
Figure 59 – Circuit d'essai dans le cas d'une alimentation à travers une barrière de SI	308
Figure 60 – Circuit d'essai pour les alimentations à plusieurs sorties avec dispositif de couplage du signal entre les sorties	310
Figure 61 – Coupleur de Bus de Terrain.....	316
Figure 62 – Résistances de protection	316
Figure 63 – Configuration d'essai pour MAU en mode courant	328
Figure 64 – Forme d'onde de sortie.....	328
Figure 65 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)	330
Figure 66 – Sensibilité du récepteur et rejet du bruit	332
Figure 67 – Circuit d'essai de bruit pour MAU en mode courant.....	336
Figure 68 – Gigue du bit reçu	336
Figure 69 – Distorsion harmonique et bruit de l'alimentation.....	338
Figure A.1 – Connecteur interne du Bus de Terrain.....	346
Figure A.2 – Désignations des contacts pour le connecteur externe pour environnements industriels sévères.....	350
Figure A.3 – Rainures, clés, ergots et rampes des baïonnettes du connecteur externe du Bus de Terrain	352
Figure A.4 – Dimensions d'intermariabilité du connecteur externe du Bus de Terrain	354
Figure A.5 – Arrangement des contacts du connecteur externe du Bus de Terrain	356
Figure A.6 – Désignations des contacts pour le connecteur externe pour environnements industriels typiques.....	358

	Page
Figure 41 – General Model of the Physical Layer with the low speed radio medium.....	241
Figure 42 – Radio Medium Fieldbus codeframes and Radio Physical Data Units for all but the last codeframe of a corresponding Ph-SDU sequence	243
Figure 43 – Radio medium fieldbus codeframe and forward error correction octets	245
Figure 44 – Radio Medium Fieldbus codeframes and Radio Physical Data Units example of last codeframe of a Ph-SDU sequence encoding.....	247
Figure 45 – Cellular radio topology and reuse of frequencies	261
Figure 46 – Radio segment between wired segments topology.....	263
Figure 47 – Mixed wired and radio medium fieldbus topology	265
Figure 48 – Gaussian Minimum Shift Keying modulation with $B_n = 0,41$	269
Figure 49 – Radio envelope using GMSK	271
Figure 50 – Transmit circuit test configuration	287
Figure 51 – Output waveform	287
Figure 52 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)	291
Figure 53 – Signal polarity.....	293
Figure 54 – Transition from Receiving to Transmitting.....	295
Figure 55 – Receiver sensitivity and noise rejection	297
Figure 56 – Received bit cell jitter	301
Figure 57 – Power supply ripple and noise.....	305
Figure 58 – Test Circuit for Single-Output Power Supplies.....	307
Figure 59 – Test circuit for power distribution through an IS barrier.....	309
Figure 60 – Test circuit for multiple output supplies with signal coupling	311
Figure 61 – Fieldbus coupler.....	317
Figure 62 – Protection resistors	317
Figure 63 – Test configuration for current-mode MAU	329
Figure 64 – Output waveform	329
Figure 65 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)	331
Figure 66 – Receiver sensitivity and noise rejection	333
Figure 67 – Noise test circuit for current-mode MAU	337
Figure 68 – Received bit cell jitter	337
Figure 69 – Power supply harmonic distortion and noise	339
Figure A.1– Internal Fieldbus connector	347
Figure A.2 – Contact designations for the external connector for harsh industrial environments	351
Figure A.3 – External Fieldbus connector keyways, keys, and bayonet pins and grooves....	353
Figure A.4 – External Fieldbus connector intermateability dimensions.....	355
Figure A.5 – External Fieldbus connector contact arrangement.....	357
Figure A.6 – Contact designations for the external connector for typical industrial environments	359

Figure A.7 – Connecteur externe du côté fixe (côté dispositif) pour environnements industriels typiques: dimensions	360
Figure A.8 – Connecteur externe du côté libre (côté câble) pour environnements industriels typiques: dimensions	360
Figure A.9 – Connecteur optique pour les environnements industriels typiques (connecteur FC)	362
Figure A.10 – Connecteur optique pour les environnements industriels typiques (connecteur ST)	364
Figure C.1 – Exemple d'une étoile optique passive par réflexion	370
Figure C.2 – Exemple d'une étoile optique passive par transmission	370
Figure D.1 – Exemple d'une topologie en étoile à 31,25 kbit/s en mode monofibre	372
Figure D.2 – Topologie multi-étoile avec une MAU à 1,0 Mbit/s	374
Figure D.3 – Exemple de mixité entre les supports filaire et optique pour un débit binaire de 31,25 kbit/s	378
Figure D.4 – Exemple de mixité entre les supports filaire et optique pour un débit binaire de 1,0 Mbit/s	378

Tableaux

Tableau 1 – Noms et valeurs des paramètres pour Ph-SETVALUE demande	40
Tableau 2 – Noms des paramètres pour Ph-EVENT indication	42
Tableau 3 – Signaux à l'interface DTE – DCE	46
Tableau 4 – Niveaux des signaux pour une interface DTE – DCE accessible	48
Tableau 5 – Règles de codage	70
Tableau 6 – Services minimaux à l'interface MDS – MAU	76
Tableau 7 – Niveaux des signaux pour une interface MDS – MAU accessible	78
Tableau 8 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	86
Tableau 9 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	86
Tableau 10 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	92
Tableau 11 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	98
Tableau 12 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	98
Tableau 13 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s	114
Tableau 14 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s	116
Tableau 15 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s	122
Tableau 16 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s	126
Tableau 17 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s	128

Figure A.7 – External fixed (device) side connector for typical industrial environments: dimensions.....	361
Figure A.8 – External free (cable) side connector for typical industrial environments: dimensions.....	361
Figure A.9 – Optical connector for typical industrial environments (FC connector).....	363
Figure A.10 – Optical connector for typical industrial environments (ST connector)	365
Figure C.1 – Example of an optical passive reflective star	371
Figure C.2 – Example of an optical passive transmissive star	371
Figure D.1 – Example of star topology with 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU	373
Figure D.2 – Multi-star topology with a 1,0 Mbit/s optical MAU	375
Figure D.3 – Example of mixture between wire and optical media for a 31,25 kbit/s bit rate	379
Figure D.4 – Example of mixture between wire and optical media for a 1,0 Mbit/s bit rate ...	379

Tables

Table 1 – Parameter names and values for Ph-SETVALUE request	41
Table 2 – Parameter names for Ph-EVENT indication.....	43
Table 3 – Signals at DTE – DCE interface.....	47
Table 4 – Signal levels for an exposed DTE – DCE interface.....	49
Table 5 – Encoding rules.....	71
Table 6 – Minimum services at MDS – MAU interface.....	77
Table 7 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface	79
Table 8 – Transmit level specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU.....	87
Table 9 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU.....	87
Table 10 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	93
Table 11 – Network powered device characteristics for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU ..	99
Table 12 – Network power supply requirements for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	99
Table 13 – Transmit level specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU.....	115
Table 14 – Transmit timing specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU.....	117
Table 15 – Receive circuit specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU.....	123
Table 16 – Network powered device characteristics for the 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU..	127
Table 17 – Network power supply requirements for the 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU.....	129

Tableau 18 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode courant	142
Tableau 19 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode courant	142
Tableau 20 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode courant	148
Tableau 21 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s	154
Tableau 22 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s	166
Tableau 23 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s	166
Tableau 24 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s	172
Tableau 25 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s	176
Tableau 26 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s	178
Tableau 27 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre	194
Tableau 28 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre	196
Tableau 29 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre	198
Tableau 30 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre	202
Tableau 31 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 31,25 kbit/s en mode monofibre	202
Tableau 32 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre	206
Tableau 33 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre	206
Tableau 34 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre	210
Tableau 35 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre	214
Tableau 36 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 31,25 kbit/s en mode double fibre	214
Tableau 37 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s	218
Tableau 38 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s	220
Tableau 39 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s	222
Tableau 40 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 1,0 Mbit/s	226
Tableau 41 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 1,0 Mbit/s	226
Tableau 42 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s	230

	Page
Table 18 – Transmit level specification summary for current-mode MAU	143
Table 19 – Transmit timing specification summary for current-mode MAU	143
Table 20 – Receive circuit specification summary for current-mode MAU	149
Table 21 – Network power supply requirements for the 1,0 Mbit/s current-mode MAU	155
Table 22 – Transmit level specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU	167
Table 23 – Transmit timing specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU	167
Table 24 – Receive circuit specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU	173
Table 25 – Network powered device characteristics for the 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU ...	177
Table 26 – Network power supply requirements for the 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU	179
Table 27 – Transmit level and spectral specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU	195
Table 28 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU	197
Table 29 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU	199
Table 30 – Transmit and receive level and spectral specifications for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical active star	203
Table 31 – Timing characteristics for a 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical active star ...	203
Table 32 – Transmit level and spectral specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU	207
Table 33 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU	207
Table 34 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU	211
Table 35 – Transmit and receive level and spectral specifications for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical active star	215
Table 36 – Timing characteristics for a 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical active star	215
Table 37 – Transmit level and spectral specification summary for 1,0 Mbit/s optical MAU ...	219
Table 38 – Transmit timing specification summary for 1,0 Mbit/s optical MAU	221
Table 39 – Receive circuit specification summary for 1,0 Mbit/s, optical MAU	223
Table 40 – Transmit and receive level and spectral specifications for 1,0 Mbit/s optical active star	227
Table 41 – Timing characteristics of a 1,0 Mbit/s optical active star	227
Table 42 – Transmit level and spectral specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU ...	231

Tableau 43 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s	230
Tableau 44 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s	234
Tableau 45 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 2,5 Mbit/s	236
Tableau 46 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 2,5 Mbit/s	238
Tableau 47 – Code de longueur et de fin de séquence Ph-SDU	248
Tableau 48 – Services minimaux au niveau de l'interface MDS – MAU	254
Tableau 49 – Niveaux de signal pour une interface MDS – MAU exposée	256
Tableau 50 – Fréquences parasites pour les essais des performances du récepteur	276
Tableau 51 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	284
Tableau 52 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	284
Tableau 53 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	294
Tableau 54 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension 31,25 kbit/s	302
Tableau 55 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 31,25 kbit/s	302
Tableau 56 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode courant	326
Tableau 57 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode courant	326
Tableau 58 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode courant	332
Tableau 59 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s	338
Tableau A.1 – Dimensions du connecteur interne	348
Tableau A.2 – Affectation des contacts pour le connecteur externe pour environnements industriels sévères	350
Tableau A.3 – Affectation des contacts pour le connecteur externe pour environnement industriel typique	358
Tableau A.4 – Dimensions du connecteur du côté fixe (côté dispositif)	360
Tableau A.5 – Dimensions du connecteur du côté libre (côté câble)	362
Tableau B.1 – Spécifications typiques des câbles	366
Tableau B.2 – Longueurs de ramification maximales recommandées en fonction du nombre d'éléments de communication	368
Tableau C.1 – Résumé de spécifications pour des étoiles optiques passives: exemple	370
Tableau D.1 – Topologie en étoile passive	376
Tableau D.2 – Topologie en étoile active	376
Tableau E.1 – Fibres alternatives pour le mode monofibre	380
Tableau E.2 – Fibres alternatives pour le mode double fibre	380

	Page
Table 43 – Transmit timing specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU	231
Table 44 – Receive circuit specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU	235
Table 45 – Transmit and receive level and spectral specifications for 2,5 Mbit/s optical active star	237
Table 46 – Timing characteristics of a 2,5 Mbit/s optical active star.....	239
Table 47 – Length and end of Ph-SDU sequence code.....	249
Table 48 – Minimum services at MDS – MAU interface.....	255
Table 49 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface.....	257
Table 50 – Interfering frequencies for testing receiver performance	277
Table 51 – Transmit level specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	285
Table 52 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU.....	285
Table 53 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU.....	295
Table 54 – Network powered device characteristics for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU.....	303
Table 55 – Network power supply requirements for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU	303
Table 56 – Transmit level specification summary for current-mode MAU	327
Table 57 – Transmit timing specification summary for current-mode MAU	327
Table 58 – Receive circuit specification summary for current-mode MAU	333
Table 59 – Network power supply requirements for the 1,0 Mbit/s, 1,0 A current-mode MAU	339
Table A.1 – Internal connector dimensions.....	349
Table A.2 – Contact assignments for the external connector for harsh industrial environments	351
Table A.3 – Contact assignments for the external connector for typical industrial environments	359
Table A.4 – Fixed (device) side connector dimensions	361
Table A.5 – Free (cable) side connector dimensions	363
Table B.1 – Typical cable specifications.....	367
Table B.2 – Recommended maximum spur lengths versus number of communication elements.....	369
Table C.1 – Optical passive star specification summary: example	371
Table D.1 – Passive star topology.....	377
Table D.2 – Active star topology.....	377
Table E.1 – Alternate fibres for single mode fibre	381
Table E.2 – Alternate fibres for dual mode fibre.....	381

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BUS DE TERRAIN UTILISÉ DANS LES SYSTÈMES DE CONTRÔLE INDUSTRIEL –

Partie 2: Spécification de la Couche Physique et définition du service

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61158-2 a été établie par le sous-comité 65C: Communications numériques, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1993, l'amendement 1 (1995) et l'amendement 2 (1996). Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Une ligne verticale dans la marge indique le nouveau texte.

Le texte de cette norme est issu de la première édition, de l'amendement 1, de l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/233/FDIS	65C/238/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIELDBUS STANDARD FOR USE IN INDUSTRIAL
CONTROL SYSTEMS –****Part 2: Physical Layer specification and service definition**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61158-2 has been prepared by subcommittee 65C: Digital communications, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1993, amendment 1 (1995) and amendment 2 (1996). This second edition constitutes a technical revision.

A vertical line in the margin indicates new text.

The text of this standard is based on the first edition, amendment 1, amendment 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
65C/233/FDIS	65C/238/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C, D et E sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2002. A cette date, la publication sera:

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61158-2:2000

Withd2W

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B, C, D and E are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2002. At this date, the publication will be:

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61158-2:2000

INTRODUCTION

Un Bus de Terrain est un bus de transmission numérique de données, série, à accès multiple, destiné à la communication avec des dispositifs industriels de commande et d'instrumentation de bas niveau tels que des transducteurs, des actionneurs et des régulateurs locaux. La Couche Physique spécifiée dans la présente partie de la CEI 61158 assure la transmission transparente d'unités de données entre des entités de Couche Liaison de Données à travers des raccordements physiques.

La Couche Physique reçoit des unités de données depuis la Couche Liaison de Données, y ajoute un préambule et des délimiteurs, assure le codage et transmet les signaux physiques résultants au support de transmission au niveau d'un noeud. Puis les signaux sont reçus à un ou plusieurs autres noeuds, décodés et dépouillés de leur préambule et de leurs délimiteurs, avant d'être passés à la Couche Liaison de Données du dispositif récepteur.

La présente partie de la CEI 61158 spécifie trois types de supports:

1. le fil;
2. la fibre optique;
3. la radio.

Les caractéristiques communes des supports filaires et en fibre optique sont les suivantes:

- a) transmission numérique des données;
- b) autosynchronisation;
- c) communication semi-duplex (bidirectionnelle mais dans une seule direction à la fois);
- d) codage Manchester.

Les variantes majeures, en ce qui concerne le support filaire, consistent en deux modes de couplage et trois vitesses de transmission de signaux comme décrit ci-après:

- 1) mode tension (couplage parallèle), 31,25 kbit/s incluant une option basse tension;
- 2) mode tension (couplage parallèle), 1,0 Mbit/s;
- 3) mode courant (couplage série), 1,0 Mbit/s incluant une option courant élevé (1A);
- 4) mode tension (couplage parallèle), 2,5 Mbit/s.

Les variantes en mode tension 1) 2) et 4) peuvent être réalisées avec un couplage inductif utilisant des transformateurs. Cela n'est pas obligatoire si les prescriptions d'isolement de la présente partie de la CEI 61158 sont satisfaites par d'autres moyens.

La spécification du support filaire assure les options suivantes:

- i) pas d'alimentation via les conducteurs du bus; pas de sécurité intrinsèque;
- ii) alimentation via les conducteurs du bus; pas de sécurité intrinsèque;
- iii) pas d'alimentation via les conducteurs du bus; sécurité intrinsèque;
- iv) alimentation via les conducteurs du bus; sécurité intrinsèque.

INTRODUCTION

A Fieldbus is a digital, serial, multidrop, data bus for communication with low-level industrial control and instrumentation devices such as transducers, actuators and local controllers. The Physical Layer specified in this part of IEC 61158 provides for transparent transmission of data units between Data Link Layer entities across physical connections.

The Physical Layer receives data units from the Data Link Layer, adds preamble and delimiters, provides encoding and transmits the resulting physical signals to the transmission medium at one node. Signals are then received at one or more other nodes, decoded and stripped of preamble and delimiters, before being passed to the Data Link Layer of the receiving device.

This part of the IEC 61158 specifies three types of media:

1. wire;
2. optic fibre;
3. radio.

The common characteristics for wire and optic fibre media are as follows:

- a) digital data transmission;
- b) self-clocking;
- c) half-duplex communication (bi-directional but in only one direction at a time);
- d) Manchester coding.

The major variations of the wire medium are two modes of coupling and three signalling speeds as follows:

- 1) voltage mode (parallel coupling), 31,25 kbit/s including a low-power option;
- 2) voltage mode (parallel coupling), 1,0 Mbit/s;
- 3) current mode (serial coupling), 1,0 Mbit/s including a high current option (1 A);
- 4) voltage mode (parallel coupling), 2,5 Mbit/s.

The voltage mode variations 1), 2), and 4) may be implemented with inductive coupling using transformers. This is not mandatory if the isolation requirements of this part of IEC 61158 are met by other means.

The wire medium specification provides the following options:

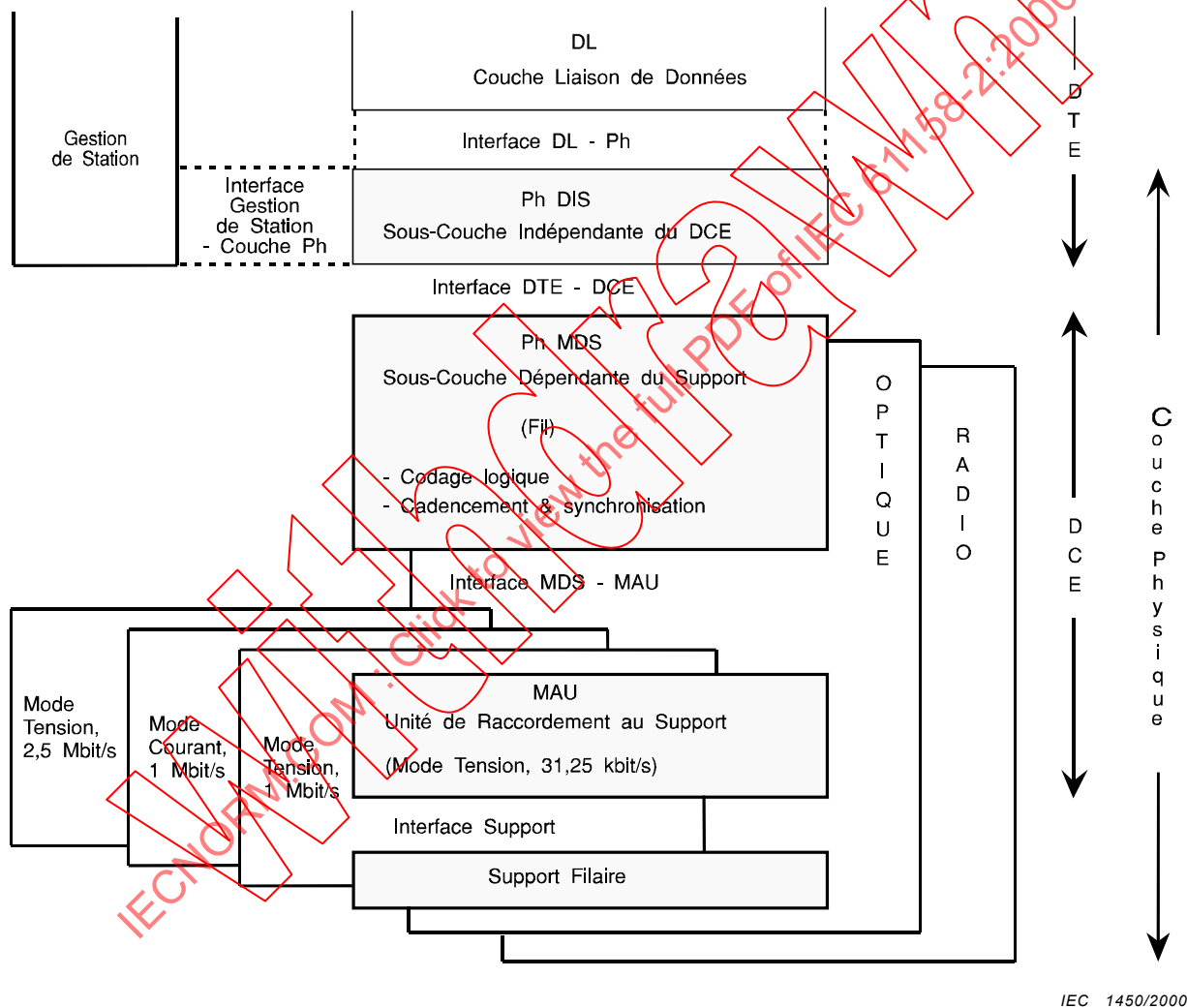
- i) no power via the bus conductors; not intrinsically safe;
- ii) power via the bus conductors; not intrinsically safe;
- iii) no power via the bus conductors; intrinsically safe;
- iv) power via the bus conductors; intrinsically safe.

Les variantes majeures du support en fibre optique sont les monofibres et les double fibres et trois vitesses de transmission de signaux, comme suit:

- 1) mode monofibre, 31,25 kbit/s;
- 2) mode double fibre, 31,25 kbit/s;
- 3) mode double fibre, 1,0 Mbit/s;
- 4) mode double fibre, 2,5 Mbit/s.

Actuellement, la spécification du support radio fournit un débit de 4,8 kbit/s.

Un modèle général de la Couche Physique est donné à la figure 1.



IEC 1450/2000

Figure 1 – Modèle général de la Couche Physique

The major variations of the optic fibre medium are single or dual fibres and three signaling speeds as follows:

- 1) single fibre mode, 31,25 kbit/s;
- 2) dual fibre mode, 31,25 kbit/s;
- 3) dual fibre mode, 1,0 Mbit/s;
- 4) dual fibre mode, 2,5 Mbit/s.

Currently, the radio medium specification provides a 4,8 kbits/s bit rate.

A general model of the Physical Layer is shown in figure 1.

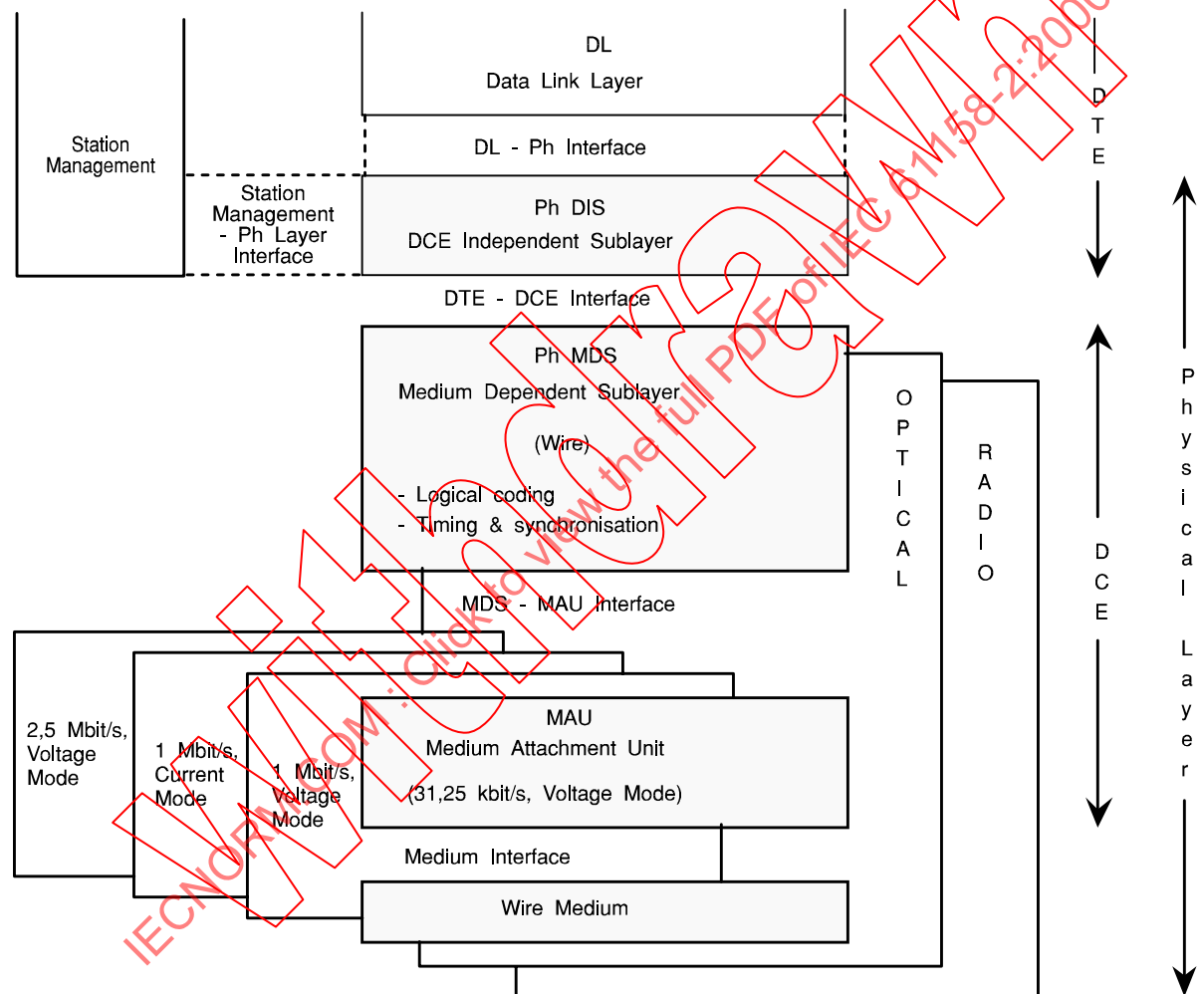


Figure 1 – General model of Physical Layer

BUS DE TERRAIN UTILISÉ DANS LES SYSTÈMES DE CONTRÔLE INDUSTRIEL –

Partie 2: Spécification de la Couche Physique et définition du service

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61158 spécifie les prescriptions relatives aux composants du Bus de Terrain. Elle spécifie également les prescriptions de configuration des supports et du réseau nécessaires pour assurer les niveaux convenus:

- a) d'intégrité de données avant le contrôle d'erreur de la Couche Liaison de Données;
- b) d'interopérabilité entre les dispositifs au niveau de la Couche Physique.

La Couche Physique du Bus de Terrain est conforme à la couche 1 du modèle OSI à 7 couches tel que défini par l'ISO 7498 avec l'exception que les délimiteurs de trame sont dans la Couche Physique.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(131):1978, *Vocabulaire Electronique Internationale (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

CEI 60255-22-1:1988, *Essais d'influence électrique concernant les relais de mesure et dispositifs de protection – Première partie: Essais à l'onde oscillatoire amortie à 1 MHz*

CEI 60364-4-41:1992, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-5-54:1980, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Chapitre 54: Mises à la terre et conducteurs de protection*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60760:1989, *Bornes plates à connexion rapide*

CEI 60793-2:1998, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produit*

CEI 60807-3:1990, *Connecteurs rectangulaires utilisés aux fréquences inférieures à 3 MHz – Troisième partie: Spécification particulière pour une gamme de connecteurs ayant les boîtiers métalliques de forme trapézoïdale et les contacts ronds – Types de contacts à sertir démontables avec fûts fermés, à insérer et à extraire par l'arrière de l'isolant*

FIELDBUS STANDARD FOR USE IN INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS –

Part 2: Physical Layer specification and service definition

1 Scope

This part of IEC 61158 specifies the requirements for Fieldbus component parts. It also specifies the media and network configuration requirements necessary to ensure agreed levels of:

- a) data integrity before Data Link Layer error checking;
- b) interoperability between devices at the Physical Layer.

The Fieldbus Physical Layer conforms to layer 1 of the OSI 7-layer model as defined by ISO 7498 with the exception that frame delimiters are in the Physical Layer.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(131):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 60255-22-1:1988, *Electrical relays – Part 22: Electrical disturbance tests for measuring relays and protection equipment – Part 1: 1 MHz burst disturbance tests*

IEC 60364-4-41:1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60364-5-54:1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60760:1989, *Flat, quick-connect terminations*

IEC 60793-2:1998, *Optical fibres – Part 2: Product specifications*

IEC 60807-3:1990, *Rectangular connectors for frequencies below 3 MHz – Part 3: Detail specification for a range of connectors with trapezoidal shaped metal shells and round contacts – Removable crimp contact types with closed crimp barrels, rear insertion/rear extraction*

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques – Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-3:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61000-4-4:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves – Publication fondamentale en CEM*

CEI 61131-2:1992, *Automates Programmables – Partie 2: Spécifications et essais des équipements*

CEI 61158-4:2000, *Communications numériques de données pour la mesure et la commande – Bus de terrain pour systèmes de commande de processus – Partie 4: Spécification du protocole de la couche de liaison de données*

ISO 7498 (toutes les parties), *Systèmes de traitement de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Modèle de référence de base*

NOTE Une liste de normes auxquelles il est fait référence à seul titre d'information, dans la présente partie de la CEI 61158, est donnée dans la bibliographie.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61158, les définitions de l'ISO 7498 et les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

activité

présence d'un signal ou d'un bruit aux bornes d'entrée d'un dispositif de Bus de Terrain d'un niveau supérieur au seuil de réception de signal de ce dispositif

3.2

barrière

entité physique qui limite le courant et la tension dans une zone dangereuse de manière à satisfaire aux prescriptions de la Sécurité Intrinsèque

3.3

bus

tronc et tous les dispositifs qui lui sont rattachés

3.4

élément de communication

partie d'un dispositif de Bus de Terrain qui communique avec d'autres éléments via le bus

3.5

connecteur

dispositif d'accouplement utilisé pour raccorder le support d'un élément de circuit ou de communication à celui d'un autre élément de circuit ou de communication

NOTE Cette définition est reprise de l'IEEE Std 100-1984 et a été modifiée à l'usage de la présente partie de la CEI 61158.

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test – Basic EMC Publication*

IEC 61131-2:1992, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61158-4:2000, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 4: Data link protocol*

ISO 7498 (all parts), *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model*

NOTE A list of standards referred to for information only in this part of IEC 61158 is given in the bibliography.

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61158, the definitions of ISO 7498, and the following definitions apply.

3.1 activity

presence of a signal or noise at the input terminals of a Fieldbus device which is of a level which is above the receiver signal level threshold of that device

3.2 barrier

physical entity which limits current and voltage into a hazardous area in order to satisfy Intrinsic Safety requirements

3.3 bus

trunk and all devices connected to it

3.4 communication element

part of a Fieldbus device which communicates with other elements via the bus

3.5 connector

coupling device employed to connect the medium of one circuit or communication element with that of another circuit or communication element

NOTE This definition is taken from IEEE Std 100-1984, modified for this part of IEC 61158.

3.6

coupleur

interface physique entre tronc et ramification ou entre tronc et dispositif

3.7

Equipement de Communication de Données (DCE)

ensemble des parties d'un dispositif raccordé à un Bus de Terrain dépendantes des supports, de la modulation et du codage, cet ensemble comprenant les parties basses de la Couche Physique à l'intérieur du dispositif

3.8

Equipement Terminal de Données (DTE)

ensemble des parties d'un dispositif connecté à un Bus de Terrain indépendantes des supports, de la modulation et du codage, cet ensemble comprenant la partie supérieure de la Couche Physique ainsi que toutes les couches de rang supérieur à l'intérieur du dispositif

3.9

délimiteur

sémaphore qui sépare et organise les éléments de données

NOTE Cette définition est reprise de l'IEEE Std 100-1984.

3.10

dispositif

entité physique raccordée au Bus de Terrain, composée d'au moins un élément de communication (l'élément réseau) et qui peut avoir un élément de commande et/ou un élément final (transducteur, actionneur, etc.)

3.11

trame

ensemble de fenêtres de temps numériques consécutives dans lequel la position de chaque fenêtre de temps numérique peut être identifiée en se référant à un signal d'ordonnancement

NOTE Cette définition est reprise de l'IEEE Std 100-1984.

3.12

sécurité intrinsèque

méthodologie de conception d'un circuit ou d'un assemblage de circuits dans laquelle aucune étincelle ni aucun effet thermique produit dans des conditions de fonctionnement normal et des conditions spécifiées de défaut n'est capable de provoquer l'inflammation dans des conditions prescrites d'essai, d'une atmosphère explosive donnée

NOTE Cette définition est reprise de l'EN 50020:1977 (Matériel électrique de sécurité intrinsèque).

3.13

isolement

arrangement physique et électrique des parties d'un système de transmission de signal destiné à éviter les courants électriques parasites à l'intérieur des parties ou entre elles

NOTE Cette définition est reprise de l'IEEE Std 100-1984.

3.14

bavardage

émission continue sur le support, due à une station défectueuse

3.15

codage Manchester

moyen par lequel des signaux séparés de données et d'horloge peuvent être combinés en un flux d'informations unique autosynchrone, convenable pour la transmission sur un canal série

3.6**coupler**

physical interface between trunk and spur or trunk and device

3.7**Data Communications Equipment (DCE)**

embodiment of the media, modulation and coding-dependent portion of a Fieldbus-connected device, comprising the lower portions of the Physical Layer within the device

3.8**Data Terminal Equipment (DTE)**

embodiment of the media, modulation and coding-independent portion of a Fieldbus-connected device, comprising the uppermost portion of the Physical Layer and all higher layers within the device

3.9**delimiter**

flag that separates and organizes items of data

NOTE This definition is taken from IEEE Std 100-1984.

3.10**device**

physical entity connected to the Fieldbus composed of at least one communication element (the network element) and which may have a control element and/or a final element (transducer, actuator, etc.)

3.11**frame**

set of consecutive digit time slots in which the position of each digit time slot can be identified by reference to a framing signal

NOTE This definition is taken from IEEE Std 100-1984.

3.12**Intrinsic Safety**

design methodology for a circuit or an assembly of circuits in which any spark or thermal effect produced under normal operating and specified fault conditions is not capable under prescribed test conditions of causing ignition of a given explosive atmosphere

NOTE This definition is taken from EN 50020:1977 (Intrinsically safe electrical apparatus).

3.13**isolation**

physical and electrical arrangement of the parts of a signal transmission system to prevent electrical interference currents within or between the parts

NOTE This definition is taken from IEEE Std 100-1984.

3.14**jabber**

continuous transmission on the medium due to a faulty device

3.15**Manchester encoding**

means by which separate data and clock signals can be combined into a single, self-synchronizing data stream, suitable for transmission on a serial channel

3.16

support

câble, fibre optique, ou tous autres moyens par lesquels des signaux de communication sont transmis entre deux points ou plus

NOTE Dans la présente partie de la CEI 61158 «média» n'est utilisé que comme pluriel de médium.

3.17

réseau

totalité des supports, connecteurs et éléments de communication associés par lesquels un ensemble donné de dispositifs communicants sont reliés entre eux

3.18

noeud

extrémité d'une branche d'un réseau ou point de jonction de deux ou plusieurs branches [VEI 131-02-04]

3.19

répéteur

dispositif utilisé pour augmenter le domaine à l'intérieur duquel les signaux peuvent être correctement émis et reçus pour un support donné

3.20

tronçon

section d'un Bus de Terrain fermée sur son impédance caractéristique. Les tronçons sont liés entre eux par des répéteurs de manière à former un Bus de Terrain complet

3.21

dispositif alimenté séparément

dispositif qui n'est pas alimenté via les conducteurs du signal du Bus de Terrain

3.22

blindage

couche métallique enveloppante mise à la terre qui empêche le champ électrique de rayonner à partir du câble et qui protège le câble des influences électriques externes

NOTE Les gaines métalliques, les armatures et conducteurs concentriques mis à la terre peuvent également servir de blindage.

3.23

ramification

embranchement (c'est-à-dire une liaison connectée à une liaison plus grande sur un point de son trajet) qui constitue un circuit final

NOTE Cette définition est reprise de l'IEEE Std 100-1984.

3.24

émetteur-récepteur

combinaison d'un équipement de réception et d'émission dans un boîtier commun utilisant des composants de circuit communs à la fois pour l'émission et la réception

NOTE Cette définition est reprise de l'IEEE Std 100-1984 (modifiée à usage autre que la radio).

3.25

émetteur

circuit d'émission d'un élément de communication

3.16**medium**

cable, optical fibre, or other means by which communication signals are transmitted between two or more points

NOTE In this part of IEC 61158 "media" is used only as the plural of medium.

3.17**network**

all of the media, connectors, and associated communication elements by which a given set of communicating devices are interconnected

3.18**node**

end-point of a branch in a network or a point at which one or more branches meet [IEV 131-02-04]

3.19**repeater**

device used to extend the range over which signals can be correctly transmitted and received for a given medium

3.20**segment**

section of a Fieldbus which is terminated in its characteristic impedance. Segments are linked by repeaters to form a complete Fieldbus

3.21**separately powered device**

device that does not receive its operating power via the Fieldbus signal conductors

3.22**shield**

surrounding earthed metallic layer to confine the electric field within the cable and to protect the cable from external electrical influence

NOTE Metallic sheaths, armours and earthed concentric conductors may also serve as a shield.

3.23**spur**

branch-line (i.e. a link connected to a larger one at a point on its route) which is a final circuit

NOTE This definition is taken from IEEE Std 100-1984.

3.24**transceiver**

combination of receiving and transmitting equipment in a common housing employing common circuit components for both transmitting and receiving

NOTE This definition is taken from IEEE Std 100-1984 (modified for non-radio use).

3.25**transmitter**

transmit circuitry of a communication element

3.26 tronc

voie principale de communication agissant comme source principale pour un certain nombre d'autre lignes (ramifications)

NOTE Cette définition est reprise de l'IEEE Std 100-1984 (modifiée).

3.27 bus de terrain à support radio basse vitesse

couche physique de bus de terrain concernée par cette norme et fonctionnant aux débits binaires standard faibles tels qu'ils sont définis en 21.1

3.28 modulation par Déphasage, Minimum avec filtrage Gaussien

forme de modulation en fréquence où un 1 est représenté par une fréquence $F_c + f$ et un 0 est représenté par $F_c - f$ où f est égal au débit binaire divisé par 4 et où la fréquence de modulation passe tout d'abord au travers d'un filtre Gaussien avant d'être appliquée sur la porteuse

4 Symboles et abréviations

4.1 Symboles

Les symboles suivants s'appliquent dans le cadre de la présente partie de la CEI 61158:

Symboles	Définitions	Unités
F_c	Fréquence porteuse centrale utilisée dans la modulation par déplacement de fréquence	kHz
$F_c + f$	La fréquence qui correspond au 1 logique dans la modulation par déplacement de fréquence	kHz
$F_c - f$	La fréquence qui correspond au 0 logique dans la modulation par déplacement de fréquence	kHz
f_r	Fréquence correspondant au débit binaire	hertz (Hz)
N+	Symbole ne représentant pas de donnée – positif	aucune
N–	Symbole ne représentant pas de donnée – négatif	aucune
P	Durée de transmission d'octet nominale	secondes (s)
V_{DD}	Le niveau d'alimentation le plus positif	volts (V)
V_{IH}	Tension minimale d'entrée au niveau haut	volts (V)
V_{IL}	Tension maximale d'entrée au niveau bas	
V_{OH}	Tension minimale de sortie au niveau haut	volts (V)
V_{OL}	Tension maximale de sortie au niveau bas	volts (V)
Z	Impédance	ohms (Ω)
Z_0	Impédance caractéristique (de câble)	ohms (Ω)

3.26**trunk**

main communication highway acting as a source of main supply to a number of other lines (spurs)

NOTE This definition is taken from IEEE Std 100-1984 (modified).

3.27**low speed radio medium fieldbus**

fieldbus physical layer covered by this standard operating at the lower of the standard bit rates as defined in 21.1

3.28**Gaussian Minimum Shift Keying**

form of frequency modulation where a 1 is represented by a frequency of F_c+f and a 0 is represented by F_c-f where f is equal to the bit rate divided by 4 and where the modulating frequency is first passed through a Gaussian filter before being imposed on the carrier

4 Symbols and abbreviations**4.1 Symbols**

For the purpose of this part of IEC 61158, the following symbols apply.

Symbol	Definition	Units
F_c	Centre carrier frequency used in frequency shift keying	kHz
F_c+f	Frequency that corresponds to logical 1 in frequency shift keying	kHz
F_c-f	Frequency that corresponds to logical 0 in frequency shift keying	kHz
f_r	Frequency corresponding to the bit rate	hertz (Hz)
$N+$	Non-data symbol – positive	none
$N-$	Non-data symbol – negative	none
P	Nominal period of octet transmission	seconds (s)
V_{DD}	The most positive supply level	volts (V)
V_{IH}	Minimum high-level input voltage	volts (V)
V_{IL}	Maximum low-level input voltage	volts (V)
V_{OH}	Minimum high-level output voltage	volts (V)
V_{OL}	Maximum low-level output voltage	volts (V)
Z	Impedance	ohms (Ω)
Z_0	Characteristic impedance (of cable)	ohms (Ω)

4.2 Abréviations

Les abréviations suivantes sont utilisées dans la présente partie de la CEI 61158.

CTS	Signal Prêt à Emettre (depuis le DCE)
DCE	Equipement de Communication de Données
DIS	Sous-couche Indépendante du DCE
DL	Liaison de données – Approximativement Couche 2 du modèle OSI (ISO 7498)
DLE	Entité de Couche Liaison de Données
DLL	Couche Liaison de Données – Définie dans l'ISO 7498
DTE	Equipement Terminal de Données
EMI	Perturbations Electromagnétiques
FEC	Correction Directe d'Erreurs
IDU	Unité de Données d'Interface – Définie dans l'ISO 7498
SI	Sécurité Intrinsèque
kbit/s	Millier de bits par secondes
LbE	Signal d'Autorisation de Rebouclage (vers la MAU)
MAU	Unité de Liaison au Support – Pour un support filaire, MAU = émetteur-récepteur
Mbit/s	Million de bits par seconde
MDMG	Modulation par Déphasage Minimum avec filtrage Gaussien
MDS	Sous-couche Dépendante du Support
NRZ	Code à non-retour au zéro – Niveau haut = 1 logique, Niveau bas = 0 logique
Ph	Physique – Approximativement Couche 1 du modèle OSI (ISO 7498)
PhE	Entité de Couche Physique – Définie dans l'ISO 7498
PhL	Couche Physique – Définie dans l'ISO 7498
PhICI	Information de Contrôle d'Interface de la Couche Physique – Définie dans l'ISO 7498
PhID	Donnée d'Interface de la Couche Physique – Définie dans l'ISO 7498
PhIDU	Unité de Données d'Interface de la Couche Physique – Définie dans l'ISO 7498
PhPCI	Information de Contrôle de Protocole de la Couche Physique – Définie dans l'ISO 7498
PhPDU	Unité de Données de Protocole de la Couche physique – définie dans l'ISO 7498
PhS	Service de la Couche physique – Défini dans l'ISO 7498
PhSAP	Point d'Accès au Service de la Couche Physique – Défini dans l'ISO 7498
PhSDU	Unité de Données de Service de la Couche Physique – Définie dans l'ISO 7498
PIRE	Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente.
pk	Crête
pk-pk	Crête-à-crête
RDF	Signal de Réception de Donnée et d'Ordonnancement (depuis le DCE)
RFI	Perturbations à Fréquence Radioélectrique
RMCF	Trame de Code de la sous-couche dépendante du support radio
RPh-PDU	Couche Physique Radio – Unités des Données de Protocole
RTS	Signal de Demande pour Emettre (vers le DCE)
RxA	Signal d'Activité de Réception (depuis le DCE)
RxC	Signal d'Horloge de Réception (depuis le DCE)
RxS	Signal de Réception (depuis la MAU)
SDU	Unité de Données de Service – Définie dans l'ISO 7498.
TxC	Signal d'Horloge d'Emission (depuis le DCE)
TxD	Signal de Donnée Emission (vers le DCE)
TxE	Signal d'Autorisation d'Emettre (vers la MAU)
TxS	Signal d'Emission (vers la MAU)

4.2 Abbreviations

The following abbreviations are used in this part of IEC 61158.

CTS	Clear To Send signal (from DCE)
DCE	Data Communication Equipment
DIS	DCE Independent Sublayer
DL	Data Link – Approximately Layer 2 of the OSI model (ISO 7498)
DLE	Data Link Entity
DLL	Data Link Layer – Defined in ISO 7498
DTE	Data Terminal Equipment
EMI	Electro-Magnetic Interference
ERP	Effective Radiated Power
FEC	Forward Error Correction
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
IDU	Interface Data Unit – Defined in ISO 7498
IS	Intrinsic Safety
kbit/s	Thousand bits per second
LbE	Loopback Enable signal (to MAU)
MAU	Medium Attachment Unit – For wire media, MAU = transceiver
Mbit/s	Million bits per second
MDS	Medium Dependent Sublayer
NRZ	Non-return-to-zero code – High level = logic 1, Low level = logic 0
Ph	Physical – Approximately Layer 1 of the OSI model (ISO 7498)
PhE	Physical Layer Entity – Defined in ISO 7498
PhL	Physical Layer – Defined in ISO 7498
PhICI	Physical Layer Interface Control Information – Defined in ISO 7498
PhID	Physical Layer Interface Data – Defined in ISO 7498
PhIDU	Physical Layer Interface Data Unit – Defined in ISO 7498
PhPCI	Physical Layer Protocol Control Information – Defined in ISO 7498
PhPDU	Physical Layer Protocol Data Unit – Defined in ISO 7498
PhS	Physical Layer Service – Defined in ISO 7498
PhSAP	Physical Layer Service Access Point – Defined in ISO 7498
PhSDU	Physical Layer Service Data Unit – Defined in ISO 7498
pk	Peak
pk-pk	Peak-to-peak
RDF	Receive Data and Framing signal (from DCE)
RFI	Radio Frequency Interference
RMCF	Radio Medium dependent sublayer Code Frame
RPh-PDU	Radio Physical Layer Protocol Data Units
RTS	Request To Send signal (to DCE)
RxA	Receive Activity signal (from DCE)
RxC	Receive Clock signal (from DCE)
RxS	Receive Signal (from MAU)
SDU	Service Data Unit – Defined in ISO 7498
TxC	Transmit Clock signal (from DCE)
TxD	Transmit Data signal (to DCE)
TxE	Transmit Enable signal (to MAU)
TxS	Transmit Signal (to MAU)

5 Interface Couche Liaison de Données – Couche Physique

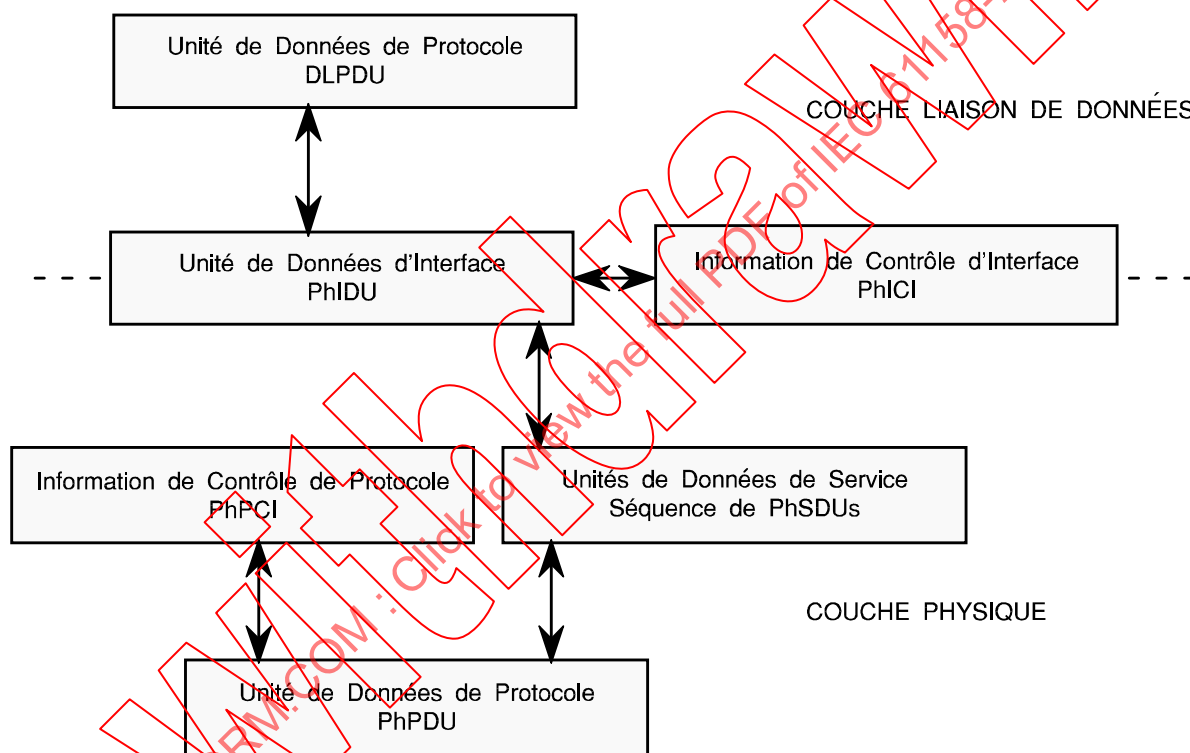
Cet article définit les primitives prescrites de Service Physique (PhS) et les contraintes liées à leur utilisation.

NOTE 1 Les prescriptions relatives à la Couche Liaison de Données du Bus de Terrain sont spécifiées dans la CEI 61158-4. Les services à l'interface entre les Couches Liaison de Données et Physique sont spécifiés en 5.1 et 5.2 de la CEI 61158-4.

NOTE 2 L'interface Couche Liaison de Données – Couche Physique est une interface de service virtuelle entre des machines virtuelles; il n'y a pas de prescriptions relatives à des lignes de signaux physiques du fait que la norme ne prescrit pas que cette interface soit accessible.

5.1 Services prescrits

Les PhIDUs doivent être transférées entre la Couche Liaison de Données et la Couche Physique en accord avec les prescriptions de l'ISO 7498 comme indiqué à la figure 2.



IEC 1451/2000

Figure 2 – Correspondance entre les unités de données à travers l'interface DL – Ph

NOTE 1 Ces services assurent les échanges réciproques de PhIDUs entre une entité de Couche Liaison de Données et son entité associée de Couche Physique. Un tel transfert fait partie d'une transaction entre des entités de Couche Liaison de Données qui coopèrent. Les services dont la liste est donnée dans cette section constituent ensemble le minimum de moyens qui permettent à des entités de Couche Liaison de Données qui coopèrent, de coordonner leurs transmissions et leurs échanges de données sur le support de communication qu'elles partagent.

NOTE 2 La mise en couche correcte prescrit qu'une entité de couche de rang (N+1) n'intervienne pas et qu'une interface de service de rang (N) n'impose pas de contrainte excessive aux moyens par lesquels une couche de rang (N) assure ses services de rang (N). Ainsi l'interface de service Ph ne demande pas aux DLEs de connaître les détails internes de la PhE (par exemple les modèles de signaux du préambule, du postambule et des délimiteurs de trame, le nombre de bits par baud), et il est recommandé qu'elle n'empêche pas la PhE d'utiliser les évolutions appropriées des technologies.

5 Data Link – Physical Layer interface

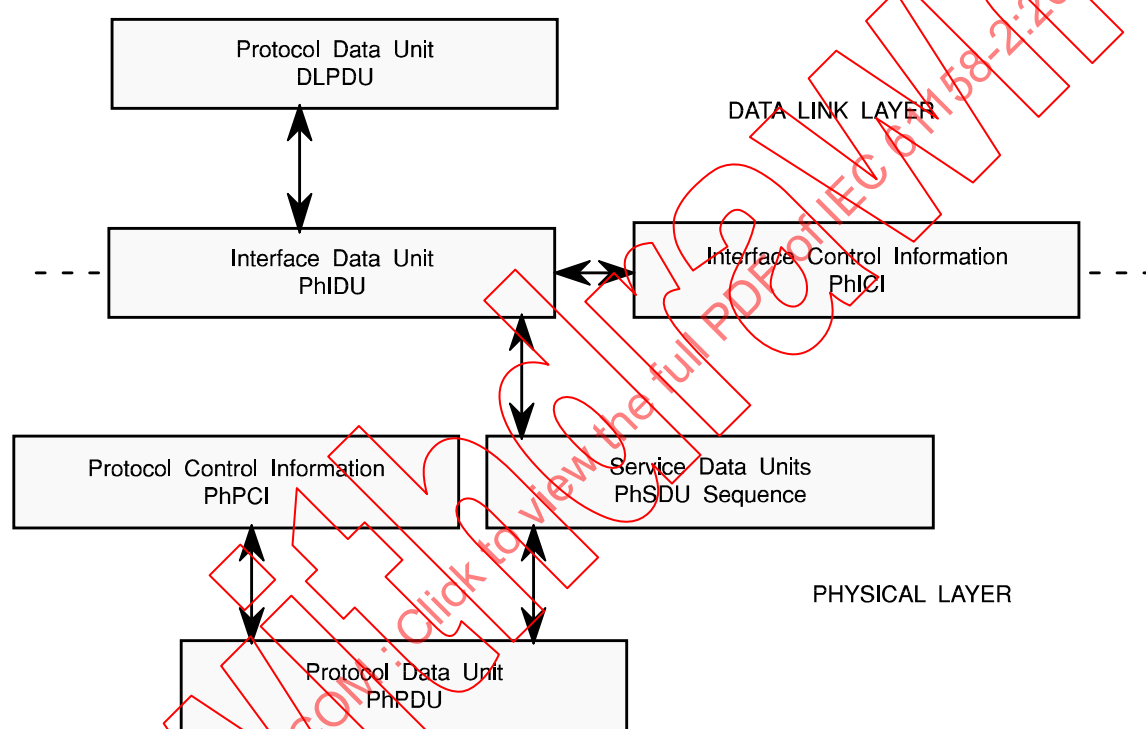
This clause defines the required Physical Service (PhS) primitives and constraints on their use.

NOTE 1 The requirements for a Fieldbus Data Link Layer are specified in IEC 61158-4. Services at the interface between the Data Link Layer and Physical Layer are specified in 5.1 and 5.2 in IEC 61158-4.

NOTE 2 The Data Link – Physical interface is a virtual service interface between virtual machines; there are no requirements for physical signal lines as the standard does not require this interface to be exposed.

5.1 Required services

PhIDUs shall be transferred between the Data Link Layer and the Physical Layer in accordance with the requirements of ISO 7498 as shown in figure 2.



IEC 1451/2000

Figure 2 – Mapping between data units across the DL – Ph interface

NOTE 1 These services provide for the interchange of PhIDUs between a Data Link Layer entity and its associated Physical Layer entity. Such a transfer is part of a transaction between cooperating Data Link Layer entities. The services listed in this section are the minimum which can jointly provide the means by which cooperating Data Link Layer entities can coordinate their transmission and their exchange of data on the shared communication medium.

NOTE 2 Proper layering requires that an (N+1)-layer entity be not concerned with, and that an (N)-service interface not overly constrain, the means by which an (N)-layer provides its (N)-services. Thus the Ph-service interface does not require DLEs to be aware of internal details of the PhE (e.g. preamble, postamble and frame delimiter signal patterns, number of bits per baud), and should not prevent the PhE from using appropriate evolving technologies.

5.1.1 Primitives du PhS

La granularité des données d'utilisateur du PhS, échangées à l'interface PhL – DLL est de un octet.

5.1.1.1 Indication des caractéristiques Ph

Le PhS doit assurer la primitive de service suivante pour rendre compte des caractéristiques essentielles du PhS (qui peuvent être utilisées dans les activités d'émission, de réception, et d'ordonnancement de la DLL):

Ph-CHARACTERISTICS Indication (débit-minimal-de-données, surcharge-de-mise-en-trame)

où

débit minimal de données – doit spécifier le débit effectif minimal de transfert de données en bits/seconde, y compris toutes les tolérances éventuelles sur la base de temps.

NOTE Une PhE avec un débit de données nominal de 1 Mbit/s $\pm$ 0,01 % spécifierait un débit minimal de données de 0,9999 Mbit/s.

surcharge de mise en trame – doit spécifier le nombre maximum de durées de bit (cette durée est l'inverse du débit de données) utilisé dans toute transmission pour les PhPDUs qui ne transmettent pas directement des données (par exemple, les PhPDUs transmettant le préambule, les délimiteurs de trame, le postambule, le «silence» inter-trame, etc.).

NOTE Si la surcharge de mise en trame est F et si deux longueurs de message DL sont respectivement L_1 et L_2 , le temps pour émettre un message de longueur $L_1 + F + L_2$ sera au moins aussi grand que le temps nécessaire pour émettre deux messages immédiatement consécutifs de longueurs L_1 et L_2 .

5.1.1.2 Services d'émission et de réception du PhS

Le PhS doit fournir les primitives de service suivantes pour l'émission et la réception:

Ph-DATA demande (classe, donnée)

Ph-DATA indication (classe, donnée)

Ph-DATA confirmation (état)

où

classe – doit spécifier le composant PhICI de la PhIDU. Pour une Ph-DATA demande, ses valeurs possibles doivent être:

DÉBUT-D'ACTIVITÉ – l'émission des PhPDUs qui précèdent les données d'utilisateur de Ph doit commencer;

DONNÉE – l'octet unique représentant la valeur du paramètre donnée associé doit être émis en tant que partie d'une émission continue correctement formée; et

FIN-DE-DONNÉES-ET-D'ACTIVITÉ – les PhPDUs qui terminent les données d'utilisateur de Ph doivent être émises après le dernier octet des données d'utilisateur de Ph qui précèdent, et suivis de l'arrêt de l'émission active.

Pour une Ph-DATA indication, ses valeurs possibles doivent être:

DÉBUT-D'ACTIVITÉ – la réception d'une transmission apparente depuis une ou plusieurs PhEs a commencé;

DONNÉE – le paramètre donnée associé a été reçu en tant que partie d'une réception continue correctement formée;

FIN-DE-DONNÉES – la réception continue en cours correctement formée de données d'utilisateur de Ph s'est terminée par une réception correcte des PhPDUs impliquant FIN-DE-DONNÉES;

FIN-D'ACTIVITÉ – la réception en cours (d'une transmission apparente depuis une ou plusieurs PhEs) s'est terminée sans nouveau signe d'émission d'une PhE; et

5.1.1 Primitives of the PhS

The granularity of PhS-user data exchanged at the PhL – DLL interface is one octet.

5.1.1.1 Ph-Characteristics Indication

The PhS shall provide the following service primitive to report essential PhS characteristics (which may be used in DLL transmission, reception, and scheduling activities):

Ph-CHARACTERISTICS indication (minimum-data-rate, framing-overhead)

where

minimum-data-rate – shall specify the effective minimum rate of data conveyance in bits/second, including any timing tolerances

NOTE A PhE with a nominal data rate of 1 Mbit/s $\pm$ 0,01 % would specify a minimum data rate of 0,9999 Mbit/s.

framing overhead – shall specify the maximum number of bit periods (where the period is the inverse of the data rate) used in any transmission for PHPDUs which do not directly convey data (e.g. PHPDUs conveying preamble, frame delimiters, postamble, inter-frame "silence", etc.).

NOTE If the framing overhead is F and two DL message lengths are L_1 and L_2 , then the time to send one message of length $L_1 + F + L_2$ will be at least as great as the time required to send two immediately consecutive messages of lengths L_1 and L_2 .

5.1.1.2 PhS transmission and reception services

The PhS shall provide the following service primitives for transmission and reception:

Ph-DATA request (class, data)

Ph-DATA indication (class, data)

Ph-DATA confirm (status)

where

class – shall specify the PHCI component of the PHIDU. For a Ph-DATA request, its possible values shall be:

START-OF-ACTIVITY – transmission of the PHPDUs which precede Ph-user data shall commence;

DATA – the single-octet value of the associated data parameter shall be transmitted as part of a continuous correctly formed transmission; and

END-OF-DATA-AND-ACTIVITY – the PHPDUs which terminate Ph-user data shall be transmitted after the last preceding octet of Ph-user data, culminating in the cessation of active transmission.

For a Ph-DATA indication, its possible values shall be:

START-OF-ACTIVITY – reception of an apparent transmission from one or more PhEs has commenced;

DATA – the associated data parameter was received as part of a continuous correctly formed reception;

END-OF-DATA – the ongoing continuous correctly formed reception of Ph-user data has concluded with correct reception of PHPDUs implying END-OF-DATA;

END-OF-ACTIVITY – the ongoing reception (of an apparent transmission from one or more PhEs) has concluded, with no further evidence of PhE transmission; and

FIN-DE-DONNÉES-ET-D'ACTIVITÉ – occurrence simultanée de FIN-DE-DONNÉES et de FIN-D'ACTIVITÉ.

donnée – doit spécifier le composant PhID de la PhIDU. Elle consiste en un octet de donnée d'utilisateur de Ph à émettre (Ph-DATA demande) ou qui a été reçu avec succès (Ph-DATA indication).

état – doit spécifier, soit succès, soit le motif détecté localement de l'échec supposé.

La primitive Ph-DATA confirmation doit assurer le contrôle en retour de la chronologie physique critique, nécessaire pour empêcher la DLE de démarrer une seconde émission avant l'achèvement de la première. La Ph-DATA confirmation finale d'une émission ne doit pas être renvoyée avant que la PhE ait terminé l'émission.

5.1.2 Notification des caractéristiques du PhS

La PhE a la responsabilité de notifier à la DLE les caractéristiques du PhS qui peuvent avoir un rapport avec le fonctionnement de la DLE. La PhE doit le faire en émettant une primitive unique Ph-CHARACTERISTICS indication vers chacun des PhSAPs de la PhE lors du démarrage de la PhE.

5.1.3 Emission de données d'utilisateur de Ph

La PhE doit déterminer la chronologie de toutes les émissions. Lorsqu'une DLE émet une séquence de PhSDUs, la DLE doit envoyer la séquence de PhSDUs en faisant une séquence bien formée de Ph-DATA demandes, consistant en une demande unique spécifiant DÉBUT-D'ACTIVITÉ, suivie par 3 à 300 demandes consécutives, inclusivement, spécifiant DONNÉE, chacune transmettant une PhSDU, et terminée par une demande unique spécifiant FIN-DE-DONNÉES-ET-D'ACTIVITÉ.

La PhE doit signaler le fait qu'elle a mené à bien chaque Ph-DATA demande, et qu'elle est prête à accepter une nouvelle Ph-DATA demande, cela en délivrant une primitive Ph-DATA confirmation; le paramètre état de la primitive Ph-DATA confirmation doit indiquer le succès ou l'échec de la Ph-DATA demande associée. La DLE ne doit pas émettre une seconde Ph-DATA demande tant qu'elle n'a pas reçu de la PhE la Ph-DATA confirmation correspondant à sa première demande.

5.1.4 Réception de données d'utilisateur de Ph

La PhE doit rendre compte de ce qu'elle a reçu une transmission par le biais d'une séquence bien formée de Ph-DATA indications qui doit consister

- a) soit en une indication unique spécifiant DÉBUT-D'ACTIVITÉ; suivie d'indications consécutives spécifiant DONNÉE, chacune transmettant une PhSDU; suivie d'une indication unique spécifiant FIN-DE-DONNÉES; et terminée par une indication unique spécifiant FIN-D'ACTIVITÉ;
- b) soit en une indication unique spécifiant DÉBUT-D'ACTIVITÉ, suivie par des indications consécutives spécifiant DONNÉE, chacune transmettant une PhSDU; suivie par une indication unique spécifiant FIN-DE-DONNÉES-ET-D'ACTIVITÉ;
- c) soit en une indication unique spécifiant DÉBUT-D'ACTIVITÉ, suivie le cas échéant par une ou plusieurs indications consécutives spécifiant DONNÉE, chacune transmettant une PhSDU; et terminée par une indication unique spécifiant FIN-D'ACTIVITÉ.

Cette dernière séquence est révélatrice d'une réception incomplète ou incorrecte. La détection d'une erreur dans la séquence des PhPDUs reçues, ou dans le processus de réception des PhEs, doit invalider les Ph-DATA indications qui suivent avec un paramètre classe spécifiant DONNÉE, FIN-DE-DONNÉES, ou FIN-DE-DONNÉES-ET-D'ACTIVITÉ, et cela jusqu'à ce que d'une part la fin de la présente période d'activité et d'autre part le début d'une période d'activité suivante aient tous deux été rapportés par des Ph-DATA indications spécifiant respectivement FIN-D'ACTIVITÉ et DÉBUT-D'ACTIVITÉ.

END-OF-DATA-AND-ACTIVITY – simultaneous occurrence of END-OF-DATA and END-OF-ACTIVITY.

data – shall specify the PhID component of the PhIDU. It consists of one octet of Ph-user-data to be transmitted (Ph-DATA request) or which was received successfully (Ph-DATA indication).

status – shall specify either success or the locally-detected reason for inferring failure.

The Ph-DATA confirm primitive shall provide the critical physical timing feedback necessary to inhibit the DLE from starting a second transmission before the first is complete. The final Ph-DATA confirm of a transmission shall not be issued until the PhE has completed the transmission.

5.1.2 Notification of PhS characteristics

The PhE has the responsibility for notifying the DLE of those characteristics of the PhS which may be relevant to DLE operation. The PhE shall do this by issuing a single Ph-CHARACTERISTICS indication primitive at each of the PhE's PhSAPs at PhE start-up.

5.1.3 Transmission of Ph-user-data

The PhE shall determine the timing of all transmissions. When a DLE transmits a sequence of PhSDUs, the DLE shall send the sequence of PhSDUs by making a well-formed sequence of Ph-DATA requests, consisting of a single request specifying START-OF-ACTIVITY, followed by 3 to 300 consecutive requests, inclusive, specifying DATA, each conveying a PhSDU, and concluded by a single request specifying END-OF-DATA-AND-ACTIVITY.

The PhE shall signal its completion of each Ph-DATA request, and its readiness to accept a new Ph-DATA request, by issuing a Ph-DATA confirm primitive; the status parameter of the Ph-DATA confirm primitive shall convey the success or failure of the associated Ph-DATA request. A second Ph-DATA request shall not be issued by the DLE until after the Ph-DATA confirm corresponding to the first request has been issued by the PhE.

5.1.4 Reception of Ph-user-data

The PhE shall report a received transmission with a well-formed sequence of Ph-DATA indications, which shall consist of

- a) a single indication specifying START-OF-ACTIVITY; followed by consecutive indications specifying DATA, each conveying a PhSDU; followed by a single indication specifying END-OF-DATA; and concluded by a single indication specifying END-OF-ACTIVITY; or
- b) a single indication specifying START-OF-ACTIVITY; followed by consecutive indications specifying DATA, each conveying a PhSDU; followed by a single indication specifying END-OF-DATA-AND-ACTIVITY; or
- c) a single indication specifying START-OF-ACTIVITY; optionally followed by one or more consecutive indications specifying DATA, each conveying a PhSDU; and concluded by a single indication specifying END-OF-ACTIVITY.

This last sequence is indicative of an incomplete or incorrect reception. Detection of an error in the sequence of received PhPDUs, or in the PhE's reception process, shall disable further Ph-DATA indications with a class parameter specifying DATA, END-OF-DATA, or END-OF-DATA-AND-ACTIVITY until after both the end of the current period of activity and the start of a subsequent period of activity have been reported by Ph-DATA indications specifying END-OF-ACTIVITY and START-OF-ACTIVITY, respectively.

6 Interface Gestion de Station – Couche Physique

NOTE 1 Cette interface fournit à la Couche Physique les services nécessaires à l'initialisation et au choix des options.

NOTE 2 L'un des objectifs de la Couche Physique est de permettre une prise en compte de variantes futures telles que la radio, les fibres optiques, les canaux redondants (par exemple les câbles), des techniques de modulation différentes, etc. Une forme générale d'Interface Gestion de Station – Couche Physique est spécifiée qui fournit les services nécessités par les implémentations de ces variantes. Les services assurés par cette interface sont spécifiés en 6.1 et 6.2. La norme ne prescrit pas que cette interface soit accessible.

NOTE 3 L'ensemble complet de services de gestion peut seulement être utilisé quand le dispositif est directement couplé au support. Dans le cas de matériel couplé activement (par exemple coupleur actif, répéteur, modem pour radio/téléphone, éléments optoélectroniques, etc.) certains des services peuvent être implicites au coupleur actif. De plus, chaque dispositif peut utiliser un sous-ensemble des primitives décrites.

6.1 Services prescrits

La primitive de service minimale pour la gestion de la Couche Physique (PhL) doit être:

a) Ph-RESET demande – remise à l'état initial de la Couche Physique.

Les services additionnels suivants peuvent être fournis:

- b) Ph-SETVALUE demande /Ph-SETVALUE confirmation – fixe les paramètres;
- c) Ph-GETVALUE demande /Ph-GETVALUE confirmation – lit les paramètres;
- d) Ph-EVENT indication – rend compte des événements de la Couche Physique.

6.2 Prescriptions relatives aux primitives des services

6.2.1 Ph-RESET demande

Cette primitive n'a pas de paramètre. A la réception de cette primitive, la Couche Physique doit remettre toutes ses fonctions à l'état initial.

6.2.2 Ph-SETVALUE demande (nom du paramètre, nouvelle valeur)

Si cette primitive est utilisée, elle doit permettre à la Gestion de Station de modifier les paramètres de la Couche Physique. Les noms et les gammes de valeurs normalisées des paramètres sont donnés par le tableau 1. La valeur attribuée à chaque paramètre à la remise à l'état initial doit être la première de celles figurant pour ce paramètre.

Tableau 1 – Noms et valeurs des paramètres pour Ph-SETVALUE demande

Nom du paramètre	Gamme de valeurs
Mode d'interface	• DUPLEX • SEMI-DUPLEX
Mode de rebouclage	• INTERDIT • dans la MDS à l'interface DTE – DCE • dans la MAU à proximité du raccordement à la ligne
Extension de préambule	• 0..7 (séquences d'extension de préambule)
Extension d'intervalle après émission	• 0..7 (séquences d'extension d'intervalle)
Décalage maximal de signal entre canaux	• 0..7 (séquences d'extension d'intervalle)
Canal N de sortie d'émetteur ($1 \leq N \leq 8$)	• AUTORISÉ • INTERDIT
Canal N d'entrée de récepteur ($1 \leq N \leq 8$)	• AUTORISÉ • INTERDIT
Canal de réception préférentiel	• AUCUN • 1..8

6 Station Management – Physical Layer interface

NOTE 1 This interface provides services to the Physical Layer which are required for initialization and selection of options.

NOTE 2 One of the objectives of the Physical Layer is to allow for future variations such as radio, fibre optics, redundant channels (e.g. cables), different modulation techniques, etc. A general form of Station Management – Physical Layer Interface is specified which provides the services required by implementations of these variations. Services provided by this interface are specified in 6.1 and 6.2. The standard does not require this interface to be exposed.

NOTE 3 The complete set of management services can only be used when the device is directly coupled to the medium. In the case of actively coupled equipment (e.g. active coupler, repeater, radio/telephone modem, opto-electronics, etc.) some of the services can be implicit to the active coupler. Moreover, each device can use a subset of the described primitives.

6.1 Required services

The minimum service primitive for Physical Layer (PhL) management shall be:

- a) Ph-RESET request – reset of the Ph-Layer.

The following additional services may be provided:

- b) Ph-SETVALUE request/Ph-SETVALUE confirm – set parameters;
 c) Ph-GETVALUE request/Ph-GETVALUE confirm – read parameters;
 d) Ph-EVENT indication – report Ph-Layer events.

6.2 Service primitive requirements

6.2.1 Ph-RESET request

This primitive has no parameter. Upon reception of this primitive the Physical Layer shall reset all its functions.

6.2.2 Ph-SETVALUE request (parameter name, new value)

If this primitive is used it shall allow Station Management to modify the parameters of the Physical Layer. Standard parameter names and value ranges are given in table 1. The value assumed for each parameter at reset shall be the first of those shown for the parameter.

Table 1 – Parameter names and values for Ph-SETVALUE request

Parameter name	Range of values
Interface mode	• FULL_DUPLEX • HALF_DUPLEX
Loop-back mode	• DISABLED • in MDS at DTE – DCE interface • in MAU near line connection
Preamble extension	• 0..7 (preamble extension sequences)
Post-transmission gap extension	• 0..7 (gap extension sequences)
Maximum inter-channel signal skew	• 0..7 (gap extension sequences)
Transmitter output channel N ($1 \leq N \leq 8$)	• ENABLED • DISABLED
Receiver input channel N ($1 \leq N \leq 8$)	• ENABLED • DISABLED
Preferred receive channel	• NONE • 1..8

NOTE 1 Toutes les implémentations ne nécessitent pas tous les paramètres, et certaines peuvent en nécessiter plus.

NOTE 2 Chaque norme de DCE spécifie à la fois les séquences de base et les séquences d'extension des PhSDUs à émettre en tant que préambule. Ces séquences d'extension sont toujours placées devant la séquence de base.

NOTE 3 Chaque norme de DCE spécifie les longueurs à la fois des séquences de base et des séquences d'extension de l'intervalle après émission pendant lequel il est souhaité que l'émetteur soit silencieux.

NOTE 4 En fonction de ce qui précède, la valeur par défaut à la remise à l'état initial est le préambule minimal (sans extension), l'intervalle après émission minimal (sans extension), le mode d'interface duplex, sans rebouclage, avec tous les canaux d'émission et de réception autorisés, et sans canal de réception préférentiel.

6.2.3 Ph-SETVALUE confirmation (état)

Cette primitive a un paramètre unique indiquant l'état de la demande: Succès ou Echec. Si cette primitive est utilisée, elle doit accuser réception du fait que la Ph-SETVALUE demande a été menée à bien dans la Couche Physique.

6.2.4 Ph-GETVALUE demande (nom du paramètre)

Si cette primitive est utilisée, elle doit permettre à la Gestion de Station de lire les paramètres de la Couche Physique. Le paramètre doit avoir l'un des noms donnés dans le tableau 1.

6.2.5 Ph-GETVALUE confirmation (valeur actuelle)

Cette primitive constitue la réponse de la Couche Physique à la Ph-GETVALUE demande. Si cette primitive est utilisée, elle doit avoir un paramètre unique rendant compte soit de l'échec de la demande – Echec – soit de la valeur présente du paramètre demandé. La valeur actuelle doit être l'une de celles permises par 6.2.2.

6.2.6 Ph-EVENT indication (nom du paramètre)

Si cette primitive est utilisée, elle doit notifier à la Gestion de Station la modification d'un paramètre de la Couche Physique qui n'a pas été demandée par la Gestion de Station. Le paramètre doit avoir l'un des noms et valeurs donnés dans le tableau 2, basé sur les noms spécifiés à l'article 8.

NOTE Des additions au tableau 2 sont possibles en cas de nécessité pour des implémentations spécifiques.

Tableau 2 – Noms des paramètres pour Ph-EVENT indication

Nom du paramètre
Défaut DTE
Défaut DCE

7 Sous-couche Indépendante du DCE (DIS)

NOTE 1 L'entité de Couche Physique est divisée en un composant Equipement Terminal de Données (DTE) et un composant Equipement de Communication de Données (DCE). Le composant DTE s'interface avec l'entité de Couche Liaison de Données et forme la Sous-couche Indépendante du DCE (DIS). Il échange des Unités de Données d'Interface à travers l'interface DL – Ph définie à l'article 5, et assure les conversions de base entre l'aspect «instantané» de la PhIDU de l'interface DL – Ph et l'aspect série des bits nécessaire à l'émission et à la réception physiques.

NOTE 2 Cette sous-couche est indépendante de toutes les variantes de Couche Physique, y compris le codage et/ou la modulation, la vitesse, le mode tension/courant/optique, le support etc. Toutes ces variantes sont groupées sous la désignation Equipement de Communication de Données (DCE).

La DIS doit ordonnancer l'émission de la PhID sous forme d'une séquence de PhSDUs en série. De même, la DIS doit mettre en forme la PhID dont elle doit rendre compte à la Couche Liaison de Données à partir de la séquence de PhSDUs reçus en série.

NOTE 1 Not all implementations require every parameter, and some may need more.

NOTE 2 Each DCE standard specifies both the basic and extension sequences of PhPDUs to be sent as preamble. These extension sequences are always prefixed to the basic sequence.

NOTE 3 Each DCE standard specifies the lengths of both the basic and extension sequences of post-transmission gap during which the transmitter should be silent.

NOTE 4 From the above, the default value at reset is minimum preamble (no extension), minimum post-transmission gap (no extension), full-duplex interface mode, not in loopback, with all transmit and receive channels enabled, and with no preferred receive channel.

6.2.3 Ph-SETVALUE confirm (status)

This primitive has a single parameter indicating the status of the request: Success or Failure. If this primitive is used it shall acknowledge completion of the Ph-SETVALUE request in the Physical Layer.

6.2.4 Ph-GETVALUE request (parameter name)

If this primitive is used it shall allow the Station Management to read the parameters of the Physical Layer. The parameter shall have one of the names given in table 1.

6.2.5 Ph-GETVALUE confirm (current value)

This primitive is the response of the Physical Layer to the Ph-GETVALUE request. If this primitive is used it shall have a single parameter reporting either the failure of the request – Failure – or the present value of the requested parameter. The current value shall be one of those permitted by 6.2.2.

6.2.6 Ph-EVENT indication (parameter name)

If this primitive is used it shall notify the Station Management of a Physical Layer parameter modification which has not been requested by the Station Management. The parameter shall have one of the names and values given in table 2 based on names specified in clause 8.

NOTE Additions to table 2 are possible if required by specific implementations.

Table 2 – Parameter names for Ph-EVENT indication

Parameter name
DTE fault
DCE fault

7 DCE Independent Sublayer (DIS)

NOTE 1 – The Physical Layer entity is partitioned into a Data Terminal Equipment (DTE) component and a Data Communication Equipment (DCE) component. The DTE component interfaces with the Data Link Layer entity, and forms the DCE Independent Sublayer (DIS). It exchanges Interface Data Units across the DL – Ph interface defined in clause 5, and provides the basic conversions between the PhIDU "at-a-time" viewpoint of the DL – Ph interface and the bit serial viewpoint required for physical transmission and reception.

NOTE 2 This sublayer is independent of all the Physical Layer variations, including encoding and/or modulation, speed, voltage/current/optical mode, medium etc. All these variations are grouped under the designation Data Communication Equipment (DCE).

The DIS shall sequence the transmission of the PhID as a sequence of serial PhSDUs. Similarly, the DIS shall form the PhID to be reported to the Data Link Layer from the sequence of received serial PhSDUs.

La PhID doit être convertie en une séquence de PhSDUs pour la transmission en série sous forme d'octets et cela jusqu'à un maximum de 300 octets. Une PhSDU représentant des octets plus significatifs de la PhID doit être émise avant ou en même temps qu'une PhSDU représentant des octets moins significatifs et cela de telle manière qu'à l'intérieur de chaque octet, une PhSDU représentant un bit plus significatif soit émise avant ou en même temps qu'une PhSDU représentant un bit moins significatif. A la réception, chaque séquence de PhSDUs doit être convertie en PhID de telle manière que, en l'absence d'erreurs, la PhIDU transmise à l'entité de Couche Liaison de Données réceptrice sont inchangée par rapport à la PhIDU dont l'émission a été demandée par l'entité de Couche Liaison de Données d'origine.

NOTE 3 Cela est une garantie de transparence.

8 Interface DTE – DCE

NOTE 1 L'entité de Couche Physique est divisée en un composant Equipement Terminal de Données (DTE) contenant la MIS et les couches d'un rang plus élevé, et un composant Equipement de Communication de Données (DCE) contenant la MDS et les sous-couches de rang inférieur. L'interface DTE – DCE relie ces deux composants physiques.

NOTE 2 Il n'est pas obligatoire pour l'interface DTE – DCE, ou toute autre interface, d'être accessible.

NOTE 3 L'interface DTE – DCE est une interface fonctionnelle et électrique, mais pas mécanique, qui supporte un ensemble de services. Chacun de ces services est mis en oeuvre par une séquence d'interactions de signaux définies au niveau de l'interface.

8.1 Services

L'interface DTE – DCE doit supporter les services suivants, définis dans ce paragraphe:

- a) service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE;
- b) service de configuration depuis le DTE vers le DCE;
- c) service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE;
- d) service de notification de défaut depuis le DCE vers le DTE;
- e) service d'indication d'une activité des supports depuis le DCE vers le DTE;
- f) service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE.

8.1.1 Service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE

Ce service doit permettre à n'importe quel moment au DTE d'assurer la remise à l'état initial (alimenté) du DCE.

8.1.2 Service de configuration depuis le DTE vers le DCE

Ce service doit permettre au DTE de configurer diverses caractéristiques du DCE, y compris celles de ces caractéristiques que la gestion de station peut ajuster via des Ph-SETVALUE demandes (voir tableau 1). Il doit aussi permettre au DTE, selon option au niveau du DCE, de provoquer le compte rendu de l'état du DCE par une utilisation prioritaire du service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE.

8.1.3 Service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE

Ce service doit permettre au DTE de transmettre un message à travers le DCE soit vers le (les) support(s) connecté(s), soit en retour vers le DTE, soit les deux, en fonction des valeurs opérationnelles actuelles des paramètres spécifiés dans le tableau 1. Le DCE doit assurer le rythme de ce service.

Ce service est appelé à la réception d'une Ph-DATA demande spécifiant DÉBUT-D'ACTIVITÉ à l'interface de service de PhL, et fonctionne jusqu'à la réception et à l'achèvement de la Ph-DATA demande spécifiant FIN-DE-DONNÉES-ET-D'ACTIVITÉ.

The PhID shall be converted to a sequence of PhSDUs for serial transmission in octets up to a maximum of 300 octets. A PhSDU representing more significant octets of the PhID shall be sent before or at the same time as a PhSDU representing less significant octets and such that within each octet, a PhSDU representing a more significant bit will be transmitted before or at the same time as a PhSDU representing a less significant bit. On reception, each sequence of PhSDUs shall be converted to PhID such that, in the absence of errors, the PhIDU indicated to the receiving Data Link Layer entity shall be unchanged from the PhIDU whose transmission was requested by the originating Data Link Layer entity.

NOTE 3 This is a guarantee of transparency.

8 DTE – DCE interface

NOTE 1 The Physical Layer entity is partitioned into a Data Terminal Equipment (DTE) component containing the MIS and higher layers, and a Data Communication Equipment (DCE) component containing the MDS and lower sublayers. The DTE – DCE interface connects these two physical components.

NOTE 2 It is not mandatory for the DTE – DCE interface, or any other interface, to be exposed.

NOTE 3 The DTE – DCE interface is a functional and electrical, but not mechanical, interface which supports a set of services. Each of these services is implemented by a sequence of defined signaling interactions at the interface.

8.1 Services

The following services, defined in this subclause, shall be supported by the DTE – DCE interface:

- a) DTE to DCE reset service;
- b) DTE to DCE configuration service;
- c) DTE to DCE message-transmission service;
- d) DCE to DTE fault notification service;
- e) DCE to DTE media-activity indication service;
- f) DCE to DTE message-reporting service.

8.1.1 DTE to DCE reset service

This service shall provide a means by which the DTE, at any time, can reset the DCE to its initial (power-on) state.

8.1.2 DTE to DCE configuration service

This service shall provide a means by which the DTE can configure various characteristics of the DCE, including those characteristics which station management can adjust via Ph-SETVALUE requests (see table 1). It shall also provide a DCE-optional means by which the DTE can initiate reporting of DCE status by pre-emptive use of the DCE to DTE message-reporting service.

8.1.3 DTE to DCE message-transmission service

This service shall provide a means by which the DTE can transmit a message through the DCE to either the connected medium (media), or back to the DTE, or both, as determined by the current operational values of the parameters specified in table 1. The DCE shall provide the pacing for this service.

This service is invoked upon receipt of a Ph-DATA request specifying START-OF-ACTIVITY at the PhL service interface, and runs until receipt of and completion of the Ph-DATA request specifying END-OF-DATA-AND-ACTIVITY.

8.1.4 Service de notification de défaut depuis le DCE vers le DTE

Ce service doit permettre au DCE de rendre compte à n'importe quel moment d'un défaut. Ce service ne rend pas compte de la nature spécifique du défaut mais cette dernière peut être déterminée en utilisant le service de configuration depuis le DTE vers le DCE pour déclencher le compte rendu de son état, selon option au niveau du DCE.

8.1.5 Service d'indication d'une activité des supports depuis le DCE vers le DTE

Ce service doit permettre au DCE de rendre compte d'une détection supposée, sur l'un quelconque des supports raccordés pour lequel la réception est autorisée (voir tableau 1), d'un signal provenant de lui-même ou d'une autre entité de Couche Physique. Lorsque le rebouclage est autorisé, ce service rend compte seulement d'un signal provenant du DCE lui-même.

Quand l'interface DTE – DCE est en mode semi-duplex et quand le rebouclage n'est pas autorisé, ce service n'a pas besoin de rendre compte d'une activité des supports résultant directement du service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE.

8.1.6 Service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE

Ce service doit permettre au DCE de rendre compte de la réception d'une séquence de PhPDUs depuis n'importe lequel des supports raccordés pour lesquels la réception est autorisée. Ce service se termine par une indication du fait que la séquence des PhPDUs reçues était bien formée. Il doit être rendu compte en tant que séquence mal formée (erronée), des erreurs dans la séquence, y compris un nombre de PhPDUs, tel que ces dernières ne puissent pas avoir constitué une transmission correcte résultant d'un appel du service de transmission de message depuis le DCE vers le DTE.

NOTE Il faut rendre compte des erreurs d'alignement de l'octet d'un délimiteur final reçu par rapport au délimiteur initial précédent (c'est-à-dire non séparés par un nombre entier d'octets de bits de donnée), en tant que séquence mal formée.

Lorsque l'interface DTE – DCE est en mode semi-duplex et lorsque le rebouclage n'est pas autorisé, ce service n'a pas besoin de rendre compte du message transmis par le service de transmission de message depuis le DCE vers le DTE.

8.2 Signaux d'interface

Si l'interface DTE – DCE est accessible, elle doit fournir les signaux spécifiés dans le tableau 3.

Tableau 3 – Signaux à l'interface DTE – DCE

Signal	Abréviation	Source
Horloge d'Emission	TxC	DCE
Demande pour Emettre	RTS	DTE
Prêt à Emettre	CTS	DCE
Donnée Emission	TxD	DTE
Horloge de Réception	RxC	DCE
Activité de Réception	RxA	DCE
Donnée Réception et Mise en Trame	RDF	DCE

8.1.4 DCE to DTE fault notification service

This service shall provide a means by which the DCE, at any time, can report a fault. The specific nature of the fault is not reported by this service, but may be determinable by use of the DTE to DCE configuration service to initiate a DCE-optional DCE status report.

8.1.5 DCE to DTE media-activity indication service

This service shall provide a means by which the DCE reports the inferred detection, on any of its connected media for which receiving is enabled (see table 1), of signalling from itself or other Ph-Layer entities. While loopback is enabled, this service reports only the signalling of the DCE itself.

When the DTE – DCE interface is in half-duplex mode and loopback is not enabled, this service need not report media activity resulting directly from the DTE to DCE message-transmission service.

8.1.6 DCE to DTE message-reporting service

This service shall provide a means by which the DCE reports the receipt of a sequence of PhPDUs from any one of the connected media for which receiving is enabled. This service terminates with an indication of whether the sequence of received PhPDUs was well formed. Errors in the sequence, including number of PhPDUs such that they could not have been a correct transmission resulting from an invocation of the DCE to DTE message-transmission service shall be reported as a malformed (erroneous) sequence.

NOTE Errors in the octet alignment of a received end delimiter with respect to the preceding start delimiter (i.e., not separated by an integral number of octets of data bits) must be reported as a malformed sequence.

When the DTE – DCE interface is in half-duplex mode and loopback is not enabled, this service need not report the message transmitted by the DCE to DTE message-transmission service.

8.2 Interface signals

If the DTE – DCE interface is exposed it shall provide the signals specified in table 3.

Table 3 – Signals at DTE – DCE interface

Signal	Abbreviation	Source
Transmit Clock	TxC	DCE
Request to Send	RTS	DTE
Clear to Send	CTS	DCE
Transmit Data	TxD	DTE
Receive Clock	RxC	DCE
Receive Activity	RxA	DCE
Receive Data and Framing	RDF	DCE

Les niveaux de signaux doivent être ceux indiqués dans le tableau 4. En général, les deux côtés de l'interface doivent fonctionner avec la même valeur approximative de V_{DD} . Toutefois, il est reconnu qu'un DTE et un DCE avec des sources d'alimentation séparées peuvent ne pas atteindre tous deux simultanément le V_{DD} opérationnel. Il est souhaitable, mais pas obligatoire, que le service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE soit opérationnel quand le DCE n'a pas encore atteint le V_{DD} opérationnel. Il est également souhaitable que le DTE appelle ce service chaque fois que son propre V_{DD} est en dessous des marges opérationnelles.

Tableau 4 – Niveaux des signaux pour une interface DTE – DCE accessible

Symbole	Paramètre	Conditions	Limites	Unités	Remarques
V_{OL}	Tension maximale de sortie au niveau bas	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	0,1	V	Voir note 1
		$I_{out} = + 1,6 \text{ mA}$	0,4	V	
V_{OH}	Tension minimale de sortie au niveau haut	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	$V_{DD} - 0,1$	V	Voir note 1
		$I_{out} = - 0,8 \text{ mA}$	$V_{DD} - 0,8$	V	Voir note 2
V_{IL}	Tension maximale d'entrée au niveau bas		$0,2 V_{DD}$	V	
V_{IH}	Tension minimale d'entrée au niveau haut		$0,7 V_{DD}$	V	Voir note 3
NOTE 1 Procure la capacité de piloter deux charges typiques CMOS.					
NOTE 2 La compatibilité d'une entrée CMOS avec une sortie TTL nécessite une résistance de «tirage» depuis l'entrée du signal vers V_{DD} .					
NOTE 3 Compatible avec une sortie CMOS pour $3,0 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5,5 \text{ V}$. La compatibilité avec une sortie TTL ($4,75 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5,25 \text{ V}$) nécessite une résistance de «tirage» depuis l'entrée du signal vers V_{DD} .					

Les caractéristiques temporelles de ces signaux doivent être au moins égales à celles spécifiées pour le DCE concerné dans les prescriptions de la présente partie de la CEI 61158. Toutefois, le temps de transition entre $0,3 V_{DD}$ et $0,6 V_{DD}$ ne doit être en aucun cas supérieur à la plus petite des deux valeurs 100 ns ou $0,025 P$. P est définie comme la durée nominale de transmission d'un octet - l'inverse du débit nominal de PhSDUs.

Une implémentation de l'interface DTE – DCE doit fonctionner correctement avec des fréquences d'horloge d'émission et de réception (TxC et RxC) comprises entre 1 kHz et 8,8 fois le plus fort débit de PhSDU supporté par l'implémentation du DTE ou du DCE.

NOTE Les débits de PhSDUs et les débits binaires de données équivalents disponibles dans une implémentation sont mentionnés dans la Déclaration de Conformité d'Implémentation de Protocole (PICS).

8.2.1 Horloge d'Emission (TxC)

Le signal d'Horloge d'Emission (TxC) doit fournir au DTE un signal de cadencement continu, tel que n'importe quelle séquence de huit cycles complets de ce signal doit avoir la même durée d'octet que la durée d'émission nominale d'un octet de donnée. Le DCE doit être la source de ce signal nominalement biphase de telle manière que chaque phase ait une durée d'au moins $0,04 P$.

NOTE Cette spécification permet au TxC d'être une horloge continue, à période constante au débit binaire nominal (8 fois le débit d'octets nominal) avec un rapport cyclique de 32 % à 68 %, ou au TxC d'être une horloge à plus haute fréquence avec omission de certains cycles et avec un rapport cyclique plus proche de 50 %. Cela permet, par exemple, un cadencement simple dans un DCE qui recode chaque groupe de 4 bits sous forme de 5 bauds; le DCE pourrait avoir une horloge de 10 fois le débit binaire nominal, avec un rapport cyclique compris entre 40 % et 60 %, et omettre (les mêmes) deux cycles à chaque octet.

TxC supporte les services de transmission de message et de configuration depuis le DTE vers le DCE.

The signal levels shall be as shown in table 4. In general, both sides of the interface shall operate with the same approximate value of V_{DD} . However, it is recognized that a DTE and a DCE with separate power supplies may not both reach operational V_{DD} simultaneously. It is desirable, but not mandatory, that the DTE to DCE reset service be operational when the DCE has not yet reached operational V_{DD} . It is also desirable that the DTE invoke this service whenever its own V_{DD} is below operational margins.

Table 4 – Signal levels for an exposed DTE – DCE interface

Symbol	Parameter	Conditions	Limits	Units	Remarks
V_{OL}	Maximum low-level output voltage	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	0,1	V	See note 1
		$I_{out} = +1,6 \text{ mA}$	0,4	V	
V_{OH}	Minimum high-level output voltage	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	$V_{DD} - 0,1$	V	See note 1
		$I_{out} = -0,8 \text{ mA}$	$V_{DD} - 0,8$	V	See note 2
V_{IL}	Maximum low-level input voltage		$0,2 V_{DD}$	V	
V_{IH}	Minimum high-level input voltage		$0,7 V_{DD}$	V	See note 3
NOTE 1 Provides the capability to drive two typical CMOS loads.					
NOTE 2 CMOS input compatibility with TTL output requires a "pull-up" resistor from signal input to V_{DD} .					
NOTE 3 Compatible with CMOS output for $3,0 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5,5 \text{ V}$. Compatibility with TTL output ($4,75 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5,25 \text{ V}$) requires a "pull-up" resistor from signal input to V_{DD} .					

The timing characteristics of these signals shall be at least equal to those specified for the relevant DCE in the requirements of this part of IEC 61158. However, in no case shall the transition time between $0,3 V_{DD}$ and $0,6 V_{DD}$ be greater than either 100 ns or $0,025 P$, whichever is smaller. P is defined as the nominal period of octet transmission – the inverse of the nominal PhSDU rate.

An implementation of the DTE – DCE interface shall function correctly with transmit and receive (TxC and RxC) clock frequencies between 1 kHz and 8,8 times the highest supported PhSDU rate of the DTE or DCE implementation.

NOTE The PhSDU and equivalent bit data rates available in an implementation are stated in the Protocol Implementation Conformance Statement (PICS).

8.2.1 Transmit Clock (TxC)

The Transmit Clock signal (TxC) shall provide the DTE with a continuous timing signal, such that any eight consecutive full cycles of this signal shall have the same octet period as the nominal transmit period for one data octet. The DCE shall source this nominally two-phase signal such that each phase has a duration of at least $0,04 P$.

NOTE This specification permits TxC to be a continuous, constant-period clock at the nominal bit rate (8 times the nominal octet rate) with a duty cycle of 32 % to 68 %, or for TxC to be a higher-frequency clock with some cycles omitted and with a duty cycle closer to 50 %. This permits, for example, simple clocking in a DCE that recodes each 4 bits into 5 bauds; the DCE could have a clock 10 times the nominal octet rate, with a duty cycle of between 40 % and 60 %, and would omit (the same) two cycles every octet.

TxC supports the DTE to DCE configuration and message-transmission services.

8.2.2 Demande pour Emettre (RTS)

Le signal de Demande pour Emettre (RTS) supporte les services de remise à l'état initial, de configuration et de transmission de message, depuis le DTE vers le DCE. Le DTE doit être la source de ce signal. L'état initial (alimenté) et inactif (aucun service actif depuis le DTE vers le DCE) de ce signal doit être bas.

Lorsqu'il est référencé à TxC au niveau de l'interface DTE – DCE, ce signal doit avoir un temps d'établissement minimal égal à la plus petite des deux valeurs, 100 ns ou 0,025 P ; son temps de maintien doit être supérieur ou égal à zéro.

8.2.3 Prêt à Emettre (CTS)

Le signal Prêt à Emettre (CTS) supporte les services de configuration et de transmission de message depuis le DTE vers le DCE. Le DCE doit être la source de ce signal. L'état initial (alimenté) et inactif (aucun service actif depuis le DTE vers le DCE) de ce signal doit être bas.

Lorsqu'il est référencé à TxC au niveau de l'interface DTE – DCE, ce signal doit avoir un temps d'établissement minimal égal à la plus petite des deux valeurs, 100 ns ou 0,025 P ; son temps de maintien doit être supérieur ou égal à zéro.

8.2.4 Donnée Emission (TxD)

Le signal de Donnée Emission (TxD) supporte les services de remise à l'état initial, de configuration et de transmission de message depuis le DTE vers le DCE. Une donnée binaire est transmise depuis le DTE vers le DCE pendant une phase de ces deux derniers services, et pendant cette phase, un 0 binaire est représenté par un niveau bas sur TxD et un 1 binaire par un niveau haut sur TxD, chacun pris au front descendant de TxC.

Le DTE doit être la source de ce signal. L'état initial (alimenté) et inactif (aucun service actif depuis le DTE vers le DCE) de ce signal doit être haut.

Lorsqu'il est référencé à TxC au niveau de l'interface DTE – DCE, ce signal doit avoir un temps d'établissement minimal égal à la plus petite des deux valeurs, 100 ns ou 0,025 P ; son temps de maintien doit être supérieur ou égal à zéro.

8.2.5 Horloge de Réception (RxC)

Le signal d'Horloge de Réception (RxC) doit fournir au DTE un signal de cadencement nominale biphasé intermittent (semi-continu) qui définit la cadence de l'information dont il est rendu compte via le signal RDF. Le DCE doit être la source de ce signal de telle façon que, lorsque RxC est défini comme étant significatif (voir 8.3.6), chaque phase ait une durée d'au moins 0,04 P .

NOTE Cette spécification permet à RxC d'être une horloge récupérée au débit binaire nominal (8 fois le débit d'octets nominal) avec un rapport cyclique de 32 % à 68 %, ou d'être une horloge à plus haute fréquence avec omission de certains cycles et avec un rapport cyclique plus proche de 50 %. Cela permet, par exemple, un cadencement simple dans un DCE qui décode 4 bits à partir de chaque groupe de 5 bauds reçus; le DCE pourrait avoir une horloge de 10 fois le débit d'octets nominal, avec un rapport cyclique compris entre 40 % et 60 %, et omettre (les mêmes) deux cycles à chaque octet.

Cette spécification permet aussi au DCE d'omettre des cycles de RxC pendant la reconnaissance de longues séquences de délimiteurs finals de PhPDUs, de telle manière qu'il puisse être rendu compte du délimiteur en temps réel en utilisant 8 cycles ou moins de RxC (voir 8.3.6).

RxC doit supporter le service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE.

8.2.2 Request to Send (RTS)

The Request to Send (RTS) signal supports the DTE to DCE reset, configuration, and message-transmission services. The DTE shall source this signal. The initial (power-on) and idle (no DTE to DCE service active) state of this signal shall be low.

When referenced to TxC at the DTE – DCE interface, this signal shall have a minimum setup time of the smaller of either 100 ns or $0,025 P$; the hold time shall be zero or greater.

8.2.3 Clear to Send (CTS)

The Clear to Send (CTS) signal supports the DTE to DCE configuration and message-transmission services. The DCE shall source this signal. The initial (power-on) and idle (no DTE to DCE service active) state of this signal shall be low.

When referenced to TxC at the DTE – DCE interface, this signal shall have a minimum setup time of the smaller of either 100 ns or $0,025 P$; the hold time shall be zero or greater.

8.2.4 Transmit Data (TxD)

The Transmit Data (TxD) signal supports the DTE to DCE reset, configuration, and message-transmission services. Binary data is transmitted from DTE to DCE during one phase of the latter two services, and during this phase a binary 0 is represented by a low level on TxD and a binary 1 by a high level on TxD, both sampled at the falling edge of TxC.

The DTE shall source this signal. The initial (power-on) and idle (no DTE to DCE service active) state of this signal shall be high.

When referenced to TxC at the DTE – DCE interface, this signal shall have a minimum setup time of the smaller of either 100 ns or $0,025 P$; the hold time shall be zero or greater.

8.2.5 Receive Clock (RxC)

The Receive Clock signal (RxC) shall provide the DTE with an intermittent (semi-continuous) nominally two-phase timing signal which defines the timing of information being reported via the RDF signal. The DCE shall source this signal such that, where RxC is defined to be meaningful (see 8.3.6), each phase has a duration of at least $0,04 P$.

NOTE This specification permits RxC to be a recovered clock at the nominal bit rate (8 times the nominal octet rate) with a duty cycle of 32 % to 68 %, or to be a higher-frequency clock with some cycles omitted and with a duty cycle closer to 50 %. This permits, for example, simple clocking in a DCE that decodes 4 bits from each received 5 bauds; the DCE could have a clock 10 times the nominal octet rate, with a duty cycle of between 40 % and 60 %, and would omit two cycles every octet.

This specification also permits the DCE to omit cycles of RxC during recognition of long end-delimiter sequences of PhPDUs, so that the delimiter can be reported in real time using 8 or fewer cycles of RxC (see 8.3.6).

RxC shall support the DCE to DTE message-reporting service.

8.2.6 Activité de Réception (RxA)

Le signal d'Activité de Réception (RxA) doit supporter les services de notification de défaut, d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message, depuis le DCE vers le DTE. Le DCE doit être la source de ce signal. L'état initial (alimenté) et inactif (pas de service actif depuis le DCE vers le DTE) de ce signal doit être bas.

8.2.7 Donnée Réception et Mise en Trame (RDF)

Le signal de Donnée Réception et Mise en Trame (RDF) doit supporter les services de notification de défaut et de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE. Une donnée binaire est transmise depuis le DCE vers le DTE pendant certaines phases de ce dernier service, et pendant ces phases, un 0 binaire est représenté par un niveau bas sur RDF et un 1 binaire est représenté par un niveau haut sur RDF, chacun pris au front descendant de RxC.

Le DCE doit être la source de ce signal. L'état initial (alimenté) et inactif (pas de service actif depuis le DCE vers le DTE) de ce signal doit être haut.

Lorsqu'il est référencé RxC au niveau de l'interface DTE – DCE, ce signal doit avoir un temps d'établissement minimal égal à la plus petite des deux valeurs, 100 ns ou 0,025 P ; son temps de maintien doit être supérieur ou égal à zéro.

8.3 Codage des services sous forme de signaux

Les services de 8.1 doivent être mis en œuvre par les séquences et les combinaisons des signaux de 8.2 qui suivent.

NOTE Des machines séquentielles typiques d'émission et de réception sont représentées à la figure 3. La figure 3 est incluse dans la présente partie de la CEI 61158 à des fins explicatives et n'implique pas une implémentation spécifique.

8.2.6 Receive Activity (RxA)

The Receive Activity (RxA) signal shall support the DCE to DTE fault notification, media-activity indication, and message-reporting services. The DCE shall source this signal. The initial (power-on) and idle (no DCE to DTE service active) state of this signal shall be low.

8.2.7 Receive Data and Framing (RDF)

The Receive Data and Framing (RDF) signal shall support the DCE to DTE fault notification and message-reporting services. Binary data is transmitted from DCE to DTE during some phases of the latter service, and during these phases a binary 0 is represented by a low level on RDF and a binary 1 by a high level on RDF, both sampled at the falling edge of RxC.

The DCE shall source this signal. The initial (power-on) and idle (no DCE to DTE service active) state of this signal shall be high.

When referenced to RxC at the DTE – DCE interface, this signal shall have a minimum setup time of the smaller of either 100 ns or $0,025 P$; the hold time shall be zero or greater.

8.3 Encoding of services in signals

The services of 8.1 shall be implemented by the following sequences and combinations of the signals of 8.2.

NOTE Typical transmit and receive sequencing machines are shown in figure 3. Figure 3 is included in this part of IEC 61158 for explanatory purposes and does not imply a specific implementation.

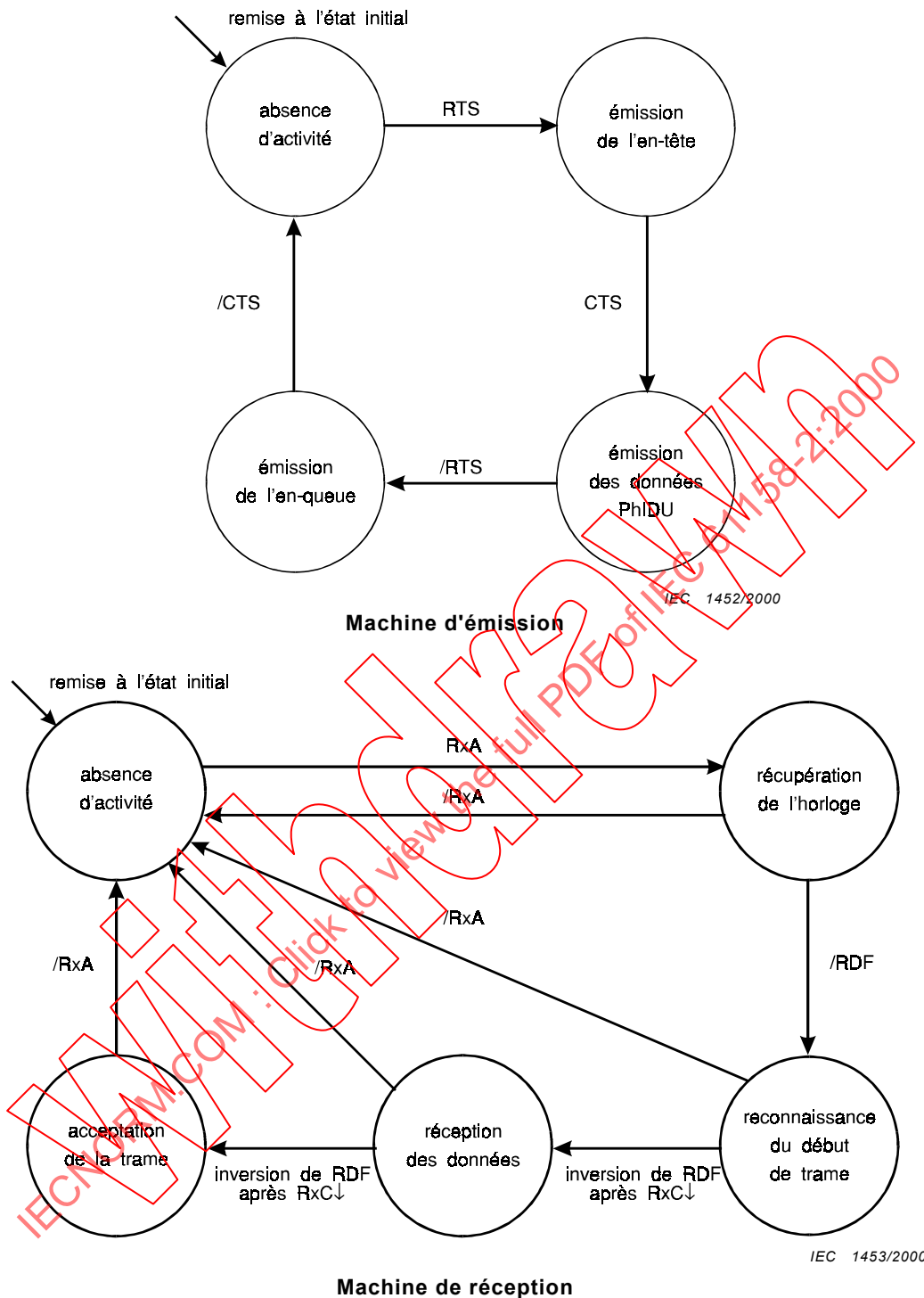


Figure 3 – Machines séquentielles DTE/DCE

8.3.1 Service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE

Ce service et les services de configuration et de transmission de message depuis le DTE vers le DCE doivent s'exclure mutuellement; au plus l'un d'entre eux peut être actif à un instant donné quelconque. Ce service peut avoir la priorité à n'importe quel moment par rapport aux services de configuration et de transmission de message depuis le DTE vers le DCE.

Ce service doit être codé sous forme d'un niveau bas simultané à la fois sur RTS et TxD. Une fois établi par le DTE, ce niveau bas simultané doit être maintenu pendant au moins la durée de transmission nominale de deux PhSDUs (octets).

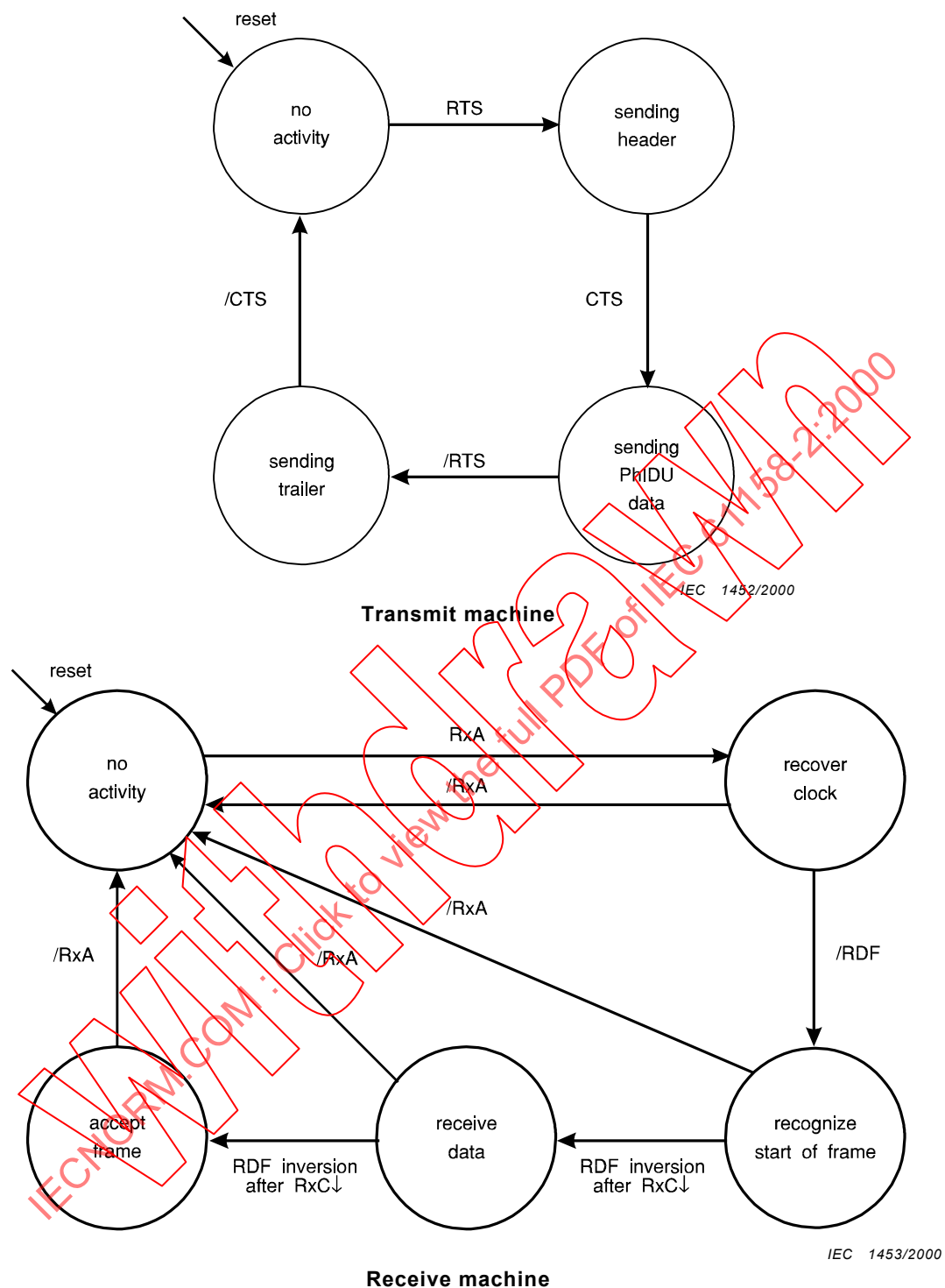


Figure 3 – DTE/DCE sequencing machines

8.3.1 DTE to DCE reset service

This service shall be mutually exclusive with the DTE to DCE configuration and message-transmission services; at most one of them may be active at any given time. This service may pre-empt the DTE to DCE configuration and message-transmission services at any time.

This service shall be encoded as a simultaneous low level on both RTS and TxD. When asserted by the DTE, this simultaneous low level shall be held for at least the nominal transmission period of two PhSDUs (octets).

NOTE 1 Il s'agit d'un service asynchrone, qui n'est pas référencé à TxC.

NOTE 2 Lorsqu'un DTE est lui-même en cours de remise à l'état initial, par exemple pendant la mise sous tension, il est souhaitable qu'il tente la remise à l'état initial du DCE même lorsque le propre V_{DD} du DTE est en dessous des marges opérationnelles.

NOTE 3 Cette remise à l'état initial est sous le contrôle du DTE. Cela n'exclut pas l'existence d'une broche de remise à l'état initial séparée sur le DCE.

Si le DTE change en même temps à la fois RTS et TxD pendant la mise en oeuvre des services de configuration ou de transmission de message depuis le DTE vers le DCE, le DTE doit faire en sorte qu'un intervalle au moins égal au temps d'établissement minimal spécifié existe entre le fait de porter l'un des signaux au niveau haut, et celui de porter postérieurement l'autre signal au niveau bas, de manière à éliminer les risques logiques potentiels dans l'implémentation dans le DCE du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE.

8.3.2 Service de configuration depuis le DTE vers le DCE

Ce service et les services de remise à l'initial et de transmission de message depuis le DTE vers le DCE s'excluent mutuellement; au plus l'un d'entre eux peut être actif à un instant donné quelconque. Ce service peut déclencher le compte rendu de l'état interne du DCE par le service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE. Le service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE peut avoir priorité sur ce service à n'importe quel moment.

Ce service doit être mis en oeuvre en trois phases; chacune des deux dernières phases doit suivre immédiatement l'achèvement de la précédente.

NOTE 1 Ces phases peuvent être mises en oeuvre comme une variante mineure des trois phases spécifiées pour le service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE. En conséquence, le service de configuration depuis le DTE vers le DCE ajoute très peu de complications au DTE et au DCE.

- 1) Le DTE doit affirmer (niveau haut) RTS après le front descendant, et avant le front montant, de TxC. Le DCE doit répondre en se préparant à recevoir des données de configuration.
- 2) Lorsqu'il est prêt à recevoir des données de configuration depuis le DTE, le DCE doit porter au niveau haut CTS avant le front descendant de TxC. Le DTE doit répondre en codant le premier bit des données de configuration (haut = 1, bas = 0) sur TxD avant le front descendant du TxC suivant, et doit continuer ce processus sans interruption jusqu'à ce que 2 à 200 bits de données (voir 8.4) aient été ainsi codés. Le DTE doit alors affirmer (niveau haut) TxD et nier (niveau bas) RTS avant le front descendant du TxC suivant.

NOTE 2 Il est souhaitable que le DTE garantisse au moins un intervalle de temps égal au temps d'établissement entre le moment où TxD est élevé et celui où RTS est abaissé, cela pour éviter les risques logiques potentiels dans l'implémentation dans le DCE du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE.

- 3) Le DCE doit achever toutes les reconfigurations nécessaires avant de nier (niveau bas) CTS, ceci devant s'effectuer entre deux fronts descendants consécutifs de TxC.

Aussi bien les messages de configuration normalisés que les messages de configuration extensibles sont définis en 8.4. Les messages normalisés couvrent les domaines d'application de cette interface qui sont prévus pour être les plus sensibles du point de vue du coût. Les messages extensibles permettent si nécessaire des formes différentes de configuration du DCE, et peuvent servir à déclencher le compte rendu de l'état interne du DCE par le service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE (il s'agit d'une option du DCE décrite ci-après en 8.4).

8.3.3 Service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE

Ce service et les services de remise à l'état initial et de configuration depuis le DTE vers le DCE s'excluent mutuellement; au plus l'un d'entre eux peut être actif à un instant donné quelconque. Le service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE peut avoir priorité sur ce service à n'importe quel moment.

NOTE 1 This is an asynchronous service, and is not referenced to TxC.

NOTE 2 When a DTE is itself being reset, possibly during power-up, it should attempt to reset the DCE even when the DTE's own V_{DD} is below normal operational limits.

NOTE 3 This reset is under the control of the DTE. It does not preclude the existence of a separate reset pin on the DCE.

If the DTE concurrently changes both RTS and TxD during the implementation of either the DTE to DCE configuration or message-transmission services, then the DTE shall ensure that an interval of at least the minimum required setup time exists between changing the one signal to a high level, and subsequently changing the other signal to a low level, to eliminate potential logic hazards in the DCE's implementation of the DTE to DCE reset service.

8.3.2 DTE to DCE configuration service

This service is mutually exclusive with the DTE to DCE reset and message-transmission services; at most one of them may be active at any given time. This service may initiate the DCE to DTE message-reporting service to report DCE-internal status. The DTE to DCE reset service may pre-empt this service at any time.

This service shall be implemented in three phases; each of the latter two phases shall follow immediately upon completion of the prior phase.

NOTE 1 These phases can be implemented as a minor variation on the three phases specified for the DTE to DCE message-transmission service. As a result, the DTE to DCE configuration service induces very little added complexity on the DTE and DCE.

- 1) The DTE shall assert (raise) RTS after the falling edge, and before the rising edge, of TxC. The DCE shall respond by anticipating configuration data.
- 2) When it is ready for configuration data from the DTE, the DCE shall raise CTS before the falling edge of TxC. The DTE shall respond by encoding the first bit of configuration data (high=1, low=0) on TxD before the falling edge of the next TxC, and shall continue this process without interruption until between 2 and 200 bits of data (see 8.4) have been so encoded. The DTE shall then assert (raise) TxD and negate (lower) RTS before the falling edge of the next TxC.

NOTE 2 The DTE should ensure that TxD is raised at least one setup time before RTS is lowered, to avoid potential logic hazards in the DCE implementation of the DTE to DCE reset service.

- 3) The DCE shall conclude any necessary reconfiguration before negating (lowering) CTS, which shall occur between two consecutive falling edges of TxC.

Both standardized and extendible configuration messages are defined in 8.4. Standardized messages cover the ranges of application of this interface which are anticipated to be most cost sensitive. Extendible messages permit differing forms of DCE configuration where required, and can serve to initiate the DCE to DTE message-reporting service to report DCE-internal status (a DCE option further described in 8.4).

8.3.3 DTE to DCE message-transmission service

This service is mutually exclusive with the DTE to DCE reset and configuration services; at most one of them may be active at any given time. The DTE to DCE reset service may pre-empt this service at any time.

Ce service doit être mis en oeuvre en trois phases; chacune des deux dernières phases doit suivre immédiatement l'achèvement de la précédente.

- 1) Le DTE doit affirmer (niveau haut) RTS après le front montant, et avant le front descendant, de TxC. Le DCE doit répondre en générant et en émettant la séquence de longueur appropriée de PhPDUs de préambule et de délimiteur initial.
- 2) Quand il est prêt à accepter des données transparentes depuis le DTE, le DCE doit porter au niveau haut CTS avant le front descendant de TxC. Le DTE doit répondre en codant le premier bit de donnée transparente (haut = 1, bas = 0) sur TxD avant le front descendant suivant de TxC, et doit continuer ce processus sans interruption jusqu'à ce que 3 à 300 octets entiers de données aient été codés. Le DTE doit alors affirmer (niveau haut) TxD et nier (niveau bas) RTS avant le front descendant suivant de TxC.

NOTE Le DTE doit garantir au moins un intervalle de temps égal au temps d'établissement entre le moment où TxD est porté au niveau haut et celui où RTS est porté au niveau bas, cela pour éviter les risques logiques potentiels dans l'implémentation dans le DCE du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE.

- 3) Le DCE doit achever l'émission de la totalité des données transparentes codées reçues du DTE, puis doit générer et émettre la séquence de longueur appropriée de PhPDUs de délimiteur final puis doit arrêter l'émission. Le DCE doit alors attendre un temps égal à l'intervalle après émission minimal configuré (voir tableau 1) avant de nier (niveau bas) CTS, ce qui doit se produire après un front descendant, et avant le front descendant suivant de TxC.

8.3.4 Service de notification de défaut depuis le DCE vers le DTE

Ce service et les services d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE doivent s'exclure mutuellement; au plus l'un d'entre eux peut être actif à un instant donné quelconque. Ce service peut avoir la priorité à n'importe quel moment par rapport aux services d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE.

Ce service doit être codé sous forme d'un niveau bas simultané à la fois sur RxA et sur RDF. Une fois établi par le DCE, ce niveau bas simultané doit être maintenu jusqu'à l'activation soit du service de remise à l'état initial soit du service de configuration depuis le DTE vers le DCE.

NOTE Il s'agit d'un service asynchrone, qui n'est pas référencé à RxC.

Le DCE peut simultanément modifier à la fois RxA et RDF pendant l'achèvement simultané des services d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE. Le DTE a la responsabilité d'éviter tous risques logiques induits par ce changement simultané.

8.3.5 Service d'indication d'une activité des supports depuis le DCE vers le DTE

Ce service et le service de notification de défaut depuis le DCE vers le DTE s'excluent mutuellement; au plus l'un d'entre eux peut être actif à un instant donné quelconque. Le service de notification de défaut depuis le DCE vers le DTE peut avoir priorité sur ce service à n'importe quel moment.

Ce service doit être codé sous forme d'un niveau haut sur RxA. Une fois établi par le DCE, ce niveau haut autorise que la reconnaissance d'une transition haut-bas sur RDF déclenche le service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE. Toute transition haut-bas suivante sur RxA provoque la fin du service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE.

NOTE Le service d'indication d'une activité des supports depuis le DCE vers le DTE est un service asynchrone, qui n'est pas référencé à RxC.

This service shall be implemented in three phases; each of the latter two phases shall follow immediately upon completion of the prior phase.

- 1) The DTE shall assert (raise) RTS after the rising edge, and before the falling edge, of TxC. The DCE shall respond by generating and transmitting the appropriate-length sequence of preamble and start delimiter PhPDUs.
- 2) When it is ready for transparent data from the DTE, the DCE shall raise CTS before the falling edge of TxC. The DTE shall respond by encoding the first bit of transparent data (high=1, low=0) on TxD before the next falling edge of TxC, and shall continue this process without interruption until between 3 and 300 integral octets of data have been so encoded. The DTE shall then assert (raise) TxD and negate (lower) RTS before the next falling edge of TxC.

NOTE The DTE shall ensure that TxD is raised at least one setup time before RTS is lowered, to avoid potential logic hazards in the DCE implementation of the DTE to DCE reset service.

- 3) The DCE shall conclude transmission of all of the encoded transparent data received from the DTE, shall then generate and transmit the appropriate-length sequence of end delimiter PhPDUs, and shall then cease transmission. The DCE shall then wait an amount of time equal to the configured minimum post-transmission gap (see table 1) before negating (lowering) CTS, which shall occur after a falling edge, and before the next falling edge, of TxC.

8.3.4 DCE to DTE fault notification service

This service shall be mutually exclusive with the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services; at most one of them may be active at any given time. This service may pre-empt the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services at any time.

This service shall be encoded as a simultaneous low level on both RxA and RDF. Once asserted by the DCE, this simultaneous low level shall be held until activation of either the DTE to DCE reset or configuration services.

NOTE This is an asynchronous service, and is not referenced to RxC.

The DCE may concurrently change both RxA and RDF during the concurrent termination of the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services. The DTE is responsible for avoiding any logic hazards induced by this concurrent change.

8.3.5 DCE to DTE media-activity indication service

This service is mutually exclusive with the DCE to DTE fault notification service; at most one of them may be active at any given time. The DCE to DTE fault notification service may pre-empt this service at any time.

This service shall be encoded as a high level on RxA. Once asserted by the DCE, this high level enables recognition of a high-to-low transition on RDF to initiate the DCE to DTE message-reporting service. Any subsequent high-to-low transition on RxA terminates that DCE to DTE message-reporting service.

NOTE The DCE to DTE media-activity indication service is an asynchronous service, and is not referenced to RxC.

8.3.6 Service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE

Ce service et le service de notification de défaut depuis le DCE vers le DTE s'excluent mutuellement; au plus, l'un d'entre eux peut être actif à un instant donné quelconque. Ce service peut seulement se produire lorsque le service d'indication d'une activité des supports depuis le DCE vers le DTE est actif. Le service de notification de défaut depuis le DCE vers le DTE peut avoir priorité sur ce service à n'importe quel moment.

8.3.6.1 Réception sans erreur

Ce service doit être mis en oeuvre en quatre phases quand il rend compte d'un message bien formé, chacune desquelles phases doit suivre immédiatement l'achèvement de la phase précédente.

La description suivante s'applique aux DCEs qui ont des séquences de délimiteurs finals de huit PhPDUs ou moins, et qui n'exigent pas un délai de décodage supplémentaire pour un code FEC (correcteur d'erreurs). Les DCEs qui ne remplissent pas ces conditions peuvent introduire un délai supplémentaire dans leur processus de décodage et de compte rendu, de façon à remplir ces conditions vis-à-vis des signaux sur RxC et RDF.

- 1) Après détection d'un signal reçu, poursuite de ce signal, et récupération de l'horloge à partir de ce signal dont la fréquence d'octets nominale est la même que celle de TxC, le DCE doit déclencher le service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE en délivrant cette horloge récupérée sur RxC puis en niant (niveau bas) RDF après le front montant, et avant le front descendant suivant, de RxC.

NOTE 1 A cet instant RxA est déjà établi.

- 2) Le DCE doit continuer sa poursuite en tentant de faire coïncider le signal reçu avec les PhPDU, attendus de préambule et de délimiteur initial.

Si le DCE supporte N canaux de supports redondants, il peut alors rendre compte sur RDF de l'identité du canal dont les signaux sont en cours de réception en codant le numéro de ce canal, de 0 à $N-1$, sous forme d'un nombre binaire qui est envoyé le bit le plus significatif en premier, pendant la réception des trois derniers de ces PhPDUs de délimiteur initial. Les bits dont il est rendu compte sur RDF doivent être présentés en série après des fronts montants successifs de RxC, chacun avant le front descendant immédiatement consécutif de RxC.

Lorsqu'il détecte une correspondance exacte entre le signal reçu et le délimiteur initial attendu, le DCE doit inverser RDF après le front descendant, et avant le front montant suivant, de RxC.

NOTE 2 S'il était rendu compte de l'identité du canal en cours de réception sur RDF, cette inversion se produira alors pendant la phase basse de RxC qui suit immédiatement la phase haute (de RxC) durant laquelle il était rendu compte du dernier bit (d'ordre faible) du numéro de canal.

- 3) Le DCE doit continuer la réception en tentant de faire coïncider le signal reçu avec les PhPDUs de données potentielles et du délimiteur final attendu.

Le DCE doit rendre compte sur RDF de chaque bit de donnée décodé à partir du signal reçu. Les bits dont il est rendu compte sur RDF doivent être présentés en série après des fronts montants successifs de RxC, chacun avant le front descendant immédiatement consécutif de RxC. En l'absence d'erreurs, il doit être rendu compte de ces bits dans le même ordre et avec les mêmes valeurs tels qu'émis par l'entité de PhL de même niveau.

NOTE 3 Cela est une garantie de transparence.

Un délimiteur final peut être composé à la fois de PhPDUs dont les unes correspondent à des données et les autres pas. Le DCE peut rendre compte de la même façon sur RDF de chaque bit de donnée décodé à partir d'un délimiteur final, et aussi rendre compte sur RDF d'un nombre approprié de valeurs de données pour les PhPDUs ne correspondant pas à des données décodées à partir d'un délimiteur final, sauf que

8.3.6 DCE to DTE message-reporting service

This service is mutually exclusive with the DCE to DTE fault notification service; at most one of them may be active at any given time. This service can only occur while the DCE to DTE media-activity indication service is active. The DCE to DTE fault notification service may preempt this service at any time.

8.3.6.1 Non-erroneous reception

This service shall be implemented in four phases when reporting a well-formed message, each of which shall follow immediately upon completion of the prior phase.

The following description applies to DCEs which have end delimiter sequences of eight PhPDUs or less, and which do not require any extra decoding delay for an FEC (forward error correcting) code. DCEs which do not meet these conditions may introduce extra delay into their decoding and reporting processes so that, with respect to signalling on RxC and RDF, they do meet these conditions.

- 1) After detecting received signalling, training on that signalling, and recovering a data clock from that signalling whose nominal octet frequency is the same as TxC, the DCE shall initiate the DCE to DTE message-reporting service by sourcing that recovered clock on RxC and then negating (lowering) RDF after the rising edge, and before the next falling edge, of RxC.

NOTE 1 RxA is already asserted at this time.

- 2) The DCE shall continue training and attempting to match the received signalling against its expected preamble and start delimiter PhPDUs.

If the DCE supports N channels of redundant media, then it may report on RDF the identity of the channel from which the signalling is being received by encoding that channel number, in the range 0 to $N-1$, as a binary number which is reported most significant bit first during reception of the last three of those start delimiter PhPDUs. The bits reported on RDF shall be presented in series after successive rising edges of RxC, each before the immediately subsequent falling edge of RxC.

Upon detecting an exact match between the received signalling and the expected start delimiter, the DCE shall invert RDF after the falling edge, and before the next rising edge, of RxC.

NOTE 2 If the identity of the receiving channel was being reported on RDF, then this inversion will occur during the low phase of RxC which immediately follows the high phase (of RxC) during which the last (low-order) bit of the channel number was reported.

- 3) The DCE shall continue reception and attempting to match the received signalling against potential data and expected end delimiter PhPDUs.

The DCE shall report each data bit decoded from the received signalling on RDF. The bits reported on RDF shall be presented in series after successive rising edges of RxC, each before the immediately subsequent falling edge of RxC. In the absence of errors these bits shall be reported in the same order and with the same values as they were transmitted by a peer PhL entity.

NOTE 3 This is a guarantee of transparency.

An end delimiter may be composed of both data and non-data PhPDUs. The DCE may report similarly on RDF each data bit decoded from an end delimiter, and may report also on RDF an appropriate number of data values for the non-data PhPDUs decoded from an end delimiter, except that

- a) le nombre total de «bits» dont il est ainsi rendu compte doit être inférieur ou égal à sept, et
- b) lorsqu'une correspondance exacte entre le signal reçu et le délimiteur final attendu est détectée, le DCE ne doit pas rendre compte sur RDF d'un autre bit correspondant au dernier «bit» du délimiteur final, mais doit plutôt d'abord affirmer (niveau haut) RDF après le front montant, et avant le front descendant suivant, de RxC, puis doit nier (niveau bas) RDF après le front descendant, et avant le front montant suivant, de RxC.

NOTE 4 La plupart des implémentations décoderont et rendront compte sur RDF en tant que donnée, de n'importe quelles PhPDUs de données initiales dans une séquence de délimiteurs finals reçus. Il n'est pas nécessaire de rendre compte du premier PhPDU ne correspondant pas à une donnée, et des PhPDUs suivantes. Toutefois, un compte rendu final indiquant la reconnaissance correcte du délimiteur final, doit être fait sur RDF.

NOTE 5 Chaque bit dont il est rendu compte, sauf le dernier, est maintenu sur RDF pendant un cycle complet de RxC. Le dernier bit est remplacé par une séquence haut-bas, chacun de ces deux états étant maintenu pendant une seule phase de RxC.

NOTE 6 Cette séquence haut-bas finale se produira pendant qu'il est rendu compte des premiers huit «bits» qui suivent le compte rendu du dernier bit de données (avant délimiteur). Ce dernier bit de données (avant délimiteur) aura été le 8 x Mième huit bits de données dont il a été ainsi rendu compte dans cette phase, M étant supérieur ou égal à trois et inférieur ou égal à 300.

- 4) Le DCE doit affirmer (niveau haut) RDF avant le front descendant suivant de RxC et ne doit pas déclencher à nouveau le service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE tant que le service d'indication d'une activité des supports depuis le DCE vers le DTE en cours, n'est pas terminé.

8.3.6.2 Réception erronée

Une erreur peut être détectée au cours de n'importe quelle phase du processus de réception décrit en 8.3.6.1. Quand cela se produit, le DCE doit modifier comme suit le séquençement de ces phases.

Si le DCE détectait des PhPDUs invalides, ou une séquence invalide de PhPDUs, ou une séquence de PhPDUs de délimiteur final valide qui n'est pas séparée des PhPDUs de délimiteur initial par un nombre entier d'octets de données de PhPDUs; et si le DCE peut établir un signal valide sur RxC (par exemple, en substituant si nécessaire TxC ou un autre signal local à l'horloge récupérée); alors

- a) si la phase 2 n'a pas déjà été déclenchée, le DCE doit immédiatement déclencher la phase 2;
- b) si la phase 2 n'est pas déjà terminée, le DCE doit immédiatement terminer aussi rapidement que possible la phase 2, en négligeant la prescription de coïncidence de la séquence de PhPDUs de délimiteur initial;
- c) sinon, le DCE doit nier (niveau bas) immédiatement RDF après le front montant, et avant le front descendant suivant, de RxC, puis doit affirmer (niveau haut) RDF après le front descendant, et avant le front montant suivant, de RxC.

NOTE Cette séquence permet au DCE

- d'autoriser l'utilisation par le DTE de RxC;
- d'indiquer le canal transmettant un signal erroné; et
- de signaler une erreur de réception.

Lorsque le DCE a terminé autant des étapes a), b) et c) qu'il est approprié et possible, le DCE doit déclencher immédiatement la phase 4.

8.4 Messages de configuration du DCE

Ce paragraphe définit à la fois les messages de configuration normalisés, et la partie normalisée des messages de configuration extensibles. Les messages normalisés couvrent ceux des domaines d'application de cette interface qu'il est prévu d'utiliser le plus fréquemment. Les messages extensibles permettent en cas de nécessité des formes différentes de configuration du DCE, et peuvent servir à provoquer le compte rendu de l'état interne du DCE par le service de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE (option du DCE).

- a) the total number of "bits" so reported shall be seven or less, and
- b) upon detecting an exact match between the received signalling and the expected end delimiter, the DCE shall not report on RDF another bit corresponding to the end delimiter's last "bit", but rather shall first assert (raise) RDF after the rising edge, and before the next falling edge, of RxC, and then shall negate (lower) RDF after the falling edge, and before the next rising edge, of RxC.

NOTE 4 Most implementations will decode, and report on RDF as data, any initial data PhPDUs in a received end-delimiter sequence. The first non-data PhPDU, and subsequent PhPDUs, need not be reported. However, a final report will be made on RDF, indicating correct end-delimiter recognition.

NOTE 5 Each reported bit, except the last, is maintained on RDF for a full cycle of RxC. The last bit is replaced by a high-low sequence, each of which is maintained for just one phase of RxC.

NOTE 6 This terminating high-low sequence will occur during the first eight "bit" reports which occur after the last (pre-delimiter) data bit was reported. That last (pre-delimiter) data bit will have been the $8N$ th data bit so reported in this phase, where N should be at least three and no greater than 300.

- 4) The DCE shall assert (raise) RDF before the next falling edge of RxC and shall not initiate another instance of the DCE to DTE message-reporting service until after the conclusion of the current DCE to DTE media-activity indication service.

8.3.6.2 Erroneous reception

An error may be detected during any phase of the reception process described in 8.3.6.1. When that occurs, the DCE shall modify its sequencing of those phases as follows.

If the DCE should detect invalid PhPDUs, or an invalid sequence of PhPDUs, or a valid end delimiter sequence of PhPDUs which is not separated from the start delimiter PhPDUs by an integral number of data-octets of PhPDUs; and if the DCE can establish a valid signal on RxC (for example, by substituting TxC or some other local signal for the recovered clock source, if necessary); then

- a) if phase 2 has not already been initiated, the DCE shall immediately initiate phase 2;
- b) if phase 2 has not already been concluded, the DCE shall immediately conclude phase 2 as rapidly as possible, ignoring the requirement for matching of the start delimiter PhPDU sequence;
- c) otherwise, the DCE shall immediately negate (lower) RDF after the rising edge, and before the next falling edge, of RxC, and then shall assert (raise) RDF after the falling edge, and before the next rising edge, of RxC.

NOTE This sequence permits the DCE to

- enable DTE use of RxC;
- identify the channel with the erroneous signalling; and
- indicate a reception error.

When the DCE has completed as many of the above steps a), b) and c) as appropriate and possible, the DCE shall immediately initiate phase 4.

8.4 DCE configuration messages

This subclause defines both standardized configuration messages, and the standardized portion of extendible configuration messages. Standardized messages cover the ranges of application of this interface which are anticipated to be most commonly used. Extendible messages permit differing forms of DCE configuration where required, and can serve to initiate the DCE to DTE message-reporting service to report DCE-internal status (a DCE option).

Deux messages normalisés, et deux classes de messages extensibles, sont définis. Tous les messages sont transmis à travers l'interface dans l'ordre dans lequel les bits sont définis. Les entiers relatifs sont transmis avec le bit le plus significatif (MSB) en premier.

Les deux messages normalisés et les deux classes de messages extensibles se distinguent par les deux premiers bits de données du message de configuration, et cela comme suit:

- 00 – message de configuration de base;
- 01 – message de commande de diversité de trajet;
- 10 – message de configuration extensible;
- 11 – message de demande de compte rendu d'état extensible.

8.4.1 Message de configuration de base

Après ses deux bits initiaux (00), le message de configuration de base spécifie les aspects opérationnels communs à la plupart des DCEs. Les composantes définies de ce message sont, dans l'ordre de transmission:

- a) le mode opérationnel du DCE, codé comme suit sous forme d'un bit de donnée. La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 0;

- 0 Transmission simultanée dans les deux sens (duplex), lorsque chaque appel du service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE active automatiquement les services d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE;

NOTE 1 Ce mode est souhaitable pour les supports à deux canaux tel qu'une paire de fibres optiques. Certains DTE peuvent n'être capables de fonctionner que selon ce mode.

- 1 Transmission alternée dans les deux sens (semi-duplex), lorsque un appel du service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE n'active pas automatiquement les services d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE;

NOTE 2 Ce mode réduit la consommation d'énergie du DCE et de l'interface DTE – DCE. Certains DTE peuvent n'être capables de fonctionner que selon ce mode.

- b) la sélection de la source de données interne du DCE pour le service de compte rendu de message, codée sous forme de deux bits de données comme indiqué (voir tableau 1). La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 00. Quand cette sélection n'est pas zéro, la transmission sur tous les supports correspondants doit être interdite et l'interface DTE – DCE doit fonctionner en mode de transmission simultanée dans les deux sens (duplex).

- 00 Signal décodé, reçu de l'un des supports correspondants comme spécifié en 8.4.2 b) et en 8.4.2 c). Le mode d'interface est tel que spécifié en 8.4.1 a);

- 01 compte rendu de l'état interne, voir 8.4.4 et 8.5;

- 10 rebouclage aussi proche que possible de l'interface DTE – DCE, sans émission sur les supports raccordés, lorsque chaque appel du service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE active automatiquement les services d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE;

NOTE 3 Ce mode est souhaitable pour la localisation de défaut entre le DTE, le DCE, ou leur interconnexion.

- 11 rebouclage aussi proche que possible de la ou des interfaces avec les supports, sans émission sur les supports raccordés, lorsque chaque appel du service de transmission de message depuis le DTE vers le DCE active automatiquement les services d'indication d'une activité des supports et le de compte rendu de message depuis le DCE vers le DTE;

NOTE 4 Ce mode est souhaitable pour l'autocontrôle avant entrée dans un réseau en fonctionnement.

Two standardized messages, and two classes of extendible messages, are defined. All messages are transmitted across the interface in the order in which the bits are defined. Integers are transmitted most-significant-bit (MSB) first.

The two standardized messages and two classes of extendible messages are distinguished by the first two data bits of the configuration message, as follows:

- 00 – basic configuration message;
- 01 – path-diversity control message;
- 10 – extendible configuration message;
- 11 – extendible status-report invocation message.

8.4.1 Basic configuration message

Following its initial two bits of (00), the basic configuration message specifies operational aspects common to most DCEs. The defined components of this message are, in order of transmission:

- a) the operational mode of the DCE, encoded in one data bit as shown. The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 0;
 - 0 Two-way simultaneous (full-duplex), where each invocation of the DTE to DCE message-transmission service automatically activates the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services;

NOTE 1 This mode is desirable for dual-channel media such as fibre-optic-pair cabling. Some DTEs may only be able to operate in this mode.

- 1 Two-way alternate (half-duplex), where an invocation of the DTE to DCE message-transmission service does not automatically activate the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services;

NOTE 2 This mode minimizes DCE and DTE – DCE interface power consumption. Some DTEs may only be able to operate in this mode.

- b) the selection of the DCE-internal data source for the message-reporting service, encoded in two data bits as shown (see table 1). The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 00. When this selection is non-zero, transmission on all attached media shall be disabled and the DTE – DCE interface shall operate in two-way simultaneous (full-duplex) mode;

- 00 decoded signalling, received from one of the attached media as specified in 8.4.2 b) and 8.4.2 c). The interface mode is as specified in 8.4.1 a);

- 01 internal-status reporting, see 8.4.4 and 8.5;

- 10 loopback as close as possible to the DTE – DCE interface, with no transmission to connected media, where each invocation of the DTE to DCE message-transmission service automatically activates the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services;

NOTE 3 This mode is desirable for DCE vs. DTE vs. inter-connect fault localization.

- 11 loopback as close as possible to the media interface(s), with no transmission to connected media, where each invocation of the DTE to DCE message-transmission service automatically activates the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services.

NOTE 4 This mode is desirable for self-assessment before entry to an operating network.

- c) la quantité dont il est souhaitable que le préambule, qui est la séquence initiale de PhPDU dans chaque transmission, soit augmentée. Sa plage s'étend de zéro à sept unités d'extension, codée sous forme de trois bits de donnée de 0 (000) à 7 (111). La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 0 (000) (voir note 2 de 6.2.2);
- d) la quantité dont il est souhaitable que l'intervalle obligatoire après émission, qui est la durée de non-émission entre séquences successives de PhPDU, soit augmentée. Sa plage s'étend de zéro à sept unités d'extension, codée sous forme de trois bits de donnée de 0 (000) à 7 (111). La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 0 (000) (voir note 3 de 6.2.2).

8.4.2 Message de commande de diversité de trajet

A la suite de ses deux bits initiaux (01), le message de commande de diversité de trajet spécifie les données de configuration supplémentaires habituellement requises pour la gestion et l'affectation d'un défaut de trajets redondants: des commandes séparées d'émission et de réception pour chacun des supports redondants correspondants (canaux et trajets). Les composantes définies de ce message sont, par ordre de transmission:

- a) deux bits zéro (00), qui assurent l'alignement en quartet et en octet à l'intérieur du message des champs suivants;
- b) l'algorithme de choix entre des supports redondants en tant que source d'un signal reçu lorsque plus d'un de ces supports est autorisé à recevoir, algorithme codé sous forme de quatre bits comme indiqué. La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 0000;
 0000 – Il est souhaitable que le support choisi pour la réception soit le premier support sur lequel est détecté un signal convenable pour la synchronisation du récepteur;
 1000 à 1111 ($= 7 + N$, $1 \leq N \leq 8$) – Il est souhaitable que le support de rang N soit choisi, sauf lorsqu'un signal convenable pour sa poursuite par le récepteur a été détecté sur un autre support pendant une période de temps égale à la durée supplémentaire d'extension d'intervalle entre trame spécifiée en 8.4.1 d), auquel cas il est souhaitable de choisir cet autre support.
- c) le choix de l'autorisation (0) ou de l'inhibition (1) de réception sur chacun des huit ou moins de huit supports redondants, codé sous forme de huit bits consécutifs correspondant respectivement aux canaux 1 à 8 (voir tableau 1). La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 0000 0000;
- d) le choix de l'autorisation (0) ou de l'inhibition (1) d'émission sur chacun des huit ou moins de huit supports redondants, codé sous forme de huit bits consécutifs correspondant respectivement aux canaux 1 à 8 (voir tableau 1). La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 0000 0000;
- e) la quantité d'extension de l'intervalle après émission due au décalage potentiel de signal entre supports redondants. Sa plage s'étend de zéro à sept unités d'extension, codée sous forme de trois bits de données de 0 (000) à 7 (111). La valeur de ce paramètre après activation du service de remise à l'état initial depuis le DTE vers le DCE est 0 (000) (voir 8.4.1 d), 8.4.2 b) et note 3 de 6.2.2).

8.4.3 Messages de configuration extensibles

A la suite de ses deux bits initiaux (10), le codage des messages de configuration extensibles peut dépendre de l'implémentation. La structure et la forme des messages de configuration extensibles doivent être les mêmes que celles des messages de configuration de base spécifiés en 8.4.1.

- c) the amount by which the preamble, which is the initial sequence of PhPDUs in each transmission, should be extended. Its range is zero to seven units of extension, encoded in three data bits as 0 (000) to 7 (111). The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 0 (000) (see note 2 of 6.2.2);
- d) the amount by which the mandatory post-transmission gap, which is the period of non-transmission between successive sequences of PhPDUs, should be extended. Its range is zero to seven units of extension, encoded in three data bits as 0 (000) to 7 (111). The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 0 (000) (see note 3 of 6.2.2).

8.4.2 Path-diversity control message

Following its initial two bits of (01), the path-diversity control message specifies additional configuration data commonly required for management and fault-assessment of redundant paths: separate transmission and reception controls for each of the attached redundant media (channels and paths). The defined components of this message are, in order of transmission:

- a) two bits of zero (00), which provide quartet and octet alignment within the message for the following fields;
- b) the algorithm for choosing between redundant media as the source of received signalling when more than one of the media is enabled for reception, coded in four bits as shown. The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 0000;
 0000 – The medium selected for reception should be the first medium on which signalling which is suitable for receiver-training is detected;
 1000 to 1111 ($= 7 + N$, $1 \leq N \leq 8$) – The N th medium should be selected, except when signalling suitable for receiver-training has been detected on another medium for a period of time equal to the extra period of inter-frame-gap extension specified in 8.4.1d), in which case that other medium should be selected;
- c) the selection of whether reception is enabled (0) or inhibited (1) on each of eight or fewer redundant media, coded in eight consecutive bits for channels 1 through 8, respectively (see table 1). The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 0000 0000;
- d) the selection of whether transmission is enabled (0) or inhibited (1) on each of eight or fewer redundant media, coded in eight consecutive bits for channels 1 through 8, respectively (see table 1). The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 0000 0000;
- e) the amount of post-transmission gap extension due to potential signal skew between redundant media. Its range is zero to seven units of extension, encoded in three data bits as 0 (000) to 7 (111). The value for this parameter after activation of the DTE to DCE reset service is 0 (000) (see 8.4.1 d), 8.4.2 b), and note 3 of 6.2.2).

8.4.3 Extendible configuration messages

Following its initial two bits of (10), the coding of extendible configuration messages may be implementation dependent. The structure and form of extendible configuration messages shall be the same as the basic configuration message specified in 8.4.1.

8.4.4 Messages de demande de compte rendu d'état extensibles

A la suite de ses deux bits initiaux (11), le codage des messages de demande de compte rendu d'état extensibles peut dépendre de l'implémentation. La structure et la forme des messages de demande de compte rendu d'état extensibles doivent être les mêmes que celles des messages de configuration de base spécifiés en 8.4.1. L'information spécifiée doit choisir une source quelconque de signal reçu interne au DCE, et si le mode de source de données interne du DCE est le compte rendu d'état (voir 8.4.1 b)), alors le DCE doit générer un message de données multi-octets, complété si nécessaire de manière à former un multiple d'octet, et doit en rendre compte en utilisant les services d'indication d'une activité des supports et de compte rendu de message, depuis le DCE vers le DTE.

8.5 Comptes-rendus d'état générés par le DCE

Ces comptes-rendus sont générés sur demande à l'intérieur du DCE, et il en est rendu compte lorsque le mode de source de données interne du DCE est le compte rendu d'état interne (voir 8.4.1 b)).

9 Sous-couche Dépendante du Support (MDS): Supports filaires

NOTE La Sous-couche Dépendante du Support (MDS) fait partie de l'Équipement de Communication de Données (DCE). Elle échange des séquences de PhSDUs série à travers l'interface DTE – DCE spécifiée à l'article 8 et elle communique des bits codés à travers l'interface MDS – MAU spécifiée à l'article 10. Les fonctions de la MDS sont, le codage et le décodage logique respectivement pour l'émission et pour la réception, et l'addition ou la suppression du préambule et des délimiteurs, ainsi que des fonctions de chronologie et de synchronisation.

9.1 PhPDU

La MDS doit produire la PhPDU décrite à la figure 4 en ajoutant le préambule et les délimiteurs pour mettre en trame la séquence série de PhSDUs (bits) transférée depuis la DIS à travers l'interface DTE – DCE. La séquence d'émission doit être, de gauche à droite, telle que décrite à la figure 4, c'est-à-dire le préambule en premier, suivi par le délimiteur initial, la séquence de PhSDU et enfin le délimiteur final.

PRÉAMBULE	DÉLIMITEUR INITIAL	SÉQUENCE de PhSDUs	DÉLIMITEUR FINAL
-----------	--------------------	--------------------	------------------

IEC 1454/2000

Figure 4 – Unité de Données de Protocole (PhPDU)

Inversement, la MDS doit retirer le préambule et les délimiteurs d'une PhPDU reçue pour produire une séquence série correspondante de PhSDUs. Si une unité de donnée non binaire est détectée dans la séquence de PhSDUs reçue, la MDS doit aussitôt arrêter de transférer des PhSDU à la DIS, rendre compte d'une erreur et indiquer à la DIS la fin d'activité lorsque celle-ci cesse.

9.2 Codage et décodage

Les unités de donnée doivent être codées par la MDS pour application à la MAU, en utilisant le code décrit à la figure 5 (Manchester Biphase L). Les règles de codage sont données formellement par la figure 6 et le tableau 5.

8.4.4 Extendible status-report invocation messages

Following its initial two bits of (11), the coding of extendible status-report invocation messages may be implementation dependent. The structure and form of extendible status-report invocation messages shall be the same as the basic configuration message specified in 8.4.1. The information specified shall select some DCE-internal source of received signalling, and if the DCE-internal-data-source mode is status-reporting (see 8.4.1 b)), then the DCE shall generate a multi-data-octet message, padded as necessary to an octet multiple, and shall report it using the DCE to DTE media-activity indication and message-reporting services.

8.5 DCE-generated status reports

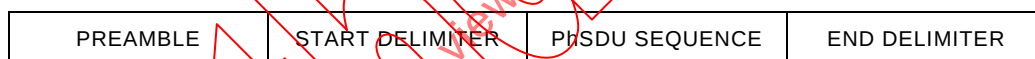
These reports are generated within the DCE upon request, and reported when the DCE-internal-data-source is internal-status report (see 8.4.1 b)).

9 Medium Dependent Sublayer (MDS): Wire media

NOTE The Medium Dependent Sublayer (MDS) is part of the Data Communication Equipment (DCE). It exchanges serial PhSDU sequences across the DTE – DCE interface specified in clause 8 and it communicates encoded bits across the MDS – MAU interface specified in clause 10. The MDS functions are logical encoding and decoding for transmission and reception respectively and the addition/removal of preamble and delimiters together with timing and synchronization functions.

9.1 PhPDU

The MDS shall produce the PhPDU shown in figure 4 by adding preamble and delimiters to frame the serial sequence of PhSDUs (bits) transferred from the DIS across the DTE – DCE interface. Transmission sequence shall be from left to right as shown in figure 4, i.e. preamble first, followed by start delimiter, PhSDU sequence and finally end delimiter.



IEC 1454/2000

Figure 4 – Protocol Data Unit (PhPDU)

Conversely, the MDS shall remove preamble and delimiters from a received PhPDU to produce a corresponding serial sequence of PhSDUs. If a non-binary data unit is detected in the received PhSDU sequence, the MDS shall immediately stop transferring PhSDUs to the DIS, the MDS shall report an error, and the MDS shall indicate the end of activity to the DIS when it happens.

9.2 Encoding and decoding

Data units shall be encoded by the MDS for application to the MAU using the code shown in figure 5 (Manchester Biphase L). The encoding rules are formally given in figure 6 and table 5.

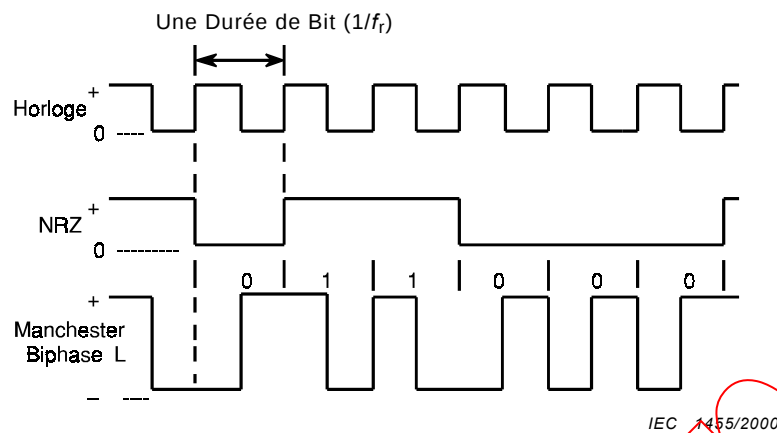


Figure 5 – Codage et décodage des PhSDUs

NOTE 1 La figure 5 est incluse dans la présente partie de la CEI 61158 à des fins explicatives et n'implique pas une implémentation spécifique.

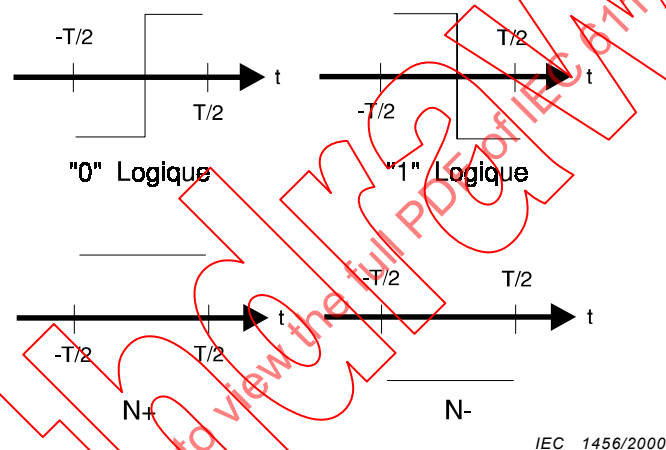


Figure 6 – Règles de codage

Tableau 5 – Règles de codage

Symboles	Codage
1 (UN)	Transition Haut-Bas (à mi-bit)
0 (ZÉRO)	Transition Bas-Haut (à mi-bit)
N+ (POSITIF NE CORRESPONDANT PAS À UNE DONNÉE)	Haut (Pas de transition)
N- (NÉGATIF NE CORRESPONDANT PAS À UNE DONNÉE)	Bas (Pas de transition)

NOTE 2 On peut voir que les symboles de donnée (1 et 0, transmis par les PhSDUs) sont codés de telle façon qu'il contiennent toujours une transition à mi-bit. Les symboles ne correspondant pas à des données (N+ et N-) sont codés de telle façon qu'ils ne comportent jamais de transition à mi-bit. Les délimiteurs de trame (voir 9.4 et 9.5) sont construits de telle façon que les symboles ne correspondant pas à des données sont transmis par paires de polarité opposée.

Le décodage doit normalement être le contraire du codage. A la réception, la MDS doit vérifier que chaque symbole est codé en accord avec la figure 6 et le tableau 5, et doit détecter les erreurs suivantes:

- a) code Manchester invalide;
- b) erreurs de glissement d'un demi-bit.

Il doit être rendu compte de chacune de ces erreurs sous forme de Ph-DATA indication (PhIDU, erreur).

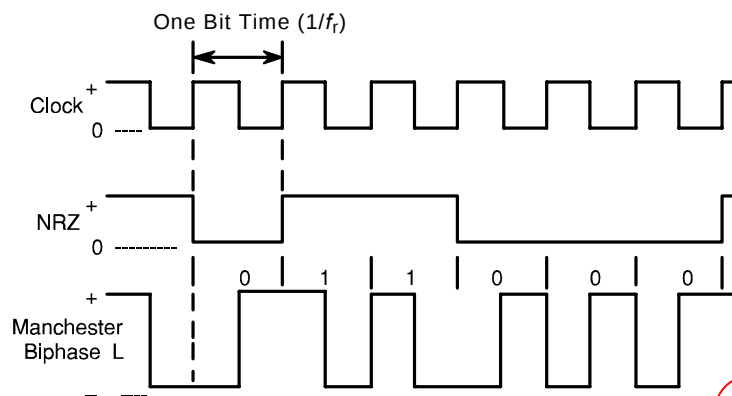


Figure 5 – PhSDU encoding and decoding

NOTE 1 Figure 5 is included in this part of IEC 61158 for explanatory purposes and does not imply a specific implementation.

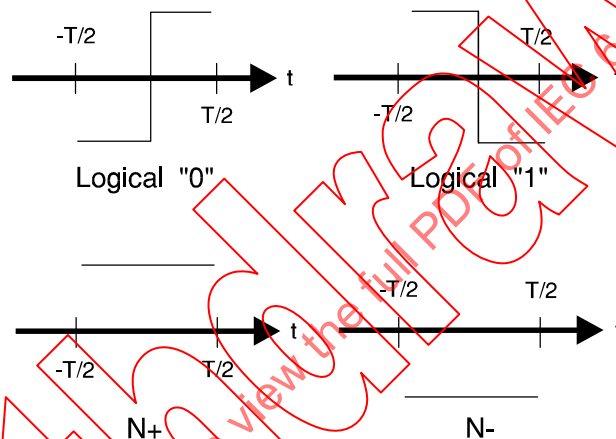


Figure 6 – Encoding rules

Table 5 – Encoding rules

Symbols	Encoding
1 (ONE)	Hi–Lo transition (mid-bit)
0 (ZERO)	Lo–Hi transition (mid-bit)
N+ (NON-DATA PLUS)	Hi (No transition)
N– (NON-DATA MINUS)	Lo (No transition)

NOTE 2 It may be seen that data symbols (1 and 0, conveyed by PhSDUs) are encoded to always contain a mid-bit transition. Non-data symbols (N+ and N–) are encoded so that they never have a mid-bit transition. Frame delimiters (see 9.4 and 9.5) are constructed so that non-data symbols are conveyed in pairs of opposite polarity.

Decoding shall normally be the opposite of encoding. At reception, the MDS shall verify that each symbol is encoded in accordance with figure 6 and table 5 and shall detect the following errors:

- invalid Manchester code;
- half-bit-slip errors.

Any of these errors shall be reported as Ph-DATA indication (PhIDU, error).

9.3 Détection de polarité

L'option de détection automatique de polarité du signal reçu en code Manchester doit être requise là où elle est spécifiée dans la MAU correspondante.

9.4 Délimiteur de début de trame

La séquence suivante de symboles, indiquée de gauche à droite dans l'ordre de transmission, doit précéder immédiatement la séquence de PhSDUs pour marquer le début d'une trame:

1, N+, N–, 1, 0, N–, N+, 0.

(montrée sous forme de créneaux à la figure 7)

La MDS ne doit accepter comme PhPDU une rafale de signaux reçus qu'après avoir vérifié cette séquence et doit supprimer cette séquence avant de transférer la séquence de PhSDUs à la DIS.

9.5 Délimiteur de fin de trame

La séquence suivante de symboles, indiquée de gauche à droite dans l'ordre de transmission, doit suivre immédiatement la séquence de PhSDUs pour marquer la fin d'une trame:

1, N+, N–, N+, N–, 1, 0, 1.

(montrée sous forme de créneaux en figure 7)

La MDS doit retirer cette séquence de la PhPDU avant de transférer la séquence de PhSDUs à la DIS. La MDS doit rendre compte à l'entité de Couche Liaison de Données correspondante de toutes les trames reçues via le support qui ne comprennent pas cette séquence dans la limite de 300 octets comptés à partir du début de la trame (depuis le début du délimiteur initial) en tant que Ph-DATA indication (PhIDU, trame_trop_longue). La MDS doit rendre compte à l'entité de Couche Liaison de Données correspondante, via la DIS correspondante, de toutes les trames reçues via le support qui ont un délimiteur final situé à un autre endroit que la frontière d'un octet en tant que Ph-DATA indication (PhIDU, erreur_de_chronologie_de_reception).

9.6 Préambule

Dans le but de synchroniser les durées de bit, un préambule doit être transmis au début de chaque PhPDU consistant en la séquence suivante de bits, indiqués de gauche à droite dans l'ordre de transmission:

1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0.

(montrée sous forme de créneaux à la figure 7)

NOTE Le préambule reçu peut contenir quatre bits seulement du fait de la perte d'un bit à travers chacun de quatre répéteurs comme spécifié dans les Règles de Configuration du Réseau relatives à la MAU).

La durée peut être augmentée, mais pas réduite, par la Gestion de Station comme indiqué dans le tableau 1. Une séquence d'extension de préambule telle que donnée dans le tableau 1 doit être définie comme la séquence suivante de bits, indiqués de gauche à droite dans l'ordre de la transmission:

1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0.

9.3 Polarity detection

The option of automatic polarity detection of the received Manchester encoded signal shall be required where it is specified in the relevant MAU.

9.4 Start of frame delimiter

The following sequence of symbols, shown from left to right in order of transmission, shall immediately precede the PhSDU sequence to delimit the start of a frame:

1, N+, N–, 1, 0, N–, N+, 0.

(shown as a waveform in figure 7)

The MDS shall only accept a received signal burst as a PhPDU after verifying this sequence and shall remove this sequence before transferring the PhSDU sequence to the DIS.

9.5 End of frame delimiter

The following sequence of symbols, shown from left to right in order of transmission, shall immediately follow the PhSDU sequence to delimit the end of a frame.

1, N+, N–, N+, N–, 1, 0, 1.

(shown as a waveform in figure 7)

The MDS shall remove this sequence from the PhPDU before transferring the PhSDU sequence to the DIS. The MDS shall report to the corresponding Data Link Layer entity any frames received via the medium which do not include this sequence within 300 octets of start of frame (from beginning of start delimiter) as Ph-DATA indication (PhIDU, frame_too_long). The MDS shall report to the corresponding Data Link Layer entity, via the corresponding DIS, any frames received via the medium which have an end delimiter which is not located at an octet boundary as Ph-DATA indication (PhIDU, received_timing_error).

9.6 Preamble

In order to synchronize bit times a preamble shall be transmitted at the beginning of each PhPDU consisting of the following sequence of bits, shown from left to right in order of transmission:

1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0.

(shown as a waveform in figure 7)

NOTE Received preamble can contain as few as four bits due to loss of one bit through each of four repeaters (as specified in the MAU Network Configuration Rules).

The period may be extended, but not reduced, by Station Management as given in table 1. A preamble extension sequence as listed in table 1 shall be defined as the following sequence of bits, shown from left to right in order of transmission:

1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0.

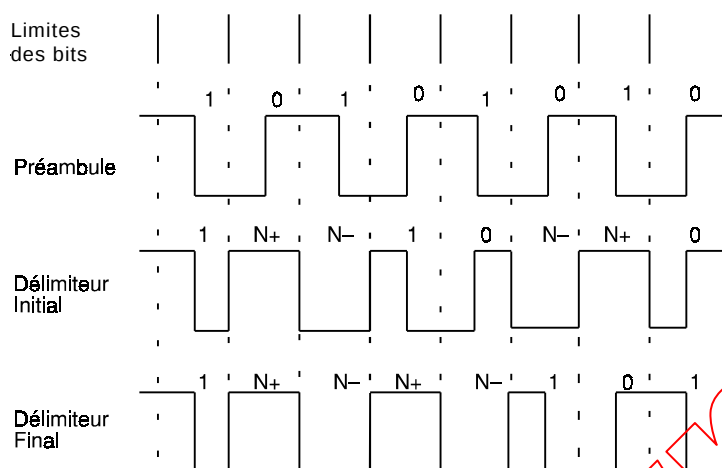


Figure 7 – Préambule et délimiteurs

NOTE Ces formes d'onde n'augmentent pas la gamme de fréquences au-delà de la bande prescrite pour la transmission des PhSDU binaires (transmettant des symboles de donnée) en accord avec la figure 6 et le tableau 5.

9.7 Synchronisation

Après réception du quatrième bit de la trame et jusqu'à la fin de la trame ou son interruption, le récepteur doit détecter et rendre compte des erreurs de glissement d'un demi-bit.

NOTE 1 Cette spécification de synchronisation admet la perte de 4 bits du préambule.

Après le préambule, il doit être rendu compte des erreurs de glissement d'un demi-bit en tant que Ph-DATA indication (PhIDU, erreur).

NOTE 2 Les erreurs de glissement d'un demi-bit peuvent être détectées comme une gigue du bit et/ou une variation excessive de la durée du bit.

9.8 Intervalle après émission

Après émission d'une PhPDU, il doit y avoir une durée minimale pendant laquelle aucune émission suivante ne doit commencer. Pour la même durée minimale après réception d'un PhPDU, l'entité de Couche Physique réceptrice doit ignorer tout signal reçu. Une entité de MDS doit fixer une durée minimale après transmission égale à quatre durées de bit nominales. Cette durée peut être augmentée, mais non réduite par la Gestion de Station comme indiqué dans le tableau 1 ou par une entité de MAU associée. Une séquence d'extension d'intervalle telle qu'indiquée dans le tableau 1 doit être définie comme étant de quatre durées de bit nominales.

NOTE Le temps d'autorisation/interdiction d'émission de la MAU peut réduire la durée du silence entre trames.

9.9 Décalage de signal entre canaux

Si le dispositif est configuré (par la Gestion de Station) pour recevoir simultanément sur plus d'un canal, alors le retard différentiel maximal accepté entre deux canaux actifs quelconques, tel que mesuré à partir de la première PhPDU d'un délimiteur initial, ne doit pas dépasser cinq durées de bit nominales. Cette période peut être augmentée, mais non réduite, par la Gestion de Station comme indiqué dans le tableau 1. Une séquence d'extension d'intervalle telle qu'indiquée dans le tableau 1 doit être définie comme étant de quatre durées de bit nominales. La valeur de l'intervalle après émission doit être supérieure à la valeur du décalage entre canaux.

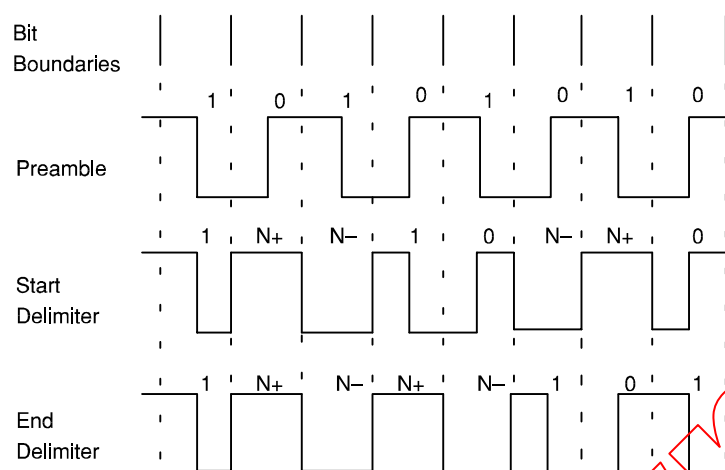


Figure 7 – Preamble and delimiters

NOTE These waveforms do not extend the frequency range outside the band required for transmission of binary PhSDUs (conveying data symbols) in accordance with figure 6 and table 5.

9.7 Synchronization

After the reception of the fourth bit of the frame and until end of frame or frame termination the receiver shall detect and report half-bit-slip errors.

NOTE 1 This synchronization specification allows the loss of 4 bits of the preamble.

After the preamble, half-bit-slip errors shall be reported as Ph-DATA indication (PhIDU, error).

NOTE 2 Half-bit-slip errors can be detected as excessive bit cell jitter and/or excessive variation in bit period.

9.8 Post-transmission gap

After transmission of a PhPDU there shall be a minimum period during which a subsequent transmission shall not commence. For the same minimum period after reception of a PhPDU the receiving Physical Layer entity shall ignore all received signalling. An MDS entity shall set a minimum post transmission period of four nominal bit times. The period may be extended, but not reduced, by Station Management as given in table 1 or by an associated MAU entity. A gap extension sequence as listed in table 1 shall be defined as four nominal bit times.

NOTE The MAU transmit enable/disable time may reduce the duration of silence between frames.

9.9 Inter-channel signal skew

If the device is configured (by Station Management) to receive concurrently on more than one channel, then the maximum accepted differential delay between any two active channels, as measured from the first PhPDU of a start delimiter, shall not exceed five nominal bit times. This period may be extended, but not reduced, by Station Management as given in table 1. A gap extension sequence as listed in table 1 shall be defined as four nominal bit times. The value of post-transmission gap shall be greater than the value of inter-channel skew.

10 Interface MDS – MAU: Supports filaires

NOTE L'Unité de Liaison au Support (MAU) est une partie d'un élément de communication, optionnellement séparée, qui se raccorde au support directement ou via des composants passifs. Pour les variantes utilisant des signaux électriques, la MAU est l'émetteur-récepteur, qui effectue la modulation de niveau et la mise en forme des signaux émis et reçus. L'interface MDS – MAU relie la MAU à la MDS. Les services sont définis comme des signaux physiques pour faciliter l'accessibilité optionnelle de cette interface. Le tableau 6 liste l'ensemble minimal de services prescrits à l'interface MDS – MAU. Voir l'article 6 pour les services de gestion.

10.1 Services

Si l'interface MDS – MAU est accessible, elle doit supporter au moins l'ensemble de services prescrits donnés dans le tableau 6 et spécifiés en 10.2.

Tableau 6 – Services minimaux à l'interface MDS – MAU

Service	Abréviation	Direction
Prescrits:		
Signal Emission	TxS	Vers la MAU
Signal Réception	RxS	Depuis la MAU
Autorisation d'Emission	TxE	Vers la MAU
Optionnel:		
Autorisation de Rebouclage	LbE	Vers la MAU

10.2 Spécifications des services

10.2.1 Signal Emission (TxS)

Le service Signal Emission (TxS) doit transférer la séquence de signaux codés de PhPDU à travers l'interface MDS – MAU vers la MAU, où la séquence doit être émise sur le support si l'Autorisation d'Emission (TxE) est à l'état logique 1 (niveau haut).

10.2.2 Signal Réception (RxS)

Le service Signal Réception (RxS) doit transférer la séquence de signaux codés de PhPDU ou le silence, à travers l'interface MAU – MDS, vers la MDS. RxS doit renvoyer en écho le signal émis via TxS, par la réception simultanée des transmissions en provenance du support.

10.2.3 Autorisation d'Emission (TxE)

Le service Autorisation d'Emission (TxE) doit fournir à la MDS la possibilité d'autoriser la MAU à émettre. TxE doit être mis à l'état logique 1 (niveau haut) au commencement de l'émission du préambule, puis mis à l'état logique 0 (niveau bas) après que le dernier bit du délimiteur final ait été émis.

Si des supports redondants sont utilisés, et si la méthode d'implémentation de la redondance est de recevoir sur tous les canaux mais d'émettre sur un seul, le canal (câble) qui à l'instant considéré est utilisé pour l'émission doit alors être sélectionné en mettant son TxE à l'état logique 1 (niveau haut). Tous les canaux qui à l'instant considéré ne sont pas utilisés pour l'émission, doivent être interdits en mettant leur TxE à l'état logique 0 (niveau bas).

10 MDS – MAU interface: Wire media

NOTE The Medium Attachment Unit (MAU) is an optionally separate part of a communication element which connects to the medium directly or via passive components. For electrical signalling variants the MAU is the transceiver, which provides level shifting and wave shaping for transmitted and received signals. The MDS – MAU interface links the MAU to the MDS. The services are defined as physical signals to facilitate this interface being optionally exposed. Table 6 lists the minimum set of required services at the MDS – MAU interface. See clause 6 for management services.

10.1 Services

If the MDS – MAU interface is exposed it shall support at least the set of required services given in table 6 and specified in 10.2.

Table 6 – Minimum services at MDS – MAU interface

Service	Abbreviation	Direction
Required:		
Transmit Signal	TxS	To MAU
Receive Signal	RxS	From MAU
Transmit Enable	TxE	To MAU
Optional:		
Loopback enable	LbE	To MAU

10.2 Service specifications

10.2.1 Transmit Signal (TxS)

The Transmit Signal service (TxS) shall transfer the encoded PhPDU signal sequence across the MDS – MAU interface to the MAU, where the sequence shall be transmitted on to the medium if the Transmit Enable (TxE) is set to logic 1 (high level).

10.2.2 Receive Signal (RxS)

The Receive Signal service (RxS) shall transfer the encoded PhPDU signal sequence or silence across the MAU – MDS interface to the MDS. The RxS shall echo the signal transmitted via TxS by simultaneously receiving the transmissions from the medium.

10.2.3 Transmit Enable (TxE)

The Transmit Enable service (TxE) shall provide the MDS with the facility to enable the MAU to transmit. The TxE shall be set to logic 1 (high level) at the commencement of preamble transmission and then set to logic 0 (low level) after the last bit of the end delimiter has been transmitted.

If redundant media are in use and the method of implementing redundancy is to receive on all channels but transmit on only one then the channel (cable) which is currently used for transmission shall be selected by setting its TxE to logic 1 (high level). All channels which are not currently in use for transmission shall be disabled by setting the TxE to logic 0 (low level).

10.2.4 Autorisation de Rebouclage (LbE)

Si le service optionnel Autorisation de Rebouclage (LbE) indiqué dans le tableau 1 est utilisé, il doit mettre hors service l'étage final de sortie du circuit d'émission de la MAU, connecter la sortie de l'étage précédent du circuit d'émission de la MAU au circuit de réception de la MAU et déconnecter le circuit de réception de la MAU du support. L'état de l'Autorisation de Rebouclage ne doit pas changer pendant que la MAU est en train d'émettre ou de recevoir.

NOTE Cela est un service de confirmation à signification seulement locale, qui donne à un dispositif la possibilité de tester l'intégrité et la fonctionnalité des circuits de la Couche Physique, à l'exclusion du support.

10.3 Caractéristiques des signaux

Les caractéristiques temporelles doivent être compatibles avec celles spécifiées dans les prescriptions de la présente partie de la CEI 61158, pour la MDS concernée.

Si l'interface MDS – MAU est accessible elle doit fonctionner avec des niveaux de signaux numériques tels qu'indiqués dans le tableau 7. Les deux côtés de l'interface doivent fonctionner avec la même valeur de V_{DD} .

Tableau 7 – Niveaux des signaux pour une interface MDS – MAU accessible

Symbole	Paramètre	Conditions	Limites	Unités	Remarques
V_{OL}	Tension maximale de sortie au niveau bas	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	0,1	V	Voir note 1
		$I_{out} = +1,6 mA$	0,4	V	
V_{OH}	Tension minimale de sortie au niveau haut	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	$V_{DD} - 0,1$	V	Voir note 1
		$I_{out} = -0,8 mA$	$V_{DD} - 0,8$	V	Voir note 2
V_{IL}	Tension maximale d'entrée au niveau bas		$0,2 V_{DD}$	V	
V_{IH}	Tension minimale d'entrée au niveau haut		$0,7 V_{DD}$	V	Voir note 3
NOTE 1 Procure la capacité de piloter deux charges typiques CMOS.					
NOTE 2 La compatibilité d'une entrée CMOS avec une sortie TTL nécessite une résistance de «tirage» depuis l'entrée du signal vers V_{DD} .					
NOTE 3 Compatible avec une sortie CMOS pour $3,0 V \leq V_{DD} \leq 5,5 V$. La compatibilité avec une sortie TTL ($4,75 V \leq V_{DD} \leq 5,25 V$) nécessite une résistance de «tirage» depuis l'entrée du signal vers V_{DD} .					

10.4 Mode de communication

Le mode de communication au niveau de cette interface doit permettre l'émission et la réception simultanées.

10.5 Caractéristiques temporelles

L'interface MDS – MAU doit fonctionner correctement avec un débit binaire de PhSDU compris entre 1 kbit/s et 1,1 fois le plus haut débit binaire annoncé de la MAU.

NOTE Les débits binaires disponibles dans une implémentation sont énoncés dans la Déclaration de Conformité d'Implémentation de Protocole (PICS).

10.2.4 Loopback Enable (LbE)

If the optional Loopback Enable (LbE) service shown in table 1 is used it shall disable the final output stage of the MAU transmit circuit, connect the output of the previous stage of the MAU transmit circuit to the MAU receive circuit and disconnect the MAU receive circuit from the medium. The state of the Loopback Enable shall not change while the MAU is transmitting or receiving.

NOTE This is confirmation service of local significance only which provides a device with the facility to test the integrity and functionality of the Physical Layer circuitry, excluding the medium.

10.3 Signal characteristics

Timing characteristics shall be compatible with those specified in the requirements of this part of IEC 61158 for the relevant MDS.

If the MDS – MAU interface is exposed it shall operate with digital signal levels as shown in table 7. Both sides of the interface shall operate with the same value of V_{DD} .

Table 7 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface

Symbol	Parameter	Conditions	Limits	Units	Remarks
V_{OL}	Maximum low-level output voltage	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	0,1	V	See note 1
		$I_{out} = +1,6 \text{ mA}$	0,4	V	
V_{OH}	Minimum high-level output voltage	$I_{out} = \pm 100 \mu A$	$V_{DD} - 0,1$	V	See note 1
		$I_{out} = -0,8 \text{ mA}$	$V_{DD} - 0,8$	V	See note 2
V_{IL}	Maximum low-level input voltage		$0,2 V_{DD}$	V	
V_{IH}	Minimum high-level input voltage		$0,7 V_{DD}$	V	See note 3
NOTE 1 Provides the capability to drive two typical CMOS loads.					
NOTE 2 CMOS input compatibility with TTL output requires a "pull-up" resistor from signal input to V_{DD} .					
NOTE 3 Compatible with CMOS output for $3,0 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5,5 \text{ V}$. Compatibility with TTL output ($4,75 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5,25 \text{ V}$) requires a "pull-up" resistor from signal input to V_{DD} .					

10.4 Communication mode

The communication mode at this interface shall allow simultaneous transmission and reception.

10.5 Timing characteristics

The MDS – MAU interface shall function correctly with a PhSDU bit rate of between 1 kbit/s and 1,1 times the highest stated MAU bit rate.

NOTE The bit rates available in an implementation are stated in the Protocol Implementation Conformance Statement (PICS).

11 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 31,25 kbit/s sur support filaire

NOTE 1 La MAU en mode tension à 31,25 kbit/s donne accès simultanément à un réseau de communication et à un réseau de distribution d'alimentation optionnel. Les dispositifs rattachés au réseau communiquent via le support et peuvent être ou ne pas être alimentés par lui. Si leur alimentation se fait par le bus, elle est distribuée sous forme d'une tension et d'un courant continu, et les signaux de communication sont superposés à l'alimentation continue. Dans les applications à Sécurité Intrinsèque, la puissance disponible peut limiter le nombre de dispositifs.

NOTE 2 Le support du réseau est constitué de câble à paire torsadée. Quelle que soit la topologie, tous les dispositifs rattachés au réseau, sauf éventuellement le dispositif en train d'émettre, sont à haute impédance pour éviter toute charge significative du réseau. Des formes d'ondes trapézoïdales sont utilisées afin de réduire les émissions électromagnétiques.

NOTE 3 Les topologies linéaires et arborescentes sont admises. Dans l'une et l'autre topologie un réseau comprend un câble tronc, muni de terminaisons aux deux extrémités. Dans la topologie linéaire, les ramifications sont distribuées tout au long du tronc. Dans la topologie arborescente, les ramifications sont concentrées à une extrémité du tronc. Une ramification peut raccorder plus d'un dispositif au réseau, le nombre de dispositifs dépendant de la longueur de la ramification.

NOTE 4 A la fréquence d'alimentation (continu), les dispositifs apparaissent au réseau comme des drains de courant, avec une vitesse de variation limitée du courant d'alimentation tiré sur le support. Cela évite que les variations transitoires du courant de charge n'interfèrent avec les signaux de communication.

11.1 Débit binaire émis

Le débit binaire émis doit être de 31,25 kbit/s $\pm$ 0,2 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée de bit instantanée doit être de 32 μ s $\pm$ 0,9 μ s.

11.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s fonctionne dans un réseau composé des éléments suivants:

- a) câble;
- b) terminaisons;
- c) coupleurs;
- d) dispositifs (contenant au moins un élément de communication).

Un réseau filaire en mode tension à 31,25 kbit/s peut inclure de façon optionnelle les éléments suivants:

- e) connecteurs;
- f) sources d'alimentation;
- g) dispositifs comprenant des sources d'alimentation;
- h) barrières de Sécurité Intrinsèque.

11.2.1 Topologies

Une MAU à support filaire doit fonctionner dans un réseau à topologie linéaire, constitué d'un tronc, muni de terminaisons à chaque extrémité comme spécifié en 11.7.5, auquel les éléments de communications sont raccordés via des coupleurs et des ramifications.

NOTE 1 Le coupleur et l'élément de communication peuvent être intégrés dans un même dispositif (c'est-à-dire ramification de longueur nulle).

NOTE 2 La topologie arborescente, avec tous les éléments de communication situés aux extrémités du tronc, est considérée comme un cas particulier de bus linéaire pour les besoins de la présente partie de la CEI 61158.

NOTE 3 Plusieurs éléments de communication peuvent être raccordés au tronc en un même point au moyen d'un coupleur multivoie. Un coupleur actif peut être utilisé pour étendre une ramification jusqu'à une longueur qui nécessite une terminaison afin d'éviter les réflexions et les distorsions. Des répéteurs actifs peuvent être utilisés pour étendre la longueur du tronc au-delà de celle d'un seul tronçon, dans la mesure où les règles de configuration du réseau le permettent.

11 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, voltage mode, wire medium

NOTE 1 The 31,25 kbit/s voltage-mode MAU simultaneously provides access to a communication network and to an optional power distribution network. Devices attached to the network communicate via the medium and may or may not be powered from it. If bus-powered, power is distributed as direct voltage and current, and communications signals are superimposed on the d.c. power. In Intrinsically Safe applications, available power may limit the number of devices.

NOTE 2 The network medium consists of twisted pair cable. Independent of topology, all attached devices, other than possibly the transmitting device, are high impedance to prevent significant network loading. Trapezoidal waveforms are used to reduce electromagnetic emissions.

NOTE 3 Bus and tree topologies are supported. In either topology a network contains one trunk cable, terminated at both ends. In the bus topology, spurs are distributed along the length of the trunk. In the tree topology, spurs are concentrated at one end of the trunk. A spur may connect more than one device to the network, the number of devices depending on spur length.

NOTE 4 At the power frequency (d.c.), devices appear to the network as current sinks, with a limited rate of change of the supply current drawn from the medium. This prevents transient changes in load current from interfering with communication signals.

11.1 Transmitted bit rate

The transmitted bit rate shall be 31,25 kbit/s $\pm 0,2\%$, averaged over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be $32\text{ }\mu\text{s} \pm 0,9\text{ }\mu\text{s}$.

11.2 Network specifications

NOTE A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU operates in a network composed of the following components:

- a) cable;
- b) terminators;
- c) couplers;
- d) devices (containing at least one communication element).

A wire network in 31,25 kbit/s voltage mode may optionally include the following components:

- e) connectors;
- f) power supplies;
- g) devices which include power supplies;
- h) intrinsic Safety barriers.

11.2.1 Topologies

A wire MAU shall operate in a network with a linear bus topology, consisting of a trunk, terminated at each end as specified in 11.7.5, to which communication elements are connected via couplers and spurs.

NOTE 1 The coupler and communication element may be integrated in one device (i.e. zero length spur).

NOTE 2 Tree topology with all the communication elements located at the ends of the trunk is regarded as a special case of a bus for the purpose of this part of IEC 61158.

NOTE 3 Several communication elements may be connected to the trunk at one point using a multi-port coupler. An active coupler may be used to extend a spur to a length which requires termination to avoid reflections and distortions. Active repeaters may be used to extend the length of the trunk beyond that of a single segment as permitted by the network configuration rules.

11.2.2 Règles de configuration du réseau

Une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'elle est utilisée dans un réseau qui respecte ces règles.

Règle 1: Un Bus de Terrain doit être capable d'assurer la communication entre les nombres suivants de dispositifs, fonctionnant tous avec le même débit binaire:

- a) entre deux et 32 dispositifs pour un Bus de Terrain qui n'est pas à SI, sans alimentation fournie via les conducteurs de signal;
- b) entre deux et six dispositifs alimentés par le bus pour un Bus de Terrain à SI, parmi lesquels entre un et quatre doivent pouvoir être dans la zone dangereuse;
- c) entre un et 12 dispositifs alimentés par le bus et situés à l'extrémité éloignée de la source d'alimentation, communiquant avec un dispositif situé à l'extrémité où se trouve la source d'alimentation, pour un Bus de Terrain qui n'est pas à SI, avec alimentation fournie via les conducteurs de signal.

NOTE 1 La règle 1 n'interdit pas l'usage d'un plus grand nombre de dispositifs que celui spécifié, dans un système installé. Les nombres de dispositifs ont été calculés en supposant qu'un dispositif alimenté par le bus tire $9 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$. Le point b) suppose que la barrière de SI fonctionne avec une sortie de 19 V continu et fournit 40 mA à 60 mA aux dispositifs dans la zone dangereuse. Le point c) suppose que la tension minimale de la source d'alimentation est 20 V continu.

Règle 2: Un tronçon d'un Bus de Terrain en mode tension à 31,25 kbit/s complètement chargé (nombre maximal de dispositifs connectés) doit pouvoir atteindre une longueur de câble totale de 1 900 m entre deux dispositifs quelconques, y compris les ramifications.

NOTE 2 La longueur de câble maximale de 1 900 m est la prescription requise pour la conformité à la présente partie de la CEI 61158, mais cela n'interdit pas l'utilisation de longueurs plus grandes dans un système installé.

Règle 3: Le nombre total de régénérations de la forme d'onde au moyen de répéteurs et de coupleurs actifs entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder quatre.

Règle 4: Le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 20 durées de bit nominales.

NOTE 3 Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable que la part du temps de retournement d'un dispositif quelconque du réseau, qui est introduite par une PhE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée, n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL – PhL ou l'interface MDS – MAU soient accessibles, la part du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée ni essayée au regard de la conformité.

Règle 5: Le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

Règle 6: La défaillance d'un quelconque élément de communication ou d'une ramification (à l'exception d'un court-circuit, d'une basse impédance ou d'un bavardage) ne doit pas perturber les échanges entre les autres éléments de communication pendant plus de 1 ms.

Règle 7: Dans les systèmes sensibles à la polarité, les paires torsadées du support doivent avoir des conducteurs marqués de façon distincte de manière à identifier sans ambiguïté chaque conducteur individuel. La polarité doit être respectée en tous les points de raccordement.

11.2.2 Network configuration rules

A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when used in a network which complies with these rules.

Rule 1: One Fieldbus shall be capable of communication between the following numbers of devices, all operating at the same bit rate:

- a) between two and 32 devices for a non-IS Fieldbus without power supplied via the signal conductors;
- b) between two and six bus-powered devices for an IS Fieldbus, of which between one and four shall be in the hazardous area;
- c) between one and 12 bus-powered devices at the remote end from the power supply communicating with one device at the power supply end, for a non-IS Fieldbus with power supplied via the signal conductors.

NOTE 1 Rule 1 does not preclude the use of more than the specified number of devices in an installed system. The numbers of devices were calculated on the assumption that a bus-powered device draws $9 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$. Item b) assumes that the IS barrier operates with a 19 V d.c. output and provides 40 mA to 60 mA to the devices in the hazardous area. Item c) assumes that the minimum power supply voltage is 20 V d.c.

Rule 2: A fully loaded (maximum number of connected devices) 31,25 kbit/s voltage-mode Fieldbus segment shall have a total cable length, including spurs, between any two devices, of up to 1 900 m.

NOTE 2 1 900 m maximum cable length is the requirement for conformance to this part of IEC 61158 but this does not preclude the use of longer lengths in an installed system.

Rule 3: The total number of waveform regenerations by repeaters and active couplers between any two devices shall not exceed four.

Rule 4: The maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 20 nominal bit times.

NOTE 3 For efficiency of the network, that part of the turn-around time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed 5 bit times, no more than 2 bit times of which should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL – PhL interface or the MDS – MAU interface, that part of the turn-around time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified or conformance tested.

Rule 5: The Fieldbus shall be capable of continued operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Rule 6: Failure of any communication element or spur (with the exception of a short circuit, low impedance, or jabber) shall not interfere with transactions between other communication elements for more than 1 ms.

Rule 7: In polarity sensitive systems the medium twisted pairs shall have distinctly marked conductors which uniquely identify individual conductors. The polarization shall be maintained at all connection points.

Règle 8: La dégradation des caractéristiques électriques du signal, entre deux dispositifs quelconques, due à l'atténuation, à la distorsion d'atténuation et à la désadaptation, doit être limitée aux valeurs indiquées ci-dessous.

a) Atténuation du signal: La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications, nombre de dispositifs, barrières de SI, séparateurs galvaniques, et éléments d'adaptation éventuels) doit être telle que l'atténuation entre deux dispositifs quelconques à la fréquence correspondant au débit binaire n'excède pas 10,5 dB.

b) Distorsion d'atténuation: La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications et nombre de dispositifs, barrières de SI, et séparateurs galvaniques) doit être telle qu'entre deux dispositifs quelconques:

$$[\text{Atténuation}(1,25 f_r) - \text{Atténuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Atténuation}(1,25 f_r) \geq \text{Atténuation}(0,25 f_r)$$

où f_r est la fréquence correspondant au débit binaire. L'atténuation doit être monotone pour toutes les fréquences de $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz).

c) Distorsion de désadaptation: La désadaptation (due aux ramifications ou à tout autre effet, y compris une ramification ouverte de longueur maximale) sur le bus doit être telle qu'en tout point le long du tronc, dans la bande de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz):

$$|(Z - Z_0) / (Z + Z_0)| \leq 0,2$$

où Z_0 est l'impédance caractéristique du câble tronc et Z est la combinaison parallèle de Z_0 et de l'impédance de charge au niveau du coupleur.

La concentration de coupleurs doit être inférieure à 15 par 250 m.

NOTE 4 La règle 8 minimise les restrictions sur la longueur du tronc et des ramifications, le nombre de dispositifs etc., en spécifiant seulement les limitations de transmission imposées par les combinaisons de ces facteurs. Des combinaisons différentes peuvent être utilisées en fonction des besoins de l'application.

Règle 9: Les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- a) chaque canal (câble) doit satisfaire aux règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- c) les répéteurs aussi doivent être redondants;
- d) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques sur deux canaux quelconques ne doit alors pas excéder cinq durées de bit.
- e) Les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est-à-dire que les canaux 1,2,3... vus par la Gestion de Station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1,2,3...

11.2.3 Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau

Le blindage du câble ne doit pas être utilisé comme conducteur d'alimentation.

11.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 11.1 et de 11.3 sont résumées dans les tableaux 8 et 9.

Rule 8: The degradation of the electrical characteristics of the signal, between any two devices, due to attenuation, attenuation distortion and mismatching shall be limited to the values indicated below.

a) Signal attenuation: The configuration of the bus (trunk and spur lengths, number of devices, IS barriers, galvanic isolators, and possible matching devices) shall be such that the attenuation between any two devices at the frequency corresponding to the bit rate shall not exceed 10,5 dB.

b) Attenuation distortion: The configuration of the bus (trunk and spur lengths and number of devices, IS barriers, and galvanic isolators) shall be such that between any two devices:

$$[\text{Attenuation}(1,25 f_r) - \text{Attenuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Attenuation}(1,25 f_r) \geq \text{Attenuation}(0,25 f_r)$$

where f_r is the frequency corresponding to the bit rate. Attenuation shall be monotonic for all frequencies from $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz).

c) Mismatching Distortion: Mismatching (due to spurs or any other effect, including one open circuit spur of maximum length) on the bus shall be such that, at any point along the trunk, in the frequency band $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz):

$$|(Z - Z_0)/(Z + Z_0)| \leq 0,2$$

where Z_0 is the characteristic impedance of the trunk cable and Z is the parallel combination of Z_0 and the load impedance at the coupler.

The concentration of couplers shall be less than 15 per 250 m

NOTE 4 Rule 8 minimizes restrictions on trunk and spur length, number of devices etc. by specifying only the transmission limitations imposed by combinations of these factors. Different combinations may be used depending on the needs of the application.

Rule 9: The following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel (cable) shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment between two redundant segments;
- c) repeaters shall also be redundant;
- d) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;
- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channels 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...

11.2.3 Power distribution rules for network configuration

The cable shield shall not be used as a power conductor.

11.3 Transmit circuit specification for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 11.1 and 11.3 are summarized in tables 8 and 9.

**Tableau 8 – Résumé des spécifications de niveau d'émission
pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s**

Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué sur la figure 8)	Limites pour 31,25 kbit/s (alimentation par le bus et/ou SI)
Niveau de sortie (crête à crête, voir figure 9) Avec charge d'essai ($0,5 Z_0$ nominale du câble tronc)	0,75 V à 1 V $50 \Omega \pm 1 \%$
Différence maximale des amplitudes positive et négative (décalage de signal) comme indiqué à la figure 10	± 50 mV
Niveau de sortie; avec une terminaison ôté (crête à crête) Avec la charge d'essai (Z_0 nominale du câble tronc)	$\leq 2,0$ V $100 \Omega \pm 1 \%$
Niveau de sortie; circuit ouvert (crête à crête)	$\leq 3,0$ V
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (voir figure 9)	$\pm 10 \%$
Sortie émission au repos; c'est-à-dire bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 100 kHz)	≤ 1 mV (eff.)

**Tableau 9 – Résumé des spécifications temporelles d'émission
pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s**

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué à la figure 8)	Limites pour 31,25 kbit/s (alimentation par le bus et/ou SI)
Débit binaire émis	31,25 kbit/s $\pm 0,2 \%$
Durée de bit instantanée	$32 \mu\text{s} \pm 0,9 \mu\text{s}$
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête à crête, voir figure 9)	$\leq 0,25$ durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête à crête)	$\leq 0,2$ V/ μs
Gigue maximale du bit émis (déviations du point de passage à zéro, voir figure 10)	$\pm 0,025$ durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq 2,0$ durées de bit nominales

11.3.1 Configuration d'essai

La figure 8 montre la configuration qui doit être utilisée pour les essais.

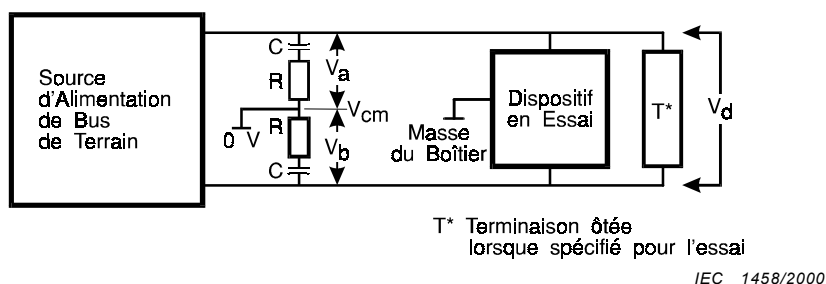


Figure 8 – Configuration d'essai du circuit d'émission

Tension de signal différentielle: $V_d = V_a - V_b$

Résistance de charge d'essai $R = 50 \Omega$ ($0,5 Z_0$ du câble) et $C = 10 \mu\text{F}$ sauf indication contraire dans une prescription spécifique.

Table 8 – Transmit level specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

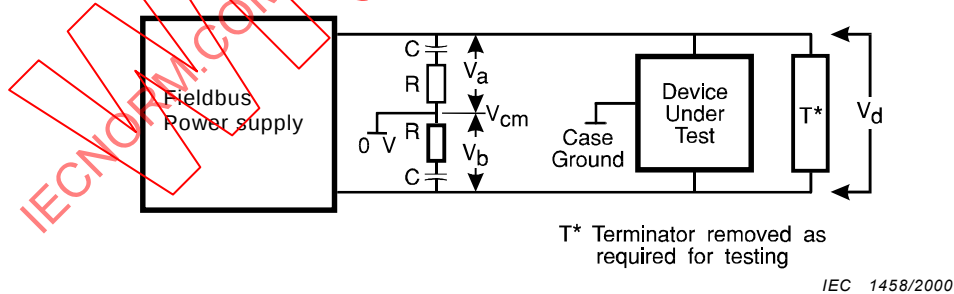
Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 8)	Limits for 31,25 kbit/s (bus-powered and/or IS)
Output level (peak-to-peak, see figure 9) With test load (0,5 nominal Z_0 of trunk cable)	0,75 V to 1 V $50 \Omega \pm 1 \%$
Maximum positive and negative amplitude difference (signalling bias) as shown in figure 10	± 50 mV
Output level; with one terminator removed (peak-to-peak) With test load (nominal Z_0 of trunk cable)	$\leq 2,0$ V $100 \Omega \pm 1 \%$
Output level; open circuit (peak-to-peak)	$\leq 3,0$ V
Maximum output signal distortion; i.e. overvoltage, ringing and droop (see figure 9)	$\pm 10 \%$
Quiescent transmitter output; i.e. transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 100 kHz)	≤ 1 mV (r.m.s.)

Table 9 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Transmit timing characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 8)	Limits for 31,25 kbit/s (bus-powered and/or IS)
Transmitted bit rate	31,25 kbit/s $\pm 0,2 \%$
Instantaneous bit time	$32 \mu\text{s} \pm 0,9 \mu\text{s}$
Rise and fall times (10 % to 90 % of pk-pk signal, see figure 9)	$\leq 0,25$ nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of pk-pk signal)	$\leq 0,2$ V/ μs
Maximum transmitted bit cell jitter (zero crossing-point deviation, see figure 10)	$\pm 0,025$ nominal bit time
Transmit enable/disable time (i.e. time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq 2,0$ nominal bit times

11.3.1 Test configuration

Figure 8 shows the configuration which shall be used for testing.

**Figure 8 – Transmit circuit test configuration**

Differential signal voltage: $V_d = V_a - V_b$

Test load resistance $R = 50 \Omega$ (0,5 cable Z_0) and $C = 10 \mu\text{F}$ except where otherwise stated in a specific requirement.

11.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

NOTE La figure 9 montre un exemple de la composante alternative d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain, illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.

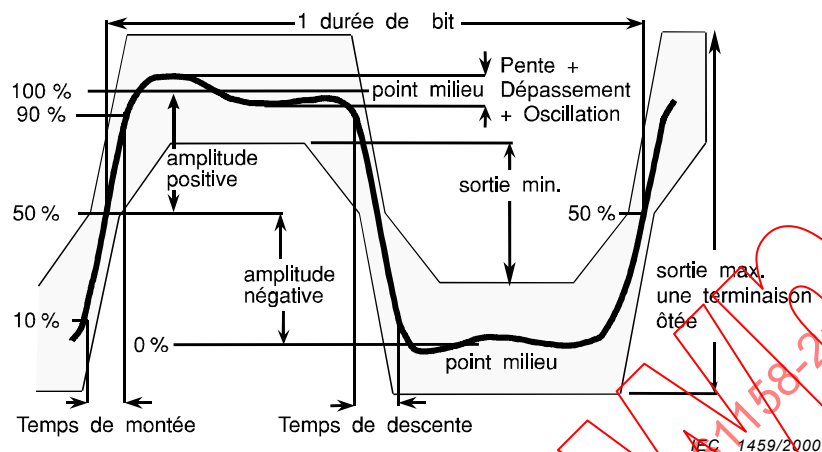


Figure 9 – Forme d'onde de sortie

Un circuit d'émission de MAU à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point milieu estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («point milieu» à la figure 9):

- la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après transformateur élévateur/abaisseur (si cela s'applique) doit être comprise entre 0,75 V et 1,25 V crête à crête, avec une résistance de charge de $50 \Omega \pm 1 \%$ («sortie min.» à la figure 9);
- la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une résistance de charge de 100Ω (c'est-à-dire avec une terminaison du tronc enlevée) ne doit pas excéder 2,0 V crête à crête («sortie max. une terminaison ôtée» à la figure 9);
- la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une charge quelconque y compris un circuit ouvert, ne doit pas excéder 3,0 V crête à crête. Pour les besoins de l'essai, le circuit ouvert doit être défini comme une résistance de charge de $100 \text{ k}\Omega$ en parallèle avec une capacité de 15 pF ;
- durant l'émission un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- la différence entre l'amplitude positive et l'amplitude négative, mesurées comme indiqué sur la figure 10, ne doit pas excéder $\pm 50 \text{ mV}$ crête;
- le bruit de sortie d'une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 1 mV eff. , mesuré de façon différentielle sur une bande de fréquences de 1 kHz à 100 kHz et rapporté au tronc;
- la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de sa valeur crête à crête. Après quoi, la tension du signal ne doit pas varier de plus de $\pm 10 \%$ de sa valeur crête à crête jusqu'à l'occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

11.3.2 Output level requirements

NOTE Figure 9 shows an example of the a.c. component of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power supply voltages.

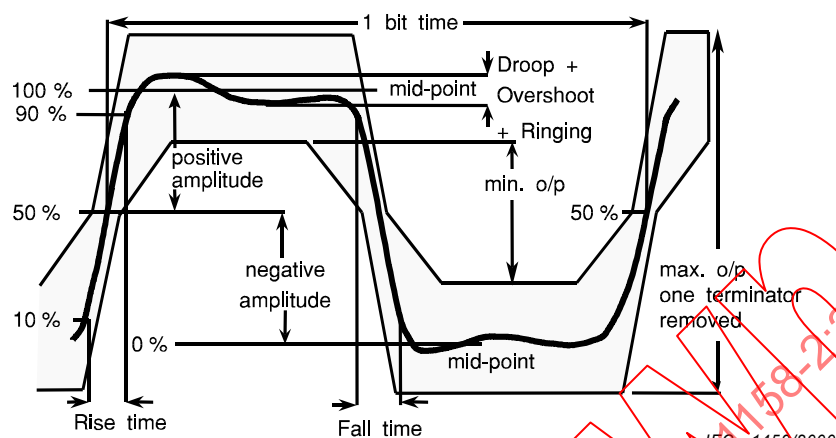


Figure 9 – Output waveform

A 31,25 kbit/s MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("mid-point" in figure 9):

- the output voltage across the test load after transformer step up/down (if applicable) shall be between 0,75 V and 1,25 V peak-to-peak, with a load resistance of $50 \Omega \pm 1 \%$ ("min o/p" in figure 9);
- the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with a load resistance of 100Ω (i.e. with one trunk terminator removed) shall not exceed 2,0 V peak-to-peak ("max o/p one terminator removed" in figure 9);
- the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with any load including an open circuit shall not exceed 3,0 V peak-to-peak. For test purposes open circuit shall be defined as a load of $100 \text{ k}\Omega$ resistance in parallel with 15 pF capacitance;
- during transmission a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \Omega$ is applied for 1 s;
- the difference between positive amplitude and negative amplitude, measured as shown in figure 10, shall not exceed $\pm 50 \text{ mV}$ peak;
- the output noise from a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 1 mV r.m.s., measured differentially over a frequency band of 1 kHz to 100 kHz, referred to the trunk;
- the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than $\pm 10 \%$ of peak-to-peak value until next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, i.e. overvoltage, ringing and droop.

11.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Un circuit d'émission de MAU à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

- les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête, ne doivent pas excéder 0,25 durée de bit nominale (voir figure 9);
- la vitesse de variation ne doit pas excéder 0,2 V/μs, mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête (voir figure 9);

NOTE Les prescriptions a) et b) ont pour conséquence une forme d'onde trapézoïdale à la sortie du circuit d'émission. La prescription b) limite le niveau des émissions parasites susceptibles d'être couplées aux circuits adjacents etc. La prescription b) est calculée au moyen de la formule:

$$\text{Vitesse de variation max.} = 2 \times \text{Vitesse de variation min.} = 2 \times 0,8 V_0 / 0,25 T = 6,4 \times V_0 / T.$$

où V_0 est la tension de sortie crête à crête maximale avec une charge standard (1,0 V), et T la durée de bit nominale (32 μs).

- la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesurée par référence au passage à zéro précédent (voir figure 10);

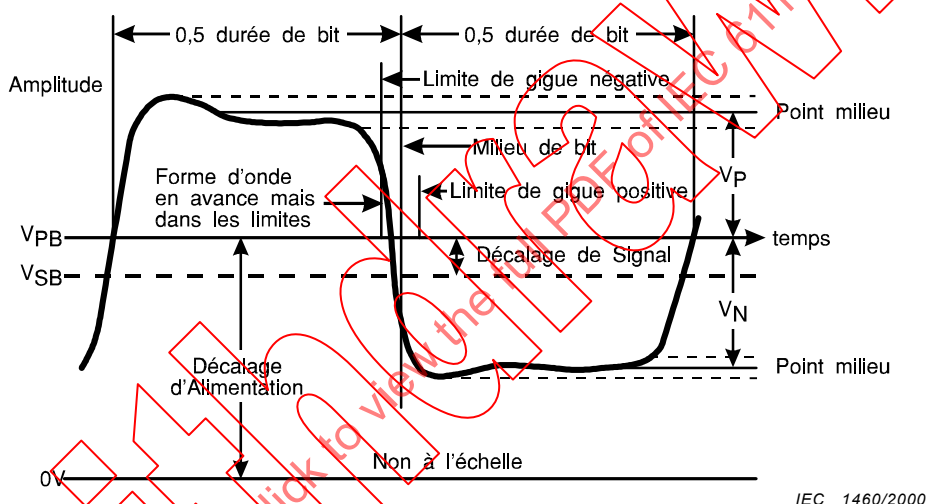


Figure 10 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)

- le circuit d'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever d'un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 11.3.2 f) jusqu'au plein niveau de sortie, en moins de 2 durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être telle que spécifiée par les autres paragraphes de 11.3;
- le circuit d'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 11.3.2 f), en moins de 2 durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder 4 durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai du circuit d'émission de 11.3.1, avec la capacité équivalente à celle d'un câble de longueur maximale aux bornes du dispositif en essai.

NOTE Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

11.4 Spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 11.4 sont résumées dans le tableau 10.

11.3.3 Output timing requirements

A 31,25 kbit/s MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

- rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,25 nominal bit time (see figure 9);
- slew rate shall not exceed 0,2 V/μs measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 9);

NOTE Requirements a) and b) produce a trapezoidal waveform at the transmit circuit output. Requirement b) limits the level of interference emissions which may be coupled to adjacent circuits etc. Requirement b) is calculated from the formula:

$$\text{Max. slew rate} = 2 \times \text{Min. slew rate} = 2 \times 0,8 V_0 / 0,25 T = 6,4 \times V_0 / T$$

where V_0 is the maximum pk-pk output voltage with standard load (1,0 V), and T is the nominal bit time (32 μs).

- transmitted bit cell jitter shall not exceed ±0,025 nominal bit time from the ideal zero crossing-point, measured with respect to the previous zero crossing (see figure 10);

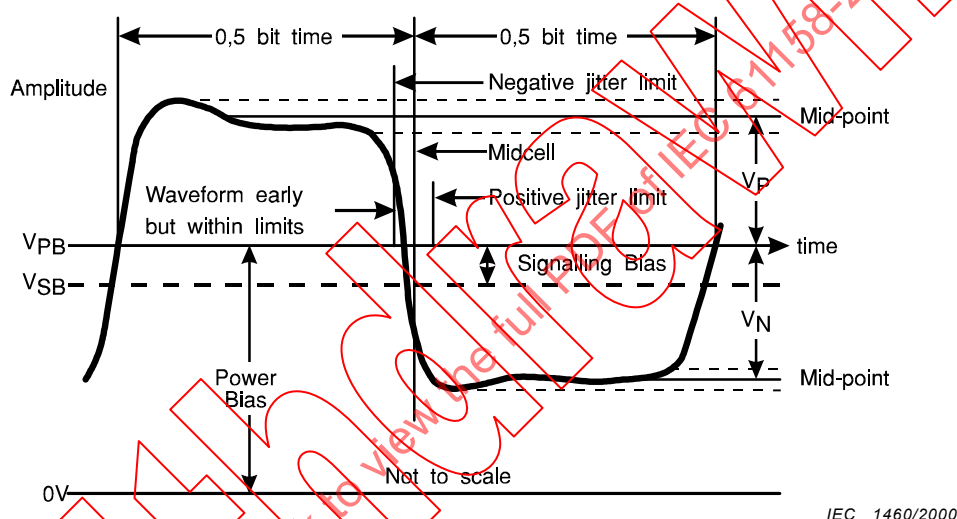


Figure 10 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing-point deviation)

- the transmit circuit shall turn on, i.e. the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 11.3.2 f) to full output level, in less than 2 nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other subclauses of 11.3;
- the transmit circuit shall turn off, i.e. the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 11.3.2 f), in less than 2 nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off-state impedance shall not exceed 4 nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 11.3.1 with the equivalent capacitance of a maximum length cable across the DUT terminals.

NOTE This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

11.4 Receive circuit specification for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 11.4 are summarized in table 10.

**Tableau 10 – Résumé des spécifications du circuit de réception
pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s**

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au tronc)	Limites pour 31,25 kbit/s (alimentation par le bus et/ou SI)
Impédance d'entrée, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$	$\geq 3 \text{ k}\Omega$
Sensibilité; signal crête à crête minimal devant être accepté (voir figure 11)	150 mV
Réjection du bruit; bruit crête à crête maximal devant être rejeté (voir figure 11)	75 mV
Gigue maximale du bit reçu (déviation du point de passage à zéro; voir figure 12)	$\pm 0,10$ durée de bit nominale

11.4.1 Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée différentielle d'un circuit de réception de MAU en mode tension à 31,25 kbit/s ne doit pas être inférieure à 3 k Ω sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz). Cette prescription s'applique après un temps de démarrage de 10 ms suivant le raccordement au réseau ou l'application de l'alimentation au réseau. Les dispositifs alimentés de façon indépendante (ou les dispositifs alimentés par le réseau capables d'être mis hors tension alors qu'ils sont raccordés au réseau) doivent satisfaire à cette prescription dans les états sous tension et hors tension, et pendant les transitions entre ces états. Cette impédance doit être mesurée aux bornes de l'élément de communication en utilisant un signal sinusoïdal d'amplitude supérieure au seuil de sensibilité du récepteur et inférieure à 2,0 V crête à crête.

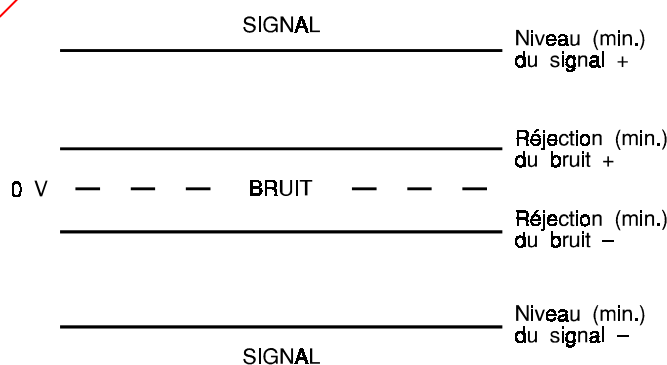
NOTE 1 La prescription d'une impédance d'entrée $\geq 3 \text{ k}\Omega$ durant la mise sous tension et la mise hors tension peut être satisfaite au moyen d'une mise hors service automatique de l'émetteur durant ces périodes.

NOTE 2 Les dispositifs munis de circuits électroniques de disjonction sur défaut peuvent avoir des impédances inférieures à la valeur spécifiée, en présence d'un défaut.

11.4.2 Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

Un circuit de réception de MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit être capable d'accepter un signal d'entrée dont l'amplitude n'est pas inférieure à 150 mV crête à crête, y compris surtension et oscillation (voir «niveau du signal» à la figure 11 en même temps que «amplitude positive» et «amplitude négative» à la figure 9).

Un circuit de réception de MAU en mode tension à 31,25 kbit/s ne doit pas répondre à un signal d'entrée d'une amplitude crête à crête qui n'excède pas 75 mV (voir «réjection du bruit» à la figure 11).



IEC 1461/2000

Figure 11 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

Table 10 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Receive circuit characteristics (values referred to trunk)	Limits for 31,25 kbit/s (bus-powered and/or IS)
Input impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	$\geq 3 \text{ k}\Omega$
Sensitivity; min. pk-pk signal required to be accepted (see figure 11)	150 mV
Noise rejection; max. pk-pk noise required to be rejected (see figure 11)	75 mV
Maximum received bit cell jitter (zero crossing-point deviation, see figure 12)	$\pm 0,10$ nominal bit time

11.4.1 Input impedance

The differential input impedance of a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be no less than $3 \text{ k}\Omega$ over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz). This requirement shall apply after a 10 ms start-up time following connection to the network or application of power to the network. Independently powered devices (or network-powered devices capable of being turned off while connected to the network) shall meet this requirement in the power-on and power-off states, and in transition between these states. This impedance shall be measured at the communication element terminals using a sine wave with a signal amplitude greater than the receiver sensitivity threshold and lower than 2,0 V peak-to-peak.

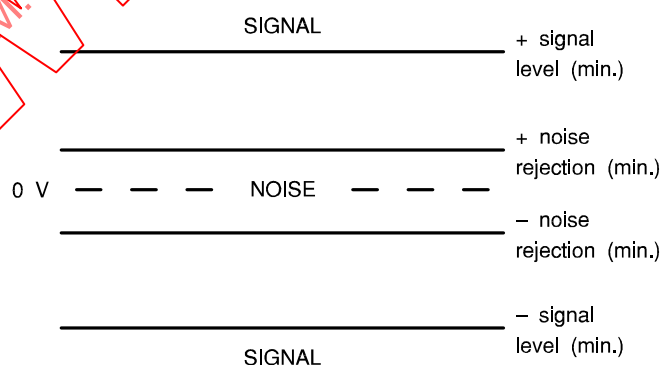
NOTE 1 The requirement for $\geq 3 \text{ k}\Omega$ input impedance during power-up and power-down may be met by automatic disabling of the transmitter during these periods.

NOTE 2 Devices with fault disconnection electronic circuits can have impedances less than the specified amount under fault conditions.

11.4.2 Receiver sensitivity and noise rejection

A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be capable of accepting an input signal of amplitude no less than 150 mV peak-to-peak, including overvoltage and oscillation (see "signal level" in figure 11 together with "positive amplitude" and "negative amplitude" in figure 9).

A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall not respond to an input signal with a peak-to-peak amplitude which does not exceed 75 mV (see "noise rejection" in figure 11).



IEC 1561/2000

Figure 11 – Receiver sensitivity and noise rejection

11.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE 1 Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, il est souhaitable que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de Couche Application contienne une erreur non détectée due au fonctionnement des entités de Couches Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission, soit inférieure à 1 pour 6×10^9 (une erreur en 20 ans à 10 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait les prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une Séquence de Contrôle de Trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 32 bits aléatoires de données d'utilisateur, avec un débit de trames maximal et avec des signaux d'amplitude 375 mV crête à crête, ne doit pas produire plus de 10 erreurs de trames détectées sur 60 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence d'une tension de mode commun ou d'un bruit gaussien tels que ci-après:

- a) un signal sinusoïdal de mode commun de fréquence quelconque de 63 Hz à 2 MHz avec une amplitude de 4 V eff., et de 47 Hz à 63 Hz avec une amplitude de 250 V eff.;
- b) un signal continu de mode commun de ± 10 V;
- c) un bruit différentiel additif gaussien et blanc, dans la bande de fréquences 1 kHz à 100 kHz avec une densité de bruit de 70 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ eff.

NOTE 2 Les spécifications de tension de mode commun et de bruit gaussien sont destinées aux essais de conformité du circuit de réception avec des charges symétriques, et ne sont pas représentatives de la pratique d'installation de systèmes.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 32 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 10 messages par seconde, avec des signaux d'amplitude 375 mV crête à crête, ne doit pas produire plus de 10 erreurs de trames détectées sur 1 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements de parasites électromagnétiques ou électriques suivants:

- 1) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- 2) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans les environnements de bruits suivants:

- i) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiée dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- ii) des essais de perturbations à haute fréquence telles que spécifiées dans la CEI 60255-22-1, Tension d'essai classe III (respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

11.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE 1 When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 6×10^9 (1 error in 20 years at 10 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit Frame Check Sequence at the Data Link Layer.

A communication element which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 32 random user data bits, with maximum frame rate and with signals of 375 mV pk-pk amplitude, shall produce no more than 10 detected frame errors in 60 000 frames during operation in the presence of common mode voltage or Gaussian noise as follows:

- a) a common mode sinusoidal signal of any frequency from 63 Hz to 2 MHz, with an amplitude of 4 V r.m.s. and from 47 Hz to 63 Hz with an amplitude of 250 V r.m.s.;
- b) a common mode d.c. signal of ± 10 V;
- c) white Gaussian additive differential noise in the frequency band 1 kHz to 100 kHz, with a noise density of 70 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ r.m.s.

NOTE 2 The common mode voltage and Gaussian noise specifications are for receive circuit conformance testing with balanced loads and are not indicative of system installation practice.

A communication element which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 32 random user data bits, at an average of 10 messages per s, with signals of 375 mV pk-pk amplitude, shall produce no more than 10 detected frame errors in 1 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- 2) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specification shall also be satisfied after but not during operation in the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- ii) high-frequency disturbance tests as specified in IEC 60255-22-1, Test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

11.4.4 Gigue du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 11.1 et 11.3. De plus, le récepteur doit fonctionner correctement avec des signaux dont la variation du temps entre deux points de transition de signal (passages à zéro) adjacents quelconques est de $\pm 0,10$ durée de bit nominale ou moins. Voir figure 12.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteurs ayant de meilleures performances que cette spécification.

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre passages à zéro peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

NOTE 3 Il n'y a pas de prescription de rejeter un signal dont la variation de temps atteint une valeur spécifiée. Le récepteur rend compte d'une erreur quand la gigue du bit reçu excède son aptitude à décoder les signaux de façon fiable.

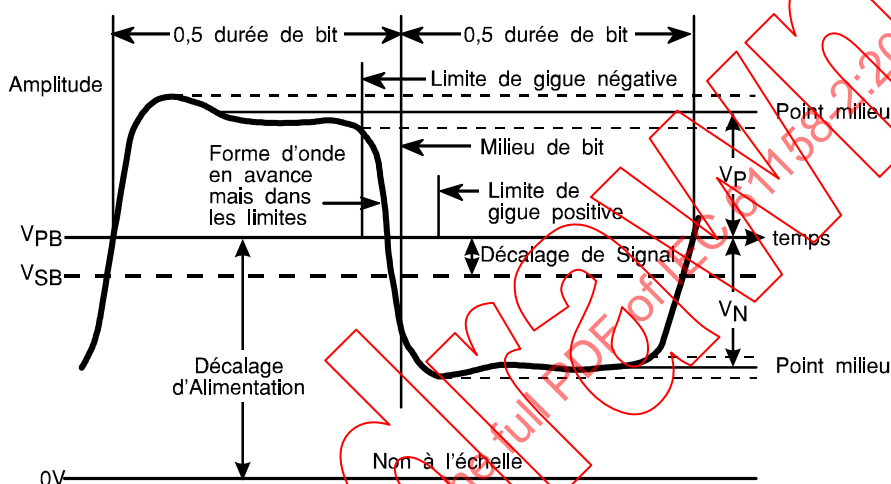


Figure 12 – Gigue du bit reçu

11.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être muni d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sortie ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 120 ms et 240 ms durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction d'inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption après une période de $3,0 \text{ s} \pm 50 \%$.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 8 % ($\approx 1/12,5$) du temps disponible.

11.6 Distribution d'alimentation

NOTE 1 Un dispositif peut, de façon optionnelle, recevoir son alimentation via les conducteurs de signal ou être alimenté séparément.

NOTE 2 Un dispositif peut être certifié comme étant de Sécurité Intrinsèque avec l'une ou l'autre méthode d'alimentation.

NOTE 3 La présente partie de la CEI 61158 n'inclut pas de prescriptions pour la certification de SI, mais vise à exclure les conditions ou les situations qui pourraient empêcher la certification de SI.

NOTE 4 Un dispositif alimenté séparément peut être raccordé à un Bus de Terrain avec alimentation.

NOTE 5 Pour la commodité, les prescriptions de 11.6 sont résumées dans les tableaux 11 et 12.

11.4.4 Received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 11.1 and 11.3. In addition, the receiver shall work properly with signals with the time variation between any two adjacent signal transition points (zero crossing) of $\pm 0,10$ nominal bit time or less. See figure 12.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification.

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between zero crossings may be one-half or one bit time.

NOTE 3 There is no requirement to reject a signal with a specified time variation value. The receiver reports an error when the received bit cell jitter exceeds the receiver's ability to reliably decode signalling.

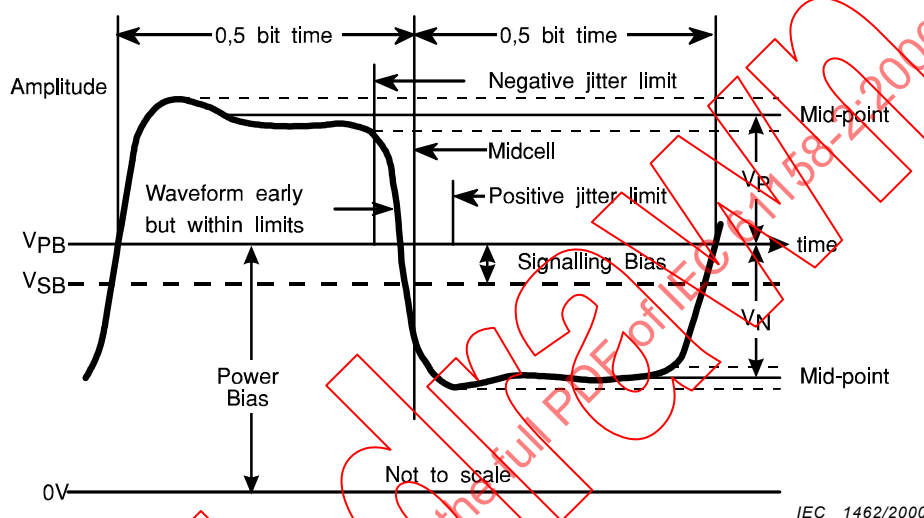


Figure 12 – Received bit cell jitter

11.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 120 ms and 240 ms during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of $3,0 \text{ s} \pm 50 \%$.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 8 % ($\approx 1/12,5$) of the available time.

11.6 Power distribution

NOTE 1 A device can optionally receive power via the signal conductors or be separately powered.

NOTE 2 A device can be certified as Intrinsically safe with either method of receiving power.

NOTE 3 This part of IEC 61158 does not include requirements for IS-certification but seeks to exclude conditions or situations which would prevent IS certification.

NOTE 4 A separately powered device can be connected to a powered Fieldbus.

NOTE 5 For ease of reference, the requirements of 11.6 are summarized in tables 11 and 12.

Tableau 11 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau	Limites pour 31,25 kbit/s
Tension de fonctionnement	9,0 V à 32,0 V continu
Tenue minimale en tension, de l'une ou l'autre polarité, sans dommages	35 V
Vitesse maximale de variation du courant de repos (hors émission); cette prescription ne s'applique pas pendant les premières 10 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement ni pendant les premières 10 ms après l'application de l'alimentation au réseau.	1,0 mA/ms
Courant maximal; cette prescription s'applique durant l'intervalle de temps allant de 100 μ s à 10 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement ou de 100 μ s à 10 ms après l'application de l'alimentation au réseau (voir note).	Courant de repos nominal plus 10 mA
NOTE Les premières 100 μ s sont exclues pour permettre la charge des filtres RFI et des autres capacités situées dans le dispositif. La spécification de vitesse de variation s'applique après 10 ms.	

Tableau 12 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau	Limites pour 31,25 kbit/s
Tension de sortie, non SI	≤ 32 V continu
Tension de sortie, SI	Dépend des caractéristiques nominales de la barrière
Ondulation et bruit de sortie	Voir figure 13
Impédance de sortie, non SI, mesurée sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r	≥ 3 k Ω
Impédance de sortie, SI, mesurée sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r	≥ 400 Ω (Voir note)
NOTE La source d'alimentation à SI est supposée inclure une barrière de SI.	

11.6.1 Tension d'alimentation

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit être capable de fonctionner dans une gamme de tensions allant de 9 V à 32 V continu entre les deux conducteurs, ondulation incluse. Le dispositif doit supporter sans dommage une tension minimale de ± 35 V continu.

NOTE 1 Pour les systèmes à SI la tension de fonctionnement peut être limitée par les prescriptions de certification. Dans ce cas, la source d'alimentation sera située dans la zone de sécurité et sa tension de sortie sera réduite au moyen d'une barrière de sécurité ou d'un composant équivalent.

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il est alimenté par une source ayant les spécifications suivantes:

- La tension de sortie de la source d'alimentation pour des réseaux qui ne sont pas à SI doit être au maximum de 32 V continu, ondulation incluse.
- L'impédance de sortie de la source d'alimentation pour des réseaux qui ne sont pas à SI doit être ≥ 3 k Ω sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r (7,8 kHz à 39 kHz). Cette prescription ne s'applique pas pendant les 10 ms qui suivent le raccordement ou le retrait d'un dispositif de terrain.
- L'impédance de sortie d'une alimentation à SI doit être ≥ 400 Ω sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r (7,8 kHz à 39 kHz).

NOTE 2 L'alimentation à SI est supposée inclure une barrière de SI.

Table 11 – Network powered device characteristics for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Network powered device characteristics	Limits for 31,25 kbit/s
Operating voltage	9,0 to 32,0 V d.c.
Minimum withstand voltage, either polarity, for no damage	35 V
Maximum rate of change of quiescent current (non-transmitting); this requirement does not apply within the first 10 ms after the connection of the device to an operating network or within the first 10 ms after the application of power to the network.	1,0 mA/ms
Maximum current; this requirement applies during the time interval of 100 μ s to 10 ms after the connection of the device to an operating network or 100 μ s to 10 ms after the application of power to the network (see note).	Rated quiescent current plus 10 mA
NOTE The first 100 μ s is excluded to allow for the charging of RFI filters and other capacitances in the device. The rate of change specification applies after 10 ms.	

Table 12 – Network power supply requirements for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Network power supply requirements	Limits for 31,25 kbit/s
Output voltage, non-IS	≤ 32 V d.c.
Output voltage, IS	Depends on barrier rating
Output ripple and noise	See figure 13
Output impedance, non-IS, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	≥ 3 k Ω
Output impedance, IS, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	$\geq 400 \Omega$ (See note)
NOTE The IS power supply is assumed to include an IS barrier.	

11.6.1 Supply voltage

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU shall be capable of operating within a voltage range of 9 V to 32 V d.c. between the two conductors including ripple. The device shall withstand a minimum voltage of ± 35 V d.c. without damage.

NOTE 1 For IS systems the operating voltage may be limited by the certification requirements. In this case the power supply will be located in the safe area and its output voltage will be attenuated by a safety barrier or equivalent component.

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU shall conform to the requirements of this part of IEC 61158 when powered by a supply with the following specifications.

- The output voltage of the power supply for non-IS networks shall be 32 V d.c. maximum including ripple.
- The output impedance of the power supply for non-IS networks shall be ≥ 3 k Ω over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz). This requirement does not apply within 10 ms of the connection or removal of a field device.
- The output impedance of an IS power supply shall be $\geq 400 \Omega$ over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz).

NOTE 2 The IS power supply is assumed to include an IS barrier.

- d) Les prescriptions relatives au claquage de l'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre doivent être en accord avec la CEI 61131-2, tableau 17.

NOTE 3 La tension d'essai est à appliquer entre circuits isolés indépendants ou entre circuits isolés et parties conductrices accessibles. Pour les circuits de tension nominale ≤ 50 V continus ou efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continus et 635 V de crête d'impulsion. Pour les circuits de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2 260 V efficaces, 3 175 V continus et 3 175 V de crête d'impulsion.

11.6.2 Alimentation via les conducteurs de signal

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il fonctionne avec les niveaux maximaux suivants d'ondulation et de bruit de la source d'alimentation.

- a) 16 mV crête à crête sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz);
- b) 2,0 V crête à crête sur la gamme de fréquences 47 Hz à 63 Hz pour les applications qui ne sont pas à SI;
- c) 0,2 V crête à crête sur la gamme de fréquences 47 Hz à 625 Hz pour les applications à SI;
- d) 1,6 V crête à crête aux fréquences supérieures à $125 f_r$, jusqu'à un maximum de 25 MHz;
- e) d'une façon générale, les niveaux en accord avec la figure 13, aux fréquences intermédiaires.



IEC 1463/2000

Figure 13 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit présenter une vitesse maximale de variation du courant tiré sur le réseau de 1 mA/ms. Cette prescription ne s'applique pas: 1) pendant l'émission, 2) durant les premières 10 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement, 3) pendant les premières 10 ms après l'application de l'alimentation au réseau, ou 4) lors de sa séparation du réseau ou du retrait de l'alimentation du réseau. Un dispositif doit porter l'indication d'un courant de repos nominal. Un dispositif ne doit pas tirer plus de 10 mA de plus que son courant nominal sur le réseau durant l'intervalle de temps allant de 100 μ s à 10 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement ou de 100 μ s à 10 ms après l'application de l'alimentation au réseau.

NOTE Les premières 100 μ s sont exclues pour permettre la charge des filtres RFI et des autres capacités situées dans le dispositif. La spécification de vitesse de variation s'applique après 10 ms.

- d) The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with IEC 61131-2, table 17.

NOTE 3 The equivalent test voltage is to be applied between independent isolated circuits or between isolated circuits and accessible conducting parts. For circuits with a nominal voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For circuits with a nominal voltage between 150 and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

11.6.2 Powered via signal conductors

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when operating with maximum levels of power supply ripple and noise as follows:

- 16 mV peak-to-peak over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz);
- 2,0 V peak-to-peak over the frequency range 47 Hz to 63 Hz for non-IS applications;
- 0,2 V peak-to-peak over the frequency range 47 Hz to 625 Hz for IS applications;
- 1,6 V peak-to-peak at frequencies greater than $125 f_r$, up to a maximum of 25 MHz;
- levels at intermediate frequencies generally in accordance with figure 13.

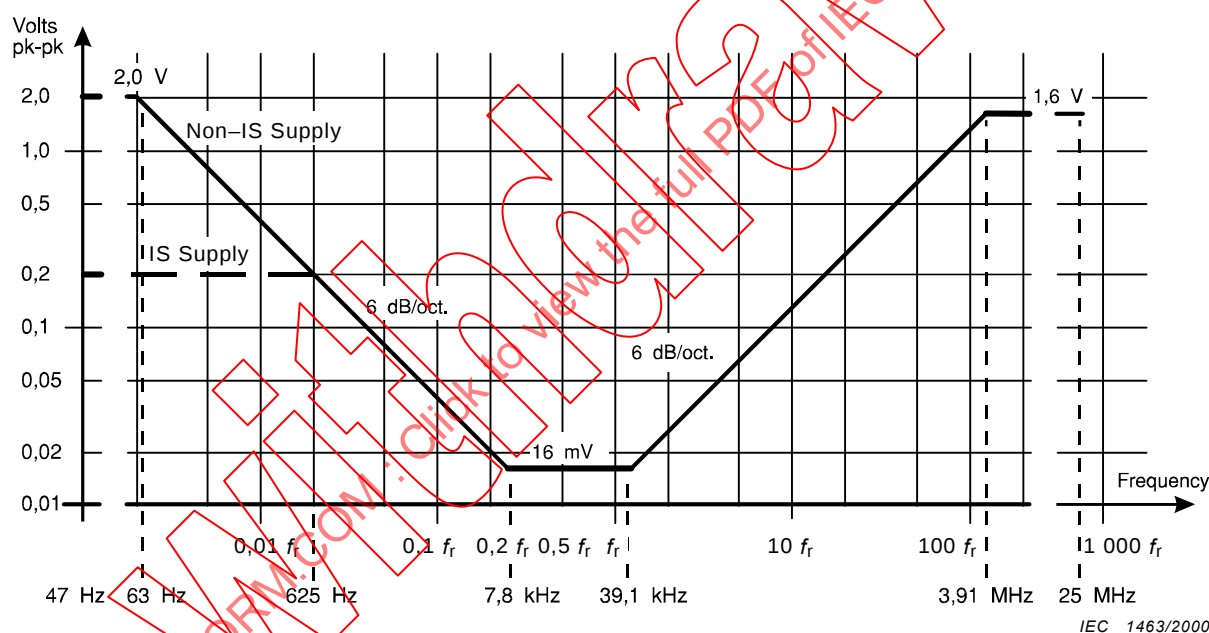


Figure 13 – Power supply ripple and noise

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall exhibit a maximum rate of change of current drawn from the network of 1 mA/ms. This requirement does not apply: 1) when transmitting, 2) within the first 10 ms after the connection of the device to an operating network, 3) within the first 10 ms after the application of power to the network, or 4) upon disconnection from the network or removal of power to the network. A device shall be marked with a rated quiescent current. A device shall draw no more than 10 mA above its rated current from the network during the time interval of 100 μ s to 10 ms after the connection of the device to an operating network or 100 μ s to 10 ms after the application of power to the network.

NOTE The first 100 μ s is excluded to allow for the charging of RFI filters and other capacitance in the device. The rate of change specification applies after 10 ms.

11.6.3 Alimentation séparément des conducteurs de signal

NOTE La distribution d'alimentation à des dispositifs de Bus de Terrain non alimentés par le bus se fait au moyen de conducteurs séparés alimentant des sources locales, des régulateurs ou des barrières de sécurité. La certification de SI peut prescrire que ces conducteurs soient dans un câble séparé des conducteurs de signal et peut aussi imposer des prescriptions plus contraignantes pour les niveaux de courant, que celles spécifiées.

Un dispositif de Bus de Terrain alimenté séparément qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s, ne doit pas tirer un courant continu supérieur à 10 mA sur les conducteurs de signal, et ne doit pas leur fournir un courant continu supérieur à 100 μ A en dehors des périodes d'émission. Un dispositif doit porter l'indication d'un courant de repos nominal tiré sur le réseau.

11.6.4 Isolement électrique

Tous les dispositifs de Bus de Terrain qui utilisent un support filaire, qu'ils soient alimentés séparément ou alimentés via les conducteurs de signal, doivent assurer un isolement à basse fréquence entre la terre et le câble du tronc du Bus de Terrain.

NOTE 1 Cela peut être obtenu par isolement du dispositif entier par rapport à la terre ou par l'utilisation d'un transformateur, d'un optocoupleur, ou d'un autre composant isolant entre le câble du tronc et le dispositif.

Un élément de communication combiné avec une source d'alimentation ne doit pas nécessiter d'isolement électrique.

Pour les câbles blindés, l'impédance d'isolement mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain doit être supérieure à 250 k Ω à toutes les fréquences inférieures à 63 Hz.

La différence de capacité maximale par rapport à la terre des deux accès d'un dispositif, ne doit pas excéder 250 pF.

Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec la CEI 61131-2, tableau 17.

NOTE 2 La tension d'essai est à appliquer entre circuits isolés indépendants ou entre circuits isolés et parties conductrices accessibles. Pour les circuits de tension nominale ≤ 50 V continus ou efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continus et 635 V de crête d'impulsion. Pour les circuits de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2 260 V efficaces, 3 175 V continus et 3 175 V de crête d'impulsion.

11.7 Spécification du support

11.7.1 Connecteur

Les connecteurs de câbles, s'ils sont utilisés, doivent être à la Norme CEI Bus de Terrain (voir annexe A). Les techniques de raccordement de terrain telles que vis ou clips ainsi que les raccordements permanents peuvent aussi être utilisés.

11.7.2 Câble

Le câble utilisé pour essayer les dispositifs de Bus de Terrain munis d'une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s au regard de leur conformité aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158, doit être un câble à simple paire torsadée, muni d'un blindage global, et satisfaisant aux prescriptions minimales suivantes à 25 °C:

- a) Z_0 à f_r (31,25 kHz) = 100 $\Omega \pm 20$ %;
- b) atténuation maximale à 1,25 f_r (39 kHz) = 3,0 dB/km;
- c) déséquilibre maximal de capacité par rapport au blindage = 2 nF/km;
- d) résistance maximale en courant continu (par conducteur) = 24 Ω /km;
- e) variation maximale du temps de propagation de 0,25 f_r à 1,25 f_r = 1,7 μ s/km;

11.6.3 Powered separately from signal conductors

NOTE Power distribution to non-bus-powered Fieldbus devices is by separate conductors feeding local power supplies, regulators or safety barriers. IS certification may require these conductors to be in a separate cable from the signal conductors and may also impose more stringent requirements for current levels than specified.

A separately powered Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU shall draw no more than 10 mA direct current from the signal conductors nor shall it supply more than 100 μ A direct current to the signal conductors when not transmitting. A device shall be marked with a rated quiescent current draw from the network.

11.6.4 Electrical isolation

All Fieldbus devices which use wire medium, whether separately powered or powered via the signal conductors, shall provide low-frequency isolation between ground and the Fieldbus trunk cable.

NOTE 1 This may be by isolation of the entire device from ground or by use of a transformer, opto-coupler or some other isolating component between trunk cable and device.

A combined power supply and communication element shall not require electrical isolation.

For shielded cables, the isolation impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be greater than 250 k Ω at all frequencies below 63 Hz.

The maximum unbalanced capacitance to ground from either input terminal of a device shall not exceed 250 pF.

The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with IEC 61131-2, table 17.

NOTE 2 The equivalent test voltage is to be applied between independent isolated circuits or between isolated circuits and accessible conducting parts. For circuits with a nominal voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For circuits with a nominal voltage between 150 and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

11.7 Medium specification

11.7.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be to the IEC Fieldbus standard (see annex A). Field termination techniques such as screw or blade terminals and permanent termination may also be used.

11.7.2 Cable

The cable used for testing Fieldbus devices with a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU for conformance to the requirements of this part of IEC 61158 shall be a single twisted pair cable with overall shield meeting the following minimum requirements at 25 °C:

- a) Z_0 at f_r (31,25 kHz) = 100 $\Omega \pm 20$ %;
- b) maximum attenuation at 1,25 f_r (39 kHz) = 3,0 dB/km;
- c) maximum capacitive unbalance to shield = 2 nF/km;
- d) maximum d.c. resistance (per conductor) = 24 Ω /km;
- e) maximum propagation delay change 0,25 f_r to 1,25 f_r = 1,7 μ s/km;

f) section d'un conducteur (taille du fil) = 0,8 mm² nominal (n° 18 AWG);

g) couverture minimale du blindage = 90 %.

NOTE 1 D'autres types de câble peuvent être utilisés en dehors des essais de conformité. Des câbles avec des spécifications supérieures peuvent permettre d'accroître la longueur du tronc et/ou d'améliorer l'immunité aux parasites. Inversement, des câbles avec des spécifications inférieures peuvent être utilisés, sous réserve de limitations de longueur à la fois pour le tronc et pour les ramifications, et d'une éventuelle non-conformité aux prescriptions relatives à la susceptibilité RFI/EMI.

NOTE 2 Pour les applications à Sécurité Intrinsèque, il convient que le rapport inductance/résistance (L/R) soit inférieur à la limite spécifiée par l'agence locale de réglementation pour l'implémentation particulière considérée.

11.7.3 Coupleur

Le coupleur doit fournir un ou plusieurs points de raccordement au tronc. Il peut être intégré dans un dispositif de Bus de Terrain, auquel cas il n'y a pas de ramification. Dans les autres, cas il a au moins trois points d'accès comme indiqué à la figure 14: un pour la ramification et un pour chaque côté du tronc.

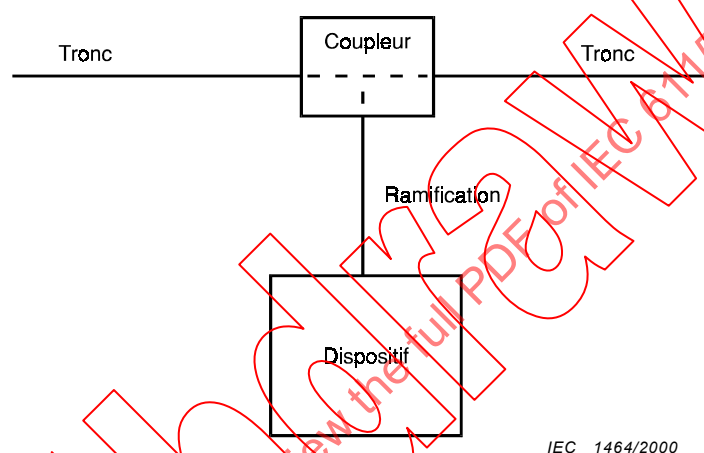


Figure 14 – Coupleur de Bus de Terrain

Un coupleur passif peut contenir tout ou partie des éléments optionnels décrits ci-dessous:

- a) un transformateur, pour assurer l'isolement galvanique et la transformation d'impédance entre tronc et ramification;
- b) des connecteurs, pour permettre un raccordement aisé à la ramification et/ou au tronc;
- c) des résistances de protection, comme indiqué à la figure 15, pour protéger le trafic du bus entre les autres dispositifs, des effets d'une ramification en court-circuit sur un tronc sans alimentation qui n'est pas à Sécurité Intrinsèque.

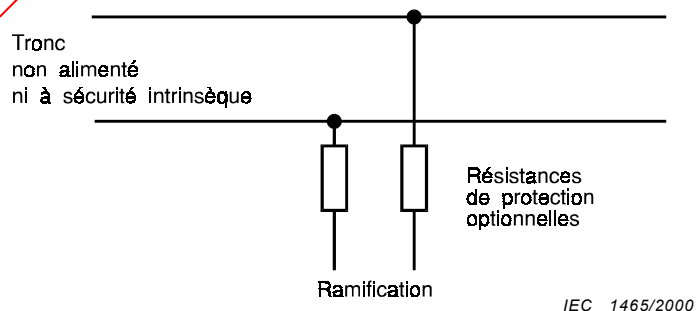


Figure 15 – Résistances de protection

Les coupleurs actifs, qui requièrent des sources d'alimentation externes, contiennent des composants pour l'amplification du signal et sa rémission. Les prescriptions relatives au niveau d'émission et temporelles doivent être celles de 11.3.

- f) conductor cross-sectional area (wire size) = nominal 0,8 mm² (No. 18 AWG);
- g) minimum shield coverage shall be 90 %.

NOTE 1 Other types of cable may be used, other than for conformance testing. Cables with improved specifications may enable increased trunk length and/or superior interference immunity. Conversely, cables with inferior specifications may be used subject to length limitations for both trunk and spurs plus possible non-conformance to the RFI/EMI susceptibility requirements.

NOTE 2 For Intrinsically Safe applications the inductance/resistance ratio (L/R) should be less than the limit specified by the local regulatory agency for the particular implementation.

11.7.3 Coupler

The coupler shall provide one or several point(s) of connection to the trunk. It may be integrated in a Fieldbus device, in which case there is no spur. Otherwise it has at least three access points as shown in figure 14: one for the spur and one for each side of the trunk.

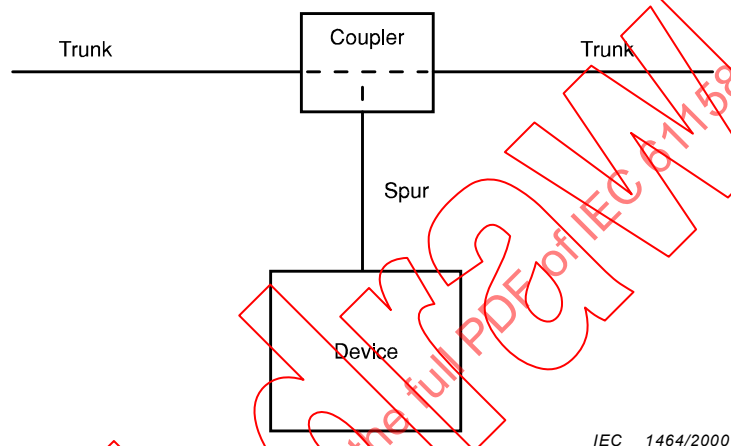


Figure 14 – Fieldbus coupler

A passive coupler may contain any or all of the optional elements as described below:

- a) a transformer, to provide galvanic isolation and impedance transformation between trunk and spur;
- b) connectors, to provide easy connection to spur and/or trunk;
- c) protection resistors, as shown in figure 15, to protect bus traffic between other stations from the effects of a short circuit spur on an unpowered, non-Intrinsically-Safe trunk.

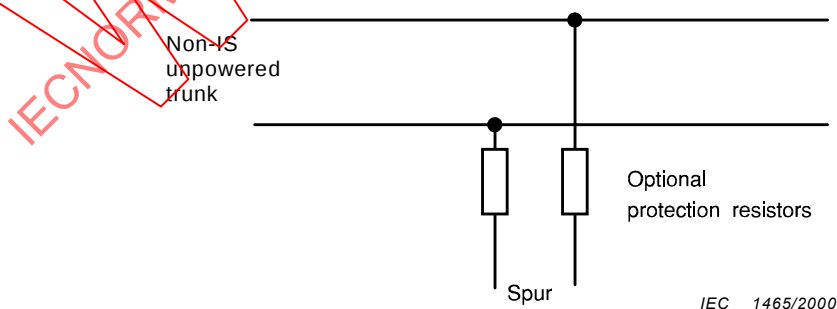


Figure 15 – Protection resistors

Active couplers, which require external power supplies, contain components for signal amplification and re-transmission. The transmit level and timing requirements shall be according to 11.3.

11.7.4 Raccords

NOTE 1 Un raccord est toute partie du réseau dans laquelle l'impédance caractéristique du câble du réseau n'est pas respectée. Cela peut être dû à la séparation des conducteurs du câble, à la suppression du blindage du câble, au changement de taille ou de type du fil, au raccordement aux ramifications, aux dénudages des connexions aux bornes d'accès, etc. Une définition pratique d'un raccord est de ce fait, toute partie du réseau qui n'est pas constituée d'une longueur ininterrompue du support spécifié.

Pour les réseaux ayant une longueur totale de câble (tronc et ramifications) supérieure à 400 m, la somme des longueurs de tous les raccords ne doit pas excéder 2 % de la longueur totale de câble. Pour les longueurs de câble de 400 m ou moins, la somme des longueurs de tous les raccords ne doit pas excéder 8 m.

NOTE 2 Le but de cette spécification est de préserver la qualité de transmission en prescrivant que le réseau doit être construit presque entièrement au moyen du support spécifié.

Dans un raccord, la continuité de tous les conducteurs du câble doit être maintenue.

11.7.5 Terminaison

Une terminaison doit être placée aux deux extrémités du câble tronc, raccordée entre les deux conducteurs de signal. Il ne doit pas être établi de connexion entre la terminaison et le blindage du câble.

La valeur de l'impédance de la terminaison doit être de $100 \Omega \pm 2 \%$ sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz).

NOTE 1 Cette valeur est approximativement la valeur de l'impédance caractéristique moyenne du câble pour les câbles qui conviennent, aux fréquences concernées, et est choisie pour minimiser les réflexions de transmission sur la ligne.

Le courant de fuite continu à travers la terminaison ne doit pas excéder 100 μ A. La terminaison doit être non-polarisée.

Toutes les terminaisons utilisées pour les applications à SI doivent satisfaire aux prescriptions d'isolement (contournement et écartement) appropriées à l'approbation de SI requise. Les terminaisons utilisées pour les applications qui ne sont pas à SI ne nécessitent pas une approbation de SI.

NOTE 2 Il est acceptable que les fonctions de source d'alimentation, de barrière de sécurité et de terminaison soient combinées de manières diverses, pour autant que l'impédance de la combinaison soit équivalente à l'impédance parallèle de dispositifs indépendants satisfaisant aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158, et que les règles de configuration du réseau de 11.2.2 soient suivies.

11.7.6 Règles de blindage

Lorsque la conformité aux prescriptions d'immunité au bruit de 11.4 doit être obtenue par l'utilisation d'un blindage, il est nécessaire d'assurer l'intégrité du blindage tout au long du câblage, des connecteurs et des coupleurs, par les moyens suivants:

- la couverture du blindage du câble doit être supérieure à 90 % de la longueur totale de câble;
- le blindage doit couvrir complètement les circuits électriques dans les connecteurs, les coupleurs et les raccords.

NOTE Le non-respect de ces règles de blindage peut dégrader l'immunité au bruit.

11.7.7 Règles de mise à la terre

NOTE 1 Mettre à la terre signifie raccorder de façon permanente à la terre, à travers une impédance suffisamment basse et avec une capacité de transport de courant suffisante, pour prévenir les élévations de tension susceptibles d'entraîner un risque excessif pour les équipements raccordés ou les personnes. Les lignes de zéro volt (commun) peuvent être raccordées à la terre aux endroits où elles sont isolées galvaniquement du tronc du Bus de Terrain.

11.7.4 Splices

NOTE 1 A splice is any part of the network in which the characteristic impedance of the network cable is not preserved. This is possibly due to separation of the cable conductors, removal of the cable shield, change of wire gauge or type, connection to spurs, attachment to terminal strips, etc. A practical definition of a splice is therefore any part of the network that is not a continuous length of the specified medium.

For networks having a total cable length (trunk and spurs) of greater than 400 m, the sum of the lengths of all splices shall not exceed 2,0 % of the total cable length. For cable lengths of 400 m or less, the sum of the lengths of all splices shall not exceed 8 m.

NOTE 2 The motivation for this specification is to preserve transmission quality by requiring that the network be constructed almost entirely of the specified medium.

The continuity of all conductors of the cable shall be maintained in a splice.

11.7.5 Terminator

A terminator shall be located at both ends of the trunk cable, connected from one signal conductor to the other. No connection shall be made between terminator and cable shield.

The terminator impedance value shall be $100 \Omega \pm 2 \%$ over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz).

NOTE 1 This value is approximately the average cable characteristic impedance value for suitable cables at the relevant frequencies and is chosen to minimize transmission line reflections.

The direct current leakage through the terminator shall not exceed 100 μ A. The terminator shall be non-polarized.

All terminators used for IS applications shall comply with isolation requirements (creepage and clearance) commensurate with the required IS approval. Terminators for non-IS applications shall not be required to have IS approval.

NOTE 2 It is acceptable for the functions of power supply, safety barrier, and terminator to be combined in various ways as long as the impedance of the combination is equivalent to the parallel impedance of independent devices meeting the requirements of this part of IEC 61158 and the network configuration rules of 11.2.2 are followed.

11.7.6 Shielding rules

Where conformance to the noise immunity requirements of 11.4 is to be met by the use of shielding it is necessary to ensure the integrity of shielding throughout the cabling, connectors and couplers by the following means:

- a) the coverage of the cable shield shall be greater than 90 % of the full cable length;
- b) shielding shall completely cover the electrical circuits in connectors, couplers, and splices.

NOTE Deviation from these shielding rules may degrade noise immunity.

11.7.7 Grounding rules

NOTE 1 Grounding means permanently connected to earth through a sufficiently low impedance and with sufficient current-carrying capability to prevent voltage build-up which might result in undue hazard to connected equipment or persons. Zero volts (common) lines may be connected to ground where they are galvanically isolated from the Fieldbus trunk.

Les dispositifs de Bus de Terrain doivent être capables de fonctionner selon les prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 avec le point milieu d'une terminaison ou d'un coupleur inductif raccordé directement à la terre.

Les dispositifs de Bus de Terrain ne doivent pas relier l'un ou l'autre des conducteurs de la paire torsadée à la terre en un point quel qu'il soit du réseau. Les signaux doivent être appliqués et conservés sous forme différentielle d'un bout à l'autre du réseau.

NOTE 2 C'est une pratique courante que le blindage du câble du tronc d'un Bus de Terrain (si cela s'applique), soit efficacement mis à la terre en un point le long du câble. Pour cette raison il convient que les dispositifs de Bus de Terrain permettent l'isolement en courant continu du blindage du câble, par rapport à la terre. C'est aussi une pratique courante de raccorder les conducteurs de signal à la terre de manière symétrique au même point, par exemple en utilisant la prise médiane d'une terminaison ou d'un transformateur de couplage. Pour les systèmes alimentés par le bus, il est souhaitable que la mise à la terre du blindage et des conducteurs de signal pris de manière symétrique, soit faite près de la source d'alimentation. Pour les systèmes à SI, il est souhaitable que la mise à la terre soit faite au point de raccordement à la terre de la barrière de sécurité. Un couplage capacitif entre le blindage ou les conducteurs de signal pris de manière symétrique et la terre locale d'un dispositif, pour contenir les perturbations électromagnétiques, est autorisé sous réserve des prescriptions relatives à la SI.

11.8 Sécurité Intrinsèque

NOTE La présente partie de la CEI 61158 ne vise pas à lister les prescriptions par lesquelles un élément d'un équipement peut être certifié comme étant de Sécurité Intrinsèque, ni ne requiert qu'un équipement soit de Sécurité Intrinsèque. Il cherche plutôt à exclure les conditions ou les situations qui empêcheraient la certification de SI.

11.8.1 Barrière de Sécurité Intrinsèque

L'impédance de la barrière doit être supérieure à 460Ω à toute fréquence dans la gamme $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz). La spécification d'impédance de barrière de SI doit s'appliquer à toutes les barrières utilisées comme partie de la Couche Physique, qu'elles soient installées comme un élément séparé du matériel du réseau ou incluses dans une carte d'une source d'alimentation. L'impédance de la barrière doit être mesurée entre les bornes d'accès, des deux côtés de la barrière. L'impédance de la barrière doit être mesurée lorsque la source d'alimentation du réseau est réglée à la tension de fonctionnement nominale (non à la tension de sécurité) de la barrière.

NOTE Il est acceptable que les fonctions de source d'alimentation, de barrière de sécurité et de terminaison soient combinées de manières diverses, pour autant que l'impédance de la combinaison soit équivalente à l'impédance parallèle de dispositifs indépendants satisfaisant aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158, et que les règles de configuration du réseau de 11.2.2 soient suivies.

A la tension de fonctionnement nominale de la barrière et à toute fréquence dans la gamme $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz), la capacité mesurée entre la borne «+» (positive) du réseau (côté dangereux) et la terre ne doit pas différer de plus de 250 pF de la capacité mesurée entre la borne «-» (négative) du réseau (côté dangereux) et la terre.

11.8.2 Emplacement des barrières et des terminaisons

Une barrière doit être séparée de la terminaison la plus proche par 100 m de câble au plus.

NOTE La barrière peut apparaître comme une impédance parallèle aussi basse que 460Ω aux fréquences de transmission du signal. La résistance de terminaison est suffisamment basse pour que lorsqu'elle est placée en parallèle avec l'impédance de la barrière, l'impédance résultante soit presque entièrement résistive (non réactive).

11.9 Isolateurs galvaniques

Les caractéristiques de transmission des isolateurs galvaniques utilisés sur le Bus de Terrain doivent être conformes aux spécifications de 11.8.

Fieldbus devices shall be required to function to the requirements of this part of IEC 61158 with the mid-point of one terminator or one inductive coupler connected directly to ground.

Fieldbus devices shall not connect either conductor of the twisted pair to ground at any point in the network. Signals shall be applied and preserved differentially throughout the network.

NOTE 2 It is standard practice for the shield of the Fieldbus trunk cable (if applicable) to be effectively grounded at one point along the length of the cable. For this reason Fieldbus devices should allow d.c. isolation of the cable shield from ground. It is also standard practice to connect the signal conductors to ground in a balanced manner at the same point, e.g. by using the center tap of a terminator or coupling transformer. For bus powered systems the grounding of the shield and balanced signal conductors should be close to the power supply unit. For IS systems the grounding should be at the safety barrier earth connection. Capacitive coupling between the shield or the balanced signal conductors and device local ground for EMI control is permitted subject to IS requirements.

11.8 Intrinsic Safety

NOTE This part of IEC 61158 does not attempt to list the requirements by which an item of equipment may be certified as intrinsically safe nor does it require equipment to be intrinsically safe. Rather, it seeks to exclude conditions or situations that would prevent IS certification.

11.8.1 Intrinsic safety barrier

The barrier impedance shall be greater than 460Ω at any frequency in the range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz). The IS barrier impedance specification shall apply to all barriers used as part of the Physical Layer, whether installed as a separate item of network hardware or embedded in a power supply card. The barrier impedance shall be measured across the terminals on both sides of the barrier. The barrier impedance shall be measured while the network power supply is set at the rated working voltage (not safety voltage) of the barrier.

NOTE It is acceptable for the functions of power supply, safety barrier, and terminator to be combined in various ways as long as the impedance of the combination is equivalent to the parallel impedance of independent devices meeting the requirements of this part of IEC 61158 and the network configuration rules of 11.2.2 are followed.

At the rated working voltage of the barrier, and at any frequency in the range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz), the capacitance measured from the "+" (positive) network terminal (hazardous side) to ground shall differ by no more than 250 pF from the capacitance measured from the "-" (negative) network terminal (hazardous side) to ground.

11.8.2 Barrier and terminator placement

A barrier shall be separated from the nearest terminator by no more than 100 m of cable.

NOTE The barrier can appear as a shunt impedance as low as 460Ω at the signalling frequencies. The terminator resistance is sufficiently low that when it is placed in parallel with the barrier impedance, the resulting impedance is almost entirely resistive (non-reactive).

11.9 Galvanic Isolators

The communications characteristics of galvanic isolators used on the Fieldbus shall comply with the specifications of 11.8.

12 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 1,0 Mbit/s sur support filaire

NOTE 1 Les prescriptions relatives à la MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s n'ont pas pour but spécifique de faciliter les options de distribution d'alimentation via les conducteurs de signal et d'aptitude à la certification de Sécurité Intrinsèque. Si l'alimentation se fait par le bus, elle est distribuée sous forme d'une tension et d'un courant continus, et les signaux de communication sont superposés à l'alimentation continue.

NOTE 2 Le support du réseau est constitué de câble à paire torsadée blindée. Quelle que soit la topologie, tous les dispositifs rattachés au réseau, sauf éventuellement le dispositif en train d'émettre, sont à haute impédance pour éviter toute charge significative du réseau. Des formes d'ondes trapézoïdales sont utilisées afin de réduire les émissions électromagnétiques et la distorsion du signal.

NOTE 3 Une topologie linéaire est admise. Un réseau comprend un câble tronc, muni de terminaisons aux deux extrémités. Les ramifications sont distribuées tout au long du tronc.

12.1 Débit binaire émis

Le débit binaire émis doit être de 1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée de bit instantanée doit être de 1,0 μ s $\pm$ 0,025 μ s.

12.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s fonctionne dans un réseau composé des éléments suivants:

- a) câble;
- b) terminaisons;
- c) coupleurs;
- d) dispositifs (contenant au moins un élément de communication).

Un réseau filaire en mode tension à 1,0 Mbit/s peut inclure de façon additionnelle les éléments suivants:

- e) connecteurs;
- f) sources d'alimentation;
- g) dispositifs comprenant des sources d'alimentation.

12.2.1 Topologies

Une MAU à support filaire doit fonctionner dans un réseau à topologie linéaire, constitué d'un tronc, muni de terminaisons à chaque extrémité comme spécifié en 12.7.5, auquel les éléments de communication sont raccordés via des coupleurs et des ramifications. Chaque élément de communication doit être raccordé en parallèle sur le câble tronc.

NOTE 1 Le coupleur et l'élément de communication peuvent être intégrés dans un même dispositif (i.e. ramification de longueur nulle).

NOTE 2 La topologie arborescente avec tous les éléments de communication situés aux extrémités du tronc est considérée comme un cas particulier du bus linéaire pour les besoins de la présente partie de la CEI 61158.

NOTE 3 Plusieurs éléments de communication peuvent être raccordés au tronc en un même point au moyen d'un coupleur multivoie. Un coupleur actif peut être utilisé pour étendre une ramification jusqu'à une longueur qui nécessite une terminaison afin d'éviter les réflexions et les distorsions. Des répéteurs actifs peuvent être utilisés pour étendre la longueur du tronc au-delà de celle d'un seul tronçon dans la mesure où les règles de configuration du réseau le permettent.

12.2.2 Règles de configuration du réseau

Une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'elle est utilisée dans un réseau qui respecte ces règles.

Règle 1: Un Bus de Terrain doit être capable d'assurer la communication entre deux et 32 dispositifs fonctionnant tous avec le même débit binaire.

NOTE 1 La règle 1 n'interdit pas l'usage d'un plus grand nombre de dispositifs que celui spécifié, dans un système installé.

12 Medium Attachment Unit (MAU): 1,0 Mbit/s, voltage-mode, wire medium

NOTE 1 The 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU requirements are not specifically intended to facilitate the options of power distribution via the signal conductors and suitability for Intrinsic Safety certification. If bus-powered, power is distributed as direct voltage and current, and communications signals are superimposed on the d.c. power.

NOTE 2 The network medium consists of shielded twisted-pair cable. Independent of topology, all attached devices, other than possibly the transmitting device, are high impedance to prevent significant network loading. Trapezoidal waveforms are used to reduce electromagnetic emissions and signal distortion.

NOTE 3 A linear bus topology is supported. A network contains one trunk cable, terminated at both ends. Spurs are distributed along the length of the trunk.

12.1 Transmitted bit rate

The transmitted bit rate shall be 1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, averaged over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be 1,0 μ s $\pm$ 0,025 μ s.

12.2 Network specifications

NOTE A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU operates in a network composed of the following components:

- a) cable;
- b) terminators;
- c) couplers;
- d) devices (containing at least one communication element).

A wire network in 1,0 Mbit/s voltage mode may additionally include the following components:

- e) connectors;
- f) power supplies;
- g) devices which include power supplies.

12.2.1 Topologies

A wire MAU shall operate in a network with a linear bus topology, consisting of a trunk, terminated at each end as specified in 12.7.5, to which communication elements are connected via couplers and spurs. Each communication element shall be connected in parallel with the trunk cable.

NOTE 1 The coupler and communication element may be integrated in one device (i.e. zero length spur).

NOTE 2 Tree topology with all the communication elements located at the ends of the trunk is regarded as a special case of a bus for the purpose of this part of IEC 61158.

NOTE 3 Several communication elements may be connected to the trunk at one point using a multi-port coupler. An active coupler may be used to extend a spur to a length which requires termination to avoid reflections and distortions. Active repeaters may be used to extend the length of the trunk beyond that of a single segment as permitted by the network configuration rules.

12.2.2 Network configuration rules

A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when used in a network which complies with these rules.

Rule 1: One Fieldbus shall be capable of communication between two and 32 devices, all operating at the same bit rate.

NOTE 1 Rule 1 does not preclude the use of more than the specified number of devices in an installed system.

Règle 2: Un tronçon d'un Bus de Terrain en mode tension à 1,0 Mbit/s complètement chargé (nombre maximal de dispositifs connectés) doit pouvoir atteindre une longueur de câble totale de 750 m entre deux dispositifs quelconques, y compris les ramifications.

NOTE 2 La longueur de câble maximale de 750 m est la prescription requise pour la conformité à la présente partie de la CEI 61158, mais cela n'interdit pas l'utilisation de longueurs plus grandes dans un système installé.

Règle 3: Le nombre total de régénérations de la forme d'onde au moyen de répéteurs et de coupleurs actifs entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder quatre.

Règle 4: Le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 40 durées de bit nominales.

NOTE 3 Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable que la part du temps de retournement d'un dispositif quelconque du réseau, qui est introduite par une PhE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée, n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL – PhL ou l'interface MDS – MAU soient accessibles, la part du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée ni essayée au regard de la conformité.

Règle 5: Le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

Règle 6: Pour un Bus de Terrain à 1,0 Mbit/s à support filaire non alimenté via les conducteurs de signal, une défaillance simple dans un quelconque élément de communication ou une ramification (y compris un court-circuit, mais non compris un bavardage) ne doit pas perturber les échanges entre les autres éléments de communication pendant plus de 1 ms.

Règle 7: Dans les systèmes sensibles à la polarité, les paires torsadées du support doivent avoir des conducteurs marqués de façon distincte de manière à identifier sans ambiguïté chaque conducteur individuel. La polarité doit être respectée en tous les points de raccordement.

Règle 8: La dégradation des caractéristiques électriques du signal, entre deux dispositifs quelconques, due à l'atténuation, à la distorsion d'atténuation et à la désadaptation, doit être limitée aux valeurs indiquées ci-dessous:

a) Atténuation du signal: La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications, nombre de dispositifs et éléments d'adaptation éventuels) doit être telle que l'atténuation entre deux dispositifs quelconques à la fréquence correspondant au débit binaire n'excède pas 17 dB;

b) Distorsion d'atténuation: La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications et nombre de dispositifs) doit être telle qu'entre deux dispositifs quelconques:

$$[\text{Atténuation}(1,25 f_r) - \text{Atténuation}(0,25 f_r)] \leq 8 \text{ dB}$$

$$\text{Atténuation}(1,25 f_r) \geq \text{Atténuation}(0,25 f_r)$$

où f_r est la fréquence correspondant au débit binaire. L'atténuation doit être monotone pour toutes les fréquences de $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).

c) Distorsion de désadaptation: La désadaptation (due aux ramifications ou à tout autre effet, y compris une ramification ouverte de longueur maximale) sur le bus doit être telle qu'en tout point le long du tronc, dans la bande de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz):

$$|(Z - Z_0)/(Z + Z_0)| \leq 0,2$$

où Z_0 est l'impédance caractéristique du câble tronc et Z est la combinaison parallèle de Z_0 et de l'impédance de charge au niveau du coupleur.

NOTE 4 La règle 8 minimise les restrictions sur la longueur du tronc et des ramifications, le nombre de dispositifs etc. en spécifiant seulement les limitations de transmission imposées par les combinaisons de ces facteurs. Des combinaisons différentes peuvent être utilisées en fonction des besoins de l'application.

Rule 2: A fully loaded (maximum number of connected devices) 1,0 Mbit/s voltage-mode Fieldbus segment shall have a total cable length, including spurs, between any two devices, of up to 750 m.

NOTE 2 750 m maximum cable length is the requirement for conformance to this part of IEC 61158 but this does not preclude the use of longer lengths in an installed system.

Rule 3: The total number of waveform regenerations by repeaters and active couplers between any two devices shall not exceed four.

Rule 4: The maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 40 nominal bit times.

NOTE 3 For efficiency of the network, that part of the turn-around time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed 5 bit times, no more than 2 bit times of which should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL – PhL interface or the MDS – MAU interface, that part of the turn-around time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified or conformance tested.

Rule 5: The Fieldbus shall be capable of continued operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Rule 6: For a 1,0 Mbit/s wire Fieldbus which is not powered via the signal conductors, a single failure in any one communication element or spur (including a short circuit, but excluding jabber) shall not interfere with transactions between other communication elements for more than 1 ms.

Rule 7: In polarity sensitive systems the medium twisted pairs shall have distinctly marked conductors which uniquely identify individual conductors. The polarization shall be maintained at all connection points.

Rule 8: The degradation of the electrical characteristics of the signal, between any two devices, due to attenuation, attenuation distortion and mismatching shall be limited to the values indicated below.

a) Signal attenuation: The configuration of the bus (trunk and spur lengths, number of devices, and possible matching devices) shall be such that the attenuation between any two devices at the frequency corresponding to the bit rate shall not exceed 17 dB;

b) Attenuation distortion: The configuration of the bus (trunk and spur lengths and number of devices) shall be such that between any two devices:

$$[\text{Attenuation}(1,25 f_r) - \text{Attenuation}(0,25 f_r)] \leq 8 \text{ dB}$$

$$\text{Attenuation}(1,25 f_r) \geq \text{Attenuation}(0,25 f_r)$$

where f_r is the frequency corresponding to the bit rate. Attenuation shall be monotonic for all frequencies from $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz);

c) Mismatching Distortion: Mismatching (due to spurs or any other effect, including one open circuit spur of maximum length) on the bus shall be such that, at any point along the trunk, in the frequency band $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz):

$$|(Z - Z_0) / (Z + Z_0)| \leq 0,2$$

where Z_0 is the characteristic impedance of the trunk cable and Z is the parallel combination of Z_0 and the load impedance at the coupler.

NOTE 4 Rule 8 minimizes restrictions on trunk and spur length, number of devices etc. by specifying only the transmission limitations imposed by combinations of these factors. Different combinations may be used depending on the needs of the application.

NOTE 5 La cause principale d'une grande désadaptation est la concentration de plusieurs coupleurs sur une courte longueur du tronc.

Si la distance entre deux coupleurs consécutifs est inférieure à 4 m, le temps de propagation entre eux est inférieur à 20 ns (1/10 des temps de montée et de descente maximaux spécifiés pour le signal émis) et la concentration apparaît comme un seul élément désadapté produisant d'importantes réflexions des transitions du signal.

Une concentration de coupleurs où la distance entre deux coupleurs consécutifs est inférieure à 4 m est appelée une grappe.

De façon à satisfaire la règle 8c lorsque l'on utilise des dispositifs présentant une impédance d'entrée de valeur minimale (8 kΩ) et des ramifications de longueur nulle, il est recommandé qu'une grappe ne comprenne pas plus de quatre coupleurs.

L'utilisation de dispositifs présentant une impédance d'entrée plus élevée de façon significative que la valeur minimale autoriserait des grappes comprenant plus de coupleurs.

L'utilisation de ramifications de longueur non nulle pourrait nécessiter que les grappes comprennent moins de quatre coupleurs.

NOTE 6 Il est possible de réduire la désadaptation due à une grappe par les moyens suivants:

- en utilisant des coupleurs multivoies actifs;
- en insérant des éléments d'adaptation (atténuateurs passifs) de chaque côté de la grappe sous la condition que la règle 8b soit satisfaite.

Règle 9: Les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- a) chaque canal (câble) doit satisfaire aux règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- c) les répéteurs aussi doivent être redondants;
- d) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques par deux canaux quelconques ne doit alors pas excéder cinq durées de bit;
- e) les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est-à-dire que les canaux 1,2,3... vus par la Gestion de Station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1,2,3...

12.2.3 Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau

Le blindage du câble ne doit pas être utilisé comme conducteur d'alimentation.

12.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 12.1 et de 12.3 sont résumées dans les tableaux 13 et 14.

Tableau 13 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué à la figure 16)	Limites pour 1,0 Mbit/s en mode tension
Niveau de sortie (crête à crête, voir figure 17) Avec charge d'essai (0,5 Z_0 nominale du câble tronc)	5,5 V à 9,0 V 75 Ω ± 1 %
Différence maximale des amplitudes positive et négative (décalage de signal) comme indiqué à la figure 18	±0,45 V
Niveau de sortie avec une terminaison du tronc enlevé (crête à crête) Avec charge d'essai (Z_0 nominale du câble tronc)	5,5 V à 11,0 V 150 Ω ± 1 %
Niveau de sortie; circuit ouvert (crête à crête)	5,5 V à 30,0 V
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (voir figure 17)	±10 %
Sortie émission au repos; bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz)	≤5 mV (eff.)

NOTE 5 The main cause of a large mismatch is the concentration of several couplers on a short length of the trunk.

If the distance between two consecutive couplers is less than 4 m the propagation delay between them is smaller than 20 ns (1/10 of the maximum rise or fall times specified for the transmit signal) and the concentration appears as a single mismatched element inducing large reflections of the signal transitions.

A concentration of couplers where the distance between two consecutive couplers is less than 4 m is defined as a cluster.

In order to comply with the Rule 8c using devices with an input impedance of minimum value (8 k Ω) and zero length spurs, it is recommended that a cluster would not include more than four couplers.

Using devices with an input impedance significantly higher than the minimum value would allow clusters with more couplers. Using non-zero length spurs could require clusters to have fewer than four couplers.

NOTE 6 It is possible to reduce the mismatching due to a cluster by the following means:

- using active multiport couplers;
- inserting matching devices (passive attenuators) on each side of the cluster, under the condition that the Rule 8b is satisfied.

Rule 9: The following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel (cable) shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment between two redundant segments;
- c) repeaters shall also be redundant;
- d) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;
- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channels 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...

12.2.3 Power distribution rules for network configuration

The cable shield shall not be used as a power conductor.

12.3 Transmit circuit specification for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 12.1 and 12.3 are summarized in tables 13 and 14.

Table 13 – Transmit level specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 16)	Limits for 1,0 Mbit/s voltage mode
Output level (peak-to-peak, see figure 17) With test load (0,5 nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 9,0 V 75 $\Omega \pm 1$ %
Maximum positive and negative amplitude difference (signalling bias) as shown in figure 18	$\pm 0,45$ V
Output level with one terminator removed (peak-to-peak) With test load (nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 11,0 V 150 $\Omega \pm 1$ %
Output level; open circuit (peak-to-peak)	5,5 V to 30,0 V
Maximum output signal distortion; i.e., overvoltage, ringing and droop (see figure 17)	± 10 %
Quiescent transmitter output; i.e. transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 4 MHz)	≤ 5 mV (r.m.s.)

**Tableau 14 – Résumé des spécifications temporelles d'émission
pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s**

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué figure 16)	Limites pour 1,0 Mbit/s en mode tension
Débit binaire émis	1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %
Durée de bit instantanée	1,0 μ s $\pm$ 0,025 μ s
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête à crête, voir figure 17)	$\leq$ 0,2 durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête à crête)	$\leq$ 200 V/ μ s
Gigue maximale du bit émis (déviations du point de passage à zéro, voir figure 18)	$\pm$ 0,025 durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq$ 2,0 durées de bit nominales

12.3.1 Configuration d'essai

La figure 16 montre la configuration qui doit être utilisée pour les essais.

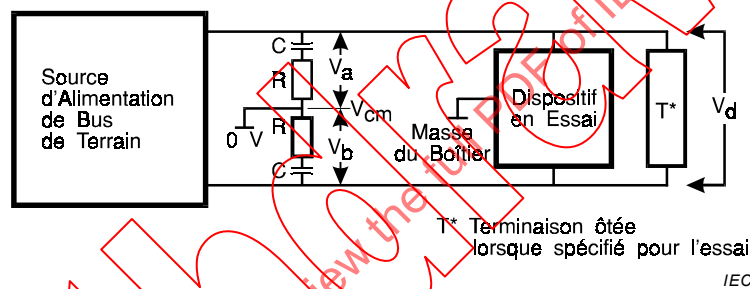


Figure 16 – Configuration d'essai du circuit d'émission

Tension de signal différentielle: $V_d = V_a - V_b$

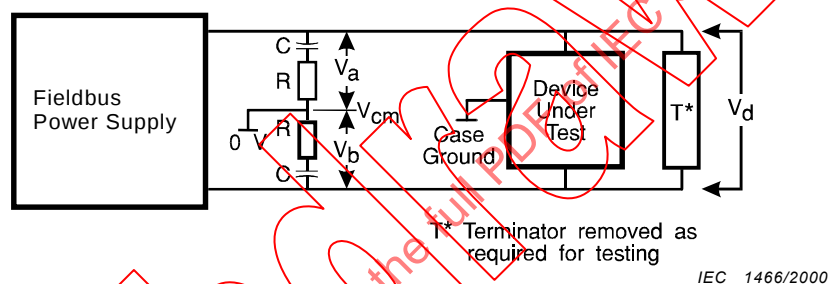
Résistance de charge d'essai $R = 75 \, \Omega$ (0,5 Z_0 du câble) et $C = 0,33 \, \mu$ F, sauf indication contraire dans une prescription spécifique.

Table 14 – Transmit timing specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Transmit timing characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 16)	Limits for 1,0 Mbit/s voltage mode
Transmitted bit rate	1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %
Instantaneous bit time	1,0 μ s $\pm$ 0,025 μ s
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-to-peak signal, see figure 17)	$\leq$ 0,2 nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of peak-to-peak signal)	$\leq$ 200 V/ μ s
Maximum transmitted bit cell jitter (zero-crossing point deviation, see figure 18)	$\pm$ 0,025 nominal bit time
Transmit enable/disable time (i.e. time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq$ 2,0 nominal bit times

12.3.1 Test configuration

Figure 16 shows the configuration which shall be used for testing.

**Figure 16 – Transmit circuit test configuration**

Differential signal voltage: $V_d = V_a - V_b$

Test load resistance $R = 75 \Omega$ (0.5 cable Z_0) and $C = 0,33 \mu$ F except where otherwise stated in a specific requirement.

12.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

NOTE La figure 17 montre un exemple de la composante alternative d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain, illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.

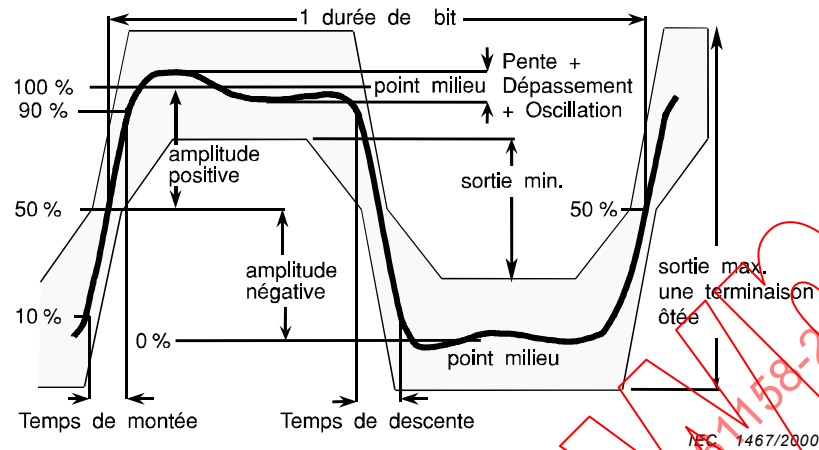


Figure 17 – Forme d'onde de sortie

Un circuit d'émission d'une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point médian estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («point milieu» à la figure 17):

- la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après le transformateur élévateur/abaisseur (si cela s'applique) doit être comprise entre 5,5 V et 9,0 V crête à crête, avec une résistance de charge de $75 \Omega \pm 1 \%$ («sortie min.» à la figure 17);
- la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une résistance de charge de $150 \Omega \pm 1 \%$ (c'est-à-dire avec une terminaison du tronc enlevé) doit être comprise entre 5,5 V et 11,0 V crête à crête («sortie max. une terminaison ôtée» à la figure 17);
- la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une charge quelconque y compris un circuit ouvert, doit être comprise entre 5,5 V et 30,0 V crête à crête. Pour les besoins de l'essai, le circuit ouvert doit être défini comme une résistance de charge de 100 k Ω en parallèle avec une capacité de 15 pF;
- durant l'émission, un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- la différence entre l'amplitude positive et l'amplitude négative, mesurées comme indiqué figure 18, ne doit pas excéder $\pm 0,45$ V crête;
- le bruit de sortie d'une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 5 mV eff., mesuré de façon différentielle sur la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz et rapporté au tronc;
- la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de la valeur crête à crête. Après quoi la tension du signal ne doit pas varier de plus de $\pm 10 \%$ de la valeur crête à crête jusqu'à l'occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

12.3.2 Output level requirements

NOTE Figure 17 shows an example of the a.c. component of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power supply voltages.

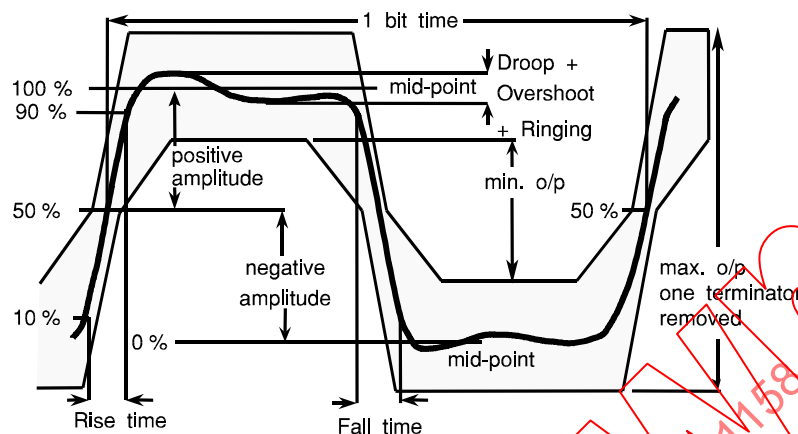


Figure 17 – Output waveform

A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("mid-point" in figure 17):

- the output voltage across the test load after transformer step up/down (if applicable) shall be between 5,5 V and 9,0 V peak-to-peak with a load resistance of $75 \Omega \pm 1 \%$ ("min. o/p" in figure 17);
- the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with a load resistance of $150 \Omega \pm 1 \%$ (i.e. with one trunk terminator removed) shall be between 5,5 V and 11,0 V peak-to-peak ("max. o/p one terminator removed" in figure 17);
- the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with any load including an open circuit shall be between 5,5 V and 30,0 V peak-to-peak. For test purposes open circuit shall be defined as a load of 100 k Ω resistance in parallel with 15 pF capacitance;
- during transmission a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \Omega$ is applied for 1 s;
- the difference between positive amplitude and negative amplitude, measured as shown in figure 18, shall not exceed $\pm 0,45$ V peak;
- the output noise from a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 5 mV r.m.s., measured differentially over the frequency band 1 kHz to 4 MHz, referred to the trunk;
- the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than $\pm 10 \%$ of peak-to-peak value until next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, i.e. overvoltage, ringing and droop.

12.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Un circuit d'émission de MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

- les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête, ne doivent pas excéder 0,2 durée de bit nominale (voir figure 17);
- la vitesse de variation ne doit pas excéder 200 V/μs, mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête (voir figure 17);

NOTE Les prescriptions a) et b) ont pour conséquence une forme d'onde trapézoïdale à la sortie du circuit d'émission. La prescription b) limite le niveau des émissions parasites susceptibles d'être couplées aux circuits adjacents, etc. La prescription b) est calculée au moyen de la formule:

$$\text{Vitesse de variation max.} = 6 \times \text{Vitesse de variation min.} = 6 \times 0,8 V_o / 0,2 T = 24 \times V_o / T$$

où V_o est la tension de sortie crête à crête maximale (9,0 V), et T la durée de bit nominale (1 μs).

- la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesuré par référence au passage à zéro précédent (voir figure 18);

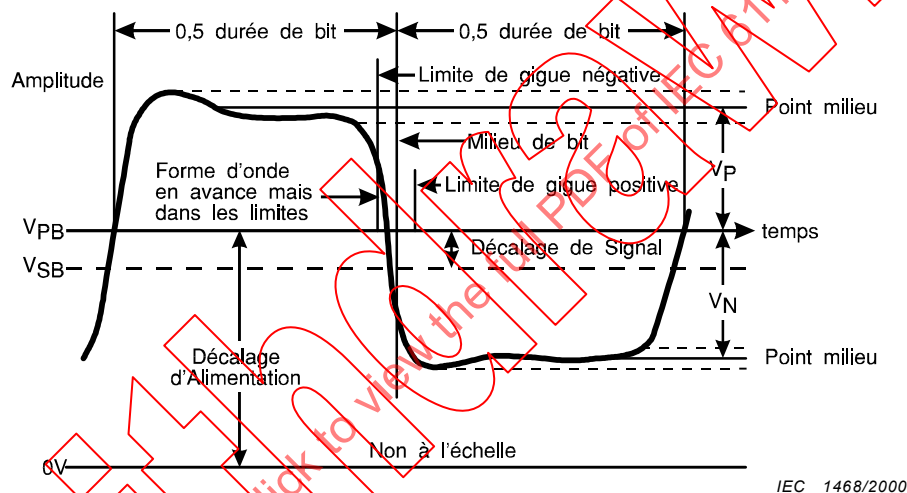


Figure 18 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)

- le circuit de l'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever d'un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission spécifié en 12.3.2 e) jusqu'au plein niveau de sortie, en moins de deux durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être telle que spécifié par les autres paragraphes de 12.3;
- le circuit de l'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission spécifié en 12.3.2 e), en moins de deux durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder quatre durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai du circuit d'émission de 12.3.1, avec la capacité équivalente à celle d'un câble de longueur maximale aux bornes du dispositif en essai.

NOTE Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

12.4 Spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 12.4 sont résumées dans le tableau 15.

12.3.3 Output timing requirements

A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

- rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,2 nominal bit time (see figure 17);
- slew rate shall not exceed 200 V/μs measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 17);

NOTE Requirements a) and b) produce a trapezoidal waveform at the transmit circuit output. Requirement b) limits the level of interference emissions which may be coupled to adjacent circuits etc. Requirement b) is calculated from the formula:

$$\text{Max. slew rate} = 6 \times \text{Min. slew rate} = 6 \times 0,8 V_o / 0,2 T = 24 \times V_o / T$$

where V_o is the maximum peak-to-peak output voltage (9,0 V), and T is the nominal bit time (1 μs).

- transmitted bit cell jitter shall not exceed $\pm 0,025$ nominal bit time from the ideal zero crossing point, measured with respect to the previous zero crossing (see figure 18);

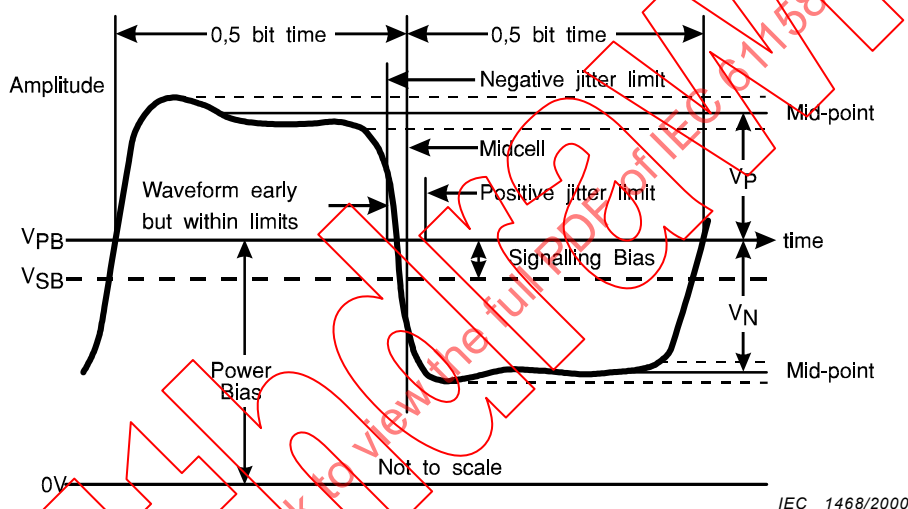


Figure 18 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)

- the transmit circuit shall turn on, i.e. the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 12.3.2 e) to full output level, in less than two nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other subclauses of 12.3;
- the transmit circuit shall turn off, i.e. the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 12.3.2 e), in less than two nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off-state impedance shall not exceed four nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 12.3.1 with the equivalent capacitance of a maximum length cable across the DUT terminals.

NOTE This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

12.4 Receive circuit specification for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 12.4 are summarized in table 15.

**Tableau 15 – Résumé des spécifications du circuit de réception
pour une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s**

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au tronc)	Limites pour 1,0 Mbit/s en mode tension
Impédance d'entrée, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$	$\geq 8 \text{ k}\Omega$
Sensibilité; signal crête à crête minimal devant être accepté (voir figure 19)	700 mV
Réjection du bruit; bruit crête à crête maximal devant être rejeté (voir figure 19)	280 mV
Gigue maximale du bit reçu (déviations du point de passage à zéro; voir figure 20)	$\pm 0,10$ durée de bit nominale

12.4.1 Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée différentielle d'un circuit de réception de MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s ne doit pas être inférieure à 8 k Ω sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz). Cette prescription doit être satisfaite dans les états hors tension et sous tension (hors émission) et pendant les transitions entre ces états. Cette impédance doit être mesurée aux bornes de l'élément de communication en utilisant un signal sinusoïdal d'amplitude supérieure au seuil de sensibilité du récepteur et inférieure à 9,0 V crête à crête.

NOTE La prescription d'une impédance d'entrée $\geq 8 \text{ k}\Omega$ durant la mise sous tension et la mise hors tension peut être satisfaite au moyen d'une mise hors service automatique de l'émetteur durant ces périodes.

12.4.2 Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

Un circuit de réception de MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit être capable d'accepter un signal d'entrée dont l'amplitude n'est pas inférieure à 700 mV crête à crête, y compris surtension et oscillation (voir «niveau du signal» à la figure 19 en même temps que «amplitude positive» et «amplitude négative» à la figure 17).

Un circuit de réception de MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s ne doit pas répondre à un signal d'entrée d'une amplitude crête à crête qui n'excède pas 280 mV (voir «réjection du bruit» à la figure 19).

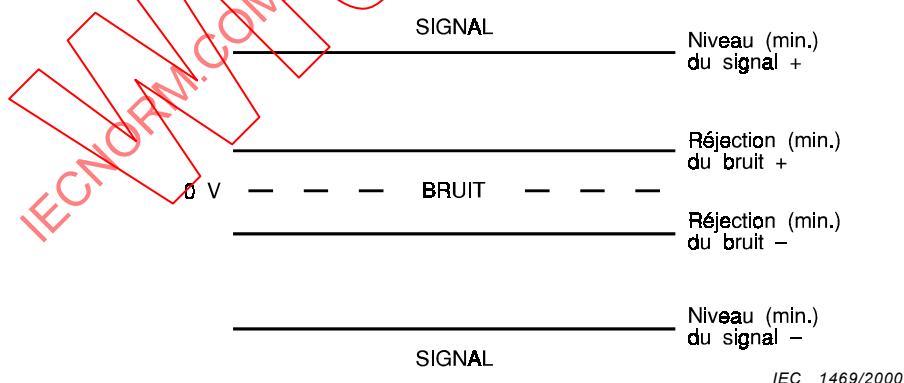


Figure 19 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

12.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE 1 Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, il convient que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de Couche Application contienne une erreur non détectée, due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission, soit inférieure à 1 pour 10^{12} (une erreur en 20 ans à 1 600 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait les prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une Séquence de Contrôle de Trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Table 15 – Receive circuit specification summary for 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Receive circuit characteristics (values referred to trunk)	Limits for 1,0 Mbit/s voltage mode
Input impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	$\geq 8 \text{ k}\Omega$
Sensitivity; min. pk-pk signal required to be accepted (see figure 19)	700 mV
Noise rejection; max. pk-pk noise required to be rejected (see figure 19)	280 mV
Maximum received bit cell jitter (zero crossing-point deviation, see figure 20)	$\pm 0,10$ nominal bit time

12.4.1 Input impedance

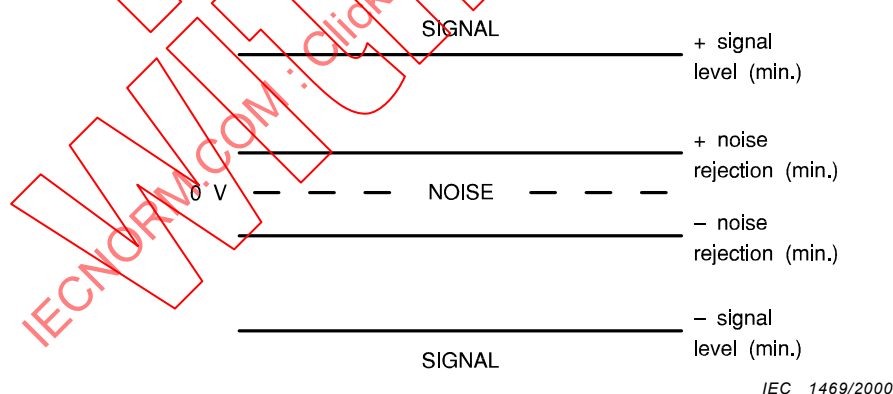
The differential input impedance of a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be no less than 8 k Ω over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz). This requirement shall be met in the power-off and power-on (not transmitting) states and in transition between these states. This impedance shall be measured at the communication element terminals using a sine wave with a signal amplitude greater than the receiver sensitivity threshold and lower than 9,0 V peak-to-peak.

NOTE The requirement for $\geq 8 \text{ k}\Omega$ input impedance during power-up and power-down may be met by automatic disabling of the transmitter during these periods.

12.4.2 Receiver sensitivity and noise rejection

A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be capable of accepting an input signal of amplitude no less than 700 mV peak-to-peak, including overvoltage and oscillation (see "signal level" in figure 19 together with "positive amplitude" and "negative amplitude" in figure 17).

A 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall not respond to an input signal with a peak-to-peak amplitude which does not exceed 280 mV (see "noise rejection" in figure 19).

**Figure 19 – Receiver sensitivity and noise rejection****12.4.3 Interference susceptibility and error rates**

NOTE 1 When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 10^{12} (1 error in 20 years at 1 600 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit Frame Check Sequence at the Data Link Layer.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, avec un débit de trames maximal et avec des signaux d'amplitude 1,4 V crête à crête, ne doit pas produire plus de trois erreurs de trames détectées sur 3×10^6 trames lorsqu'il fonctionne en présence d'une tension de mode commun ou d'un bruit gaussien tels que ci-après:

- a) un signal sinusoïdal de mode commun de fréquence quelconque de 63 Hz à 2 MHz avec une amplitude de 4 V eff., et de 47 Hz à 63 Hz avec une amplitude de 250 V eff.;
- b) un signal continu de mode commun de ± 10 V;
- c) un bruit différentiel additif gaussien et blanc, dans la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz, avec une densité de bruit de $30 \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ eff.

NOTE 2 Les spécifications de tension de mode commun et de bruit gaussien sont destinées aux essais de conformité du circuit de réception avec des charges symétriques, et ne sont pas représentatives de la pratique d'installation de systèmes.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 1 600 messages par seconde, avec des signaux d'amplitude 1,4 V crête à crête, ne doit pas produire plus de six erreurs de trames détectées sur 100 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements de parasites électromagnétiques ou électriques suivants:

- 1) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- 2) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans les environnements de bruits suivants:

- i) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifié dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- ii) des essais de perturbations à haute fréquence telles que spécifiées dans la CEI 60255-22-1, Tension d'essai classe III (respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s suivant la fin de l'essai.

12.4.4 Gigue du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 12.1 et 12.3. De plus, le récepteur doit fonctionner correctement avec des signaux dont la variation du temps entre deux points de transition de signal (passages à zéro) adjacents quelconques est de $\pm 0,10$ durée de bit nominale ou moins. Voir figure 20.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteurs ayant de meilleures performances que cette spécification.

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre passages à zéro peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

NOTE 3 Il n'y a pas de prescription de rejeter un signal dont la variation de temps atteint une valeur spécifiée. Le récepteur rend compte d'une erreur quand la gigue du bit reçu excède son aptitude à décoder les signaux de façon fiable.

A communication element which includes a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, with maximum frame rate and with signals of 1,4 V pk-pk amplitude, shall produce no more than three detected frame errors in 3×10^6 frames during operation in the presence of common-mode voltage or Gaussian noise as follows:

- a) a common-mode sinusoidal signal of any frequency from 63 Hz to 2 MHz, with an amplitude of 4 V r.m.s. and from 47 Hz to 63 Hz with an amplitude of 250 V r.m.s.;
- b) a common-mode d.c. signal of ± 10 V;
- c) white Gaussian additive differential noise in the frequency band 1 kHz to 4 MHz, with a noise density of $30 \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ r.m.s.

NOTE 2 The common-mode voltage and Gaussian noise specifications are for receive circuit conformance testing with balanced loads and are not indicative of system installation practice.

A communication element which includes a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, at an average of 1 600 messages/s, with signals of 1,4 V pk-pk amplitude, shall produce no more than six detected frame errors in 100 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- 2) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specification shall also be satisfied after but not during operation in the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- ii) high-frequency disturbance tests as specified in IEC 60255-22-1, Test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

12.4.4 Received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 12.1 and 12.3. In addition, the receiver shall work properly with signals with the time variation between any two adjacent signal transition points (zero crossing) of $\pm 0,10$ nominal bit time or less. See figure 20.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification.

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between zero crossings may be one-half or one bit time.

NOTE 3 There is no requirement to reject a signal with a specified time variation value. The receiver reports an error when the received bit cell jitter exceeds the receiver's ability to reliably decode signalling.

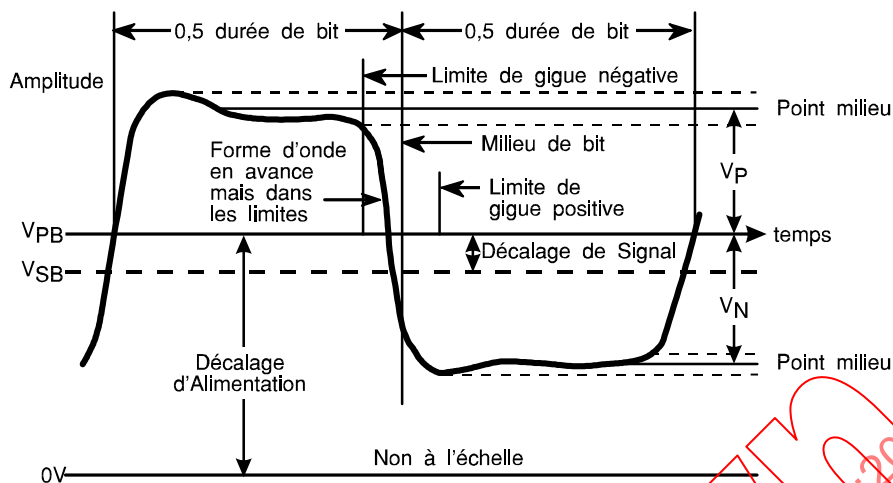


Figure 20 – Gigue du bit reçu

12.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sortie ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 5 ms et 15 ms durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction d'inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption, après une période de 500 ms $\pm$ 50 %

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 3 % ($\approx 1/32$) du temps disponible.

12.6 Distribution d'alimentation

NOTE 1 Un dispositif peut de façon optionnelle, recevoir son alimentation via les conducteurs de signal ou être alimenté séparément.

NOTE 2 Un dispositif alimenté séparément peut être raccordé à un Bus de Terrain avec alimentation.

NOTE 3 Pour la commodité, les prescriptions de 12.6 sont résumées dans les tableaux 16 et 17.

Tableau 16 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau	Limites pour 1,0 Mbit/s en mode tension
Tension de fonctionnement	9,0 V à 32,0 V continu
Tenue minimale en tension, de l'une ou l'autre polarité, sans dommages	35 V
Vitesse maximale de variation du courant de repos (hors émission)	0,05 mA/ μ s

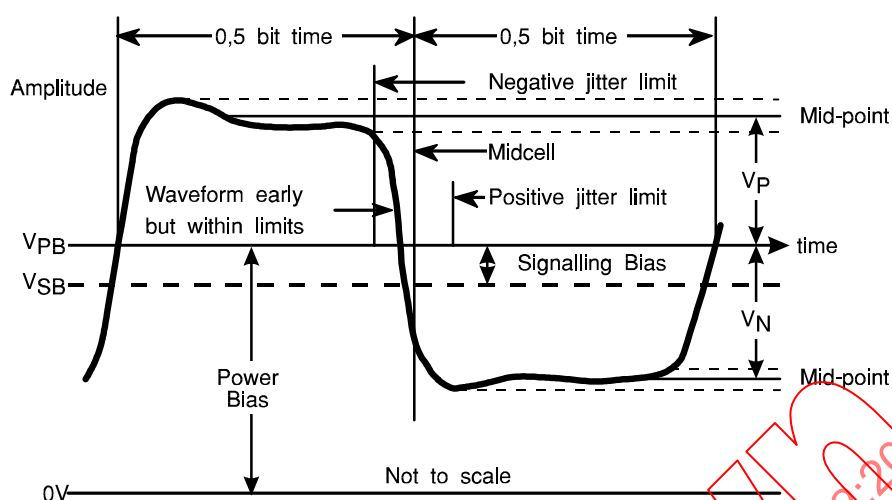


Figure 20 – Received bit cell jitter

12.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 5 ms and 15 ms during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of 500 ms $\pm$ 50 %.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 3 % ($\approx 1/32$) of the available time.

12.6 Power distribution

NOTE 1 A device can optionally receive power via the signal conductors or be separately powered.

NOTE 2 A separately powered device can be connected to a powered Fieldbus.

NOTE 3 For ease of reference, the requirements of 12.6 are summarized in tables 16 and 17.

Table 16 – Network powered device characteristics for the 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Network powered device characteristics	Limits for 1,0 Mbit/s voltage mode
Operating voltage	9,0 V to 32,0 V d.c.
Minimum withstand voltage, either polarity, for no damage	35 V
Maximum rate of change of quiescent current (non-transmitting)	0,05 mA/μs

Tableau 17 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s

Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau	Limites pour 1,0 Mbit/s en mode tension
Tension de sortie	≤ 32 V continus
Ondulation et bruit de sortie	Voir figure 21
Impédance de sortie, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$	≥ 8 k Ω

12.6.1 Tension d'alimentation

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit être capable de fonctionner dans une gamme de tensions allant de 9 V à 32 V continus entre les deux conducteurs, ondulation incluse. Le dispositif doit supporter sans dommages une tension minimale de ± 35 V continus.

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il est alimenté par une source ayant les spécifications suivantes:

- a) La tension de sortie de la source d'alimentation doit être au maximum de 32 V continus, ondulation incluse;

NOTE 1 La tension de la source d'alimentation ajoutée à la tension de sortie de l'émetteur en circuit ouvert doit être inférieure à la limite spécifiée par l'agence locale de réglementation pour l'implémentation particulière.

- b) L'impédance de sortie de la source d'alimentation doit être ≥ 8 k Ω sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz);
- c) Les prescriptions relatives au claquage de l'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre doivent être en accord avec la CEI 61131-2, tableau 17.

NOTE 2 La tension d'essai est à appliquer entre circuits isolés indépendants ou entre circuits isolés et parties conductrices accessibles. Pour les circuits de tension nominale ≤ 50 V continus ou efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continus et 635 V de crête d'impulsion. Pour les circuits de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2 260 V efficaces, 3 175 V continus et 3 175 V de crête d'impulsion.

12.6.2 Alimentation via les conducteurs de signal

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il fonctionne avec les niveaux maximaux suivants d'ondulation et de bruit de la source d'alimentation:

- a) 30 mV crête à crête sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz);
- b) 2 V crête à crête sur la gamme de fréquences 47 Hz à 63 Hz;
- c) 300 mV crête à crête aux fréquences supérieures à $12,5 f_r$, jusqu'à un maximum de 25 MHz;
- d) d'une façon générale, les niveaux en accord avec la figure 21, aux fréquences intermédiaires.

Table 17 – Network power supply requirements for the 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU

Network power supply requirements	Limits for 1,0 Mbit/s voltage mode
Output voltage	≤ 32 V d.c.
Output ripple and noise	See figure 21
Output impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	≥ 8 k Ω

12.6.1 Supply voltage

A Fieldbus device which includes a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU shall be capable of operating within a voltage range of 9 V to 32 V d.c. between the two conductors including ripple. The device shall withstand a minimum voltage of ± 35 V d.c. without damage.

A Fieldbus device which includes a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU shall conform to the requirements of this part of IEC 61158 when powered by a supply with the following specifications:

- a) The output voltage of the power supply shall be 32 V d.c. maximum including ripple;

NOTE 1 The voltage of the power supply added to the open-circuit transmitter output voltage should be less than the limit specified by the local regulatory agency for the particular implementation.

- b) The output impedance of the power supply shall be ≥ 8 k Ω over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz);
- c) The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with IEC 61131-2, table 17.

NOTE 2 The equivalent test voltage is to be applied between independent isolated circuits or between isolated circuits and accessible conducting parts. For circuits with a nominal voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For circuits with a nominal voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

12.6.2 Powered via signal conductors

A Fieldbus device which includes a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when operating with maximum levels of power supply ripple and noise as follows:

- a) 30 mV peak-to-peak over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz);
- b) 2 V peak-to-peak over the frequency range 47 Hz to 63 Hz;
- c) 300 mV peak-to-peak at frequencies greater than $12,5 f_r$, up to a maximum of 25 MHz;
- d) levels at intermediate frequencies generally in accordance with figure 21.

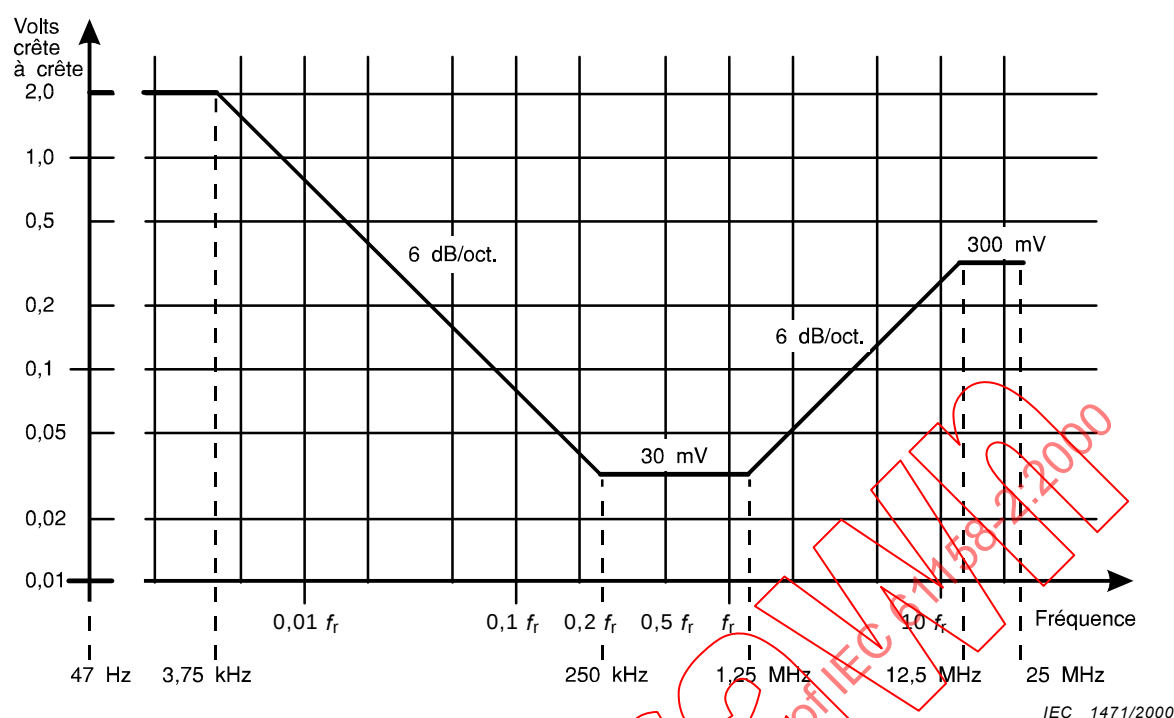


Figure 21 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit avoir une vitesse maximale de variation du courant de repos hors émission de 0,05 mA/μs.

NOTE Cette prescription limite l'effet des transitoires d'alimentation sur les signaux.

12.6.3 Alimentation séparément des conducteurs de signal

NOTE La distribution d'alimentation à des dispositifs de Bus de Terrain non alimentés par le bus se fait au moyen de conducteurs séparés alimentant des sources locales ou des régulateurs. Ces conducteurs peuvent être dans un câble séparé ou dans le même câble que les conducteurs de signal.

Un dispositif de Bus de Terrain alimenté séparément qui inclut une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s, ne doit pas tirer un courant continu supérieur à 100 μA sur les conducteurs de signal et ne doit pas fournir un courant continu supérieur à 100 μA en dehors des périodes d'émission.

12.6.4 Isolement électrique

Tous les dispositifs de Bus de Terrain qui utilisent un support filaire, qu'ils soient alimentés séparément ou alimentés via les conducteurs de signal, doivent assurer un isolement à basse fréquence entre la terre et le câble du tronc du Bus de Terrain.

NOTE 1 Cela peut être obtenu par isolement du dispositif entier par rapport à la terre ou par l'utilisation d'un transformateur, d'un optocoupleur ou d'un autre composant isolant entre le câble du tronc et le dispositif.

Un élément de communication combiné avec une source d'alimentation ne doit pas nécessiter d'isolement électrique.

Pour les installations électriques présentant des terres différentes, l'impédance d'isolement mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain doit être supérieure à 250 kΩ à toutes les fréquences inférieures à 63 Hz.

L'isolement doit être court-circuité aux hautes fréquences par une capacité telle que l'impédance mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain soit inférieure à 15 Ω entre 3 MHz et 30 MHz.

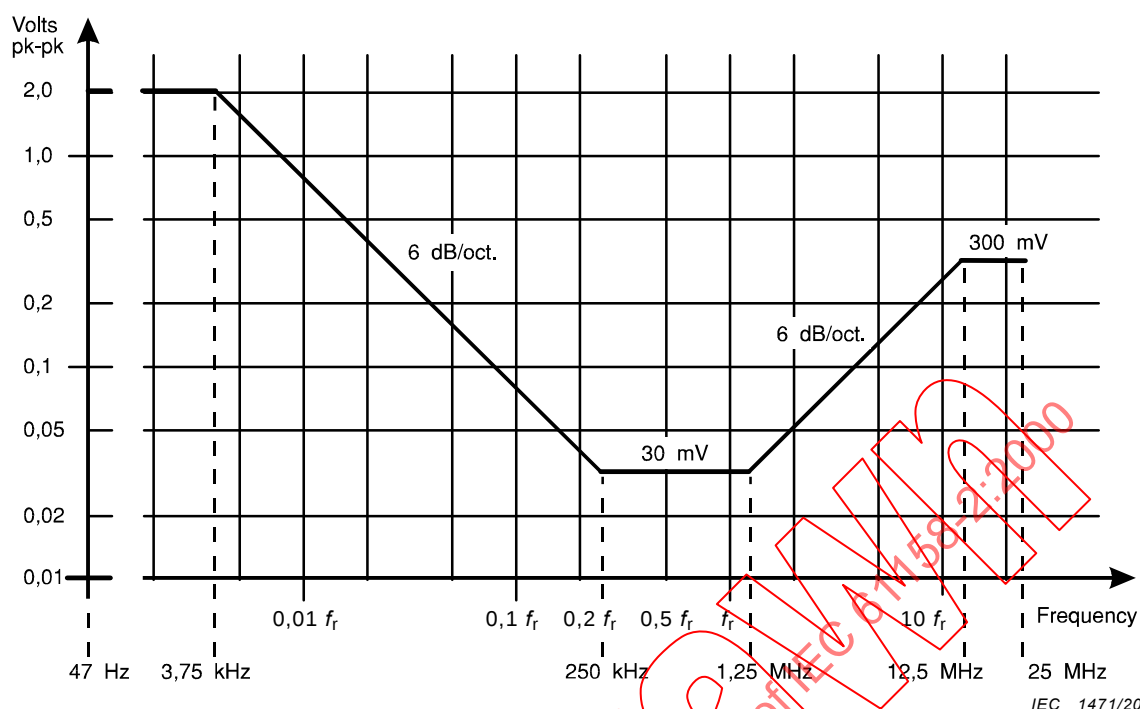


Figure 21 – Power supply ripple and noise

A Fieldbus device which includes a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall have a maximum rate of change of quiescent current in the non-transmitting condition of 0,05 mA/μs.

NOTE This requirement limits the effect of power transients on the signals.

12.6.3 Powered separately from signal conductors

NOTE Power distribution to non-bus-powered Fieldbus devices is by separate conductors feeding local power supplies or regulators. These conductors can be in a separate cable or in the same cable as the signal conductors.

A separately powered Fieldbus device which includes a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU shall draw no more than 100 μA direct current from the signal conductors, nor shall it supply more than 100 μA direct current to the signal conductors when not transmitting.

12.6.4 Electrical isolation

All Fieldbus devices which use wire medium, whether separately powered or powered via the signal conductors, shall provide low-frequency isolation between ground and the Fieldbus trunk cable.

NOTE 1 This may be by isolation of the entire device from ground or by use of a transformer, opto-coupler or some other isolating component between trunk cable and device.

A combined power supply and communication element shall not require electrical isolation.

For electrical installations providing different grounds, the isolation impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be greater than 250 kΩ at all frequencies below 63 Hz.

The isolation shall be by-passed at high frequencies by capacitance, such that the impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be less than 15 Ω between 3 MHz and 30 MHz.

NOTE 2 La capacité entre terre et blindage du câble tronc nécessaire pour satisfaire à la fois aux deux prescriptions peut être toute valeur comprise entre 3,5 nF et 10,6 nF.

Pour les installations électriques présentant une terre commune satisfaisant aux prescriptions de la CEI 60364-4-41 et de la CEI 60364-5-54, le blindage du câble peut être relié directement à la terre du dispositif du bus de terrain.

La différence de capacité maximale par rapport à la terre des deux accès d'un dispositif ne doit pas excéder 250 pF.

Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec le tableau 17 de la CEI 61131-2.

NOTE 3 Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale ≤ 50 V continu ou efficace, les tensions d'essais équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continu et 635 V de crête d'impulsion. Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2260 V efficaces, 3 175 V continu et 3 175 V de crête d'impulsion.

12.7 Spécification du support

12.7.1 Connecteur

Les connecteurs de câbles, s'ils sont utilisés, doivent être à la Norme CEI Bus de Terrain (voir annexe A). Les techniques de raccordement de terrain telles que vis ou clips ainsi que les raccordements permanents peuvent aussi être utilisés.

12.7.2 Câble

Le câble utilisé pour essayer les dispositifs de Bus de Terrain munis d'une MAU en mode tension à 1,0 Mbit/s au regard de leur conformité aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 doit être un câble à simple paire torsadée, muni d'un blindage global, et satisfaisant aux prescriptions minimales suivantes à 25 °C:

- a) Z_0 à $0,25 f_r$ (250 kHz) = $150 \Omega \pm 10 \%$;
- b) Z_0 à $1,25 f_r$ (1,25 MHz) = $150 \Omega \pm 10 \%$;
- c) atténuation maximale à $0,25 f_r$ (250 MHz) = 6,5 dB/km;
- d) atténuation maximale à $1,25 f_r$ (1,25 MHz) = 13 dB/km;
- e) déséquilibre maximal de capacité par rapport au blindage = 1,5 nF/km;
- f) résistance maximale en courant continu (par conducteur) = 57,1 Ω /km;
- g) section d'un conducteur (taille du fil) = 0,33 mm² nominal (n° 22 AWG);
- h) résistivité minimale entre chaque conducteur et le blindage = 16 G Ω km;
- i) couverture minimale du blindage = 95 %.

NOTE D'autres types de câble peuvent être utilisés en dehors des essais de conformité. Des câbles avec des spécifications supérieures peuvent permettre d'accroître la longueur du tronc et/ou d'améliorer l'immunité aux parasites. Inversement, des câbles avec des spécifications inférieures peuvent être utilisés, sous réserve de limitations de longueur à la fois pour le tronc et pour les ramifications, et d'une éventuelle non-conformité aux prescriptions relatives à la susceptibilité RFI/EMI.

12.7.3 Coupleur

Le coupleur doit fournir un ou plusieurs points de raccordement au tronc. Il peut être intégré dans un dispositif de Bus de Terrain, auquel cas il n'y a pas de ramification. Dans les autres cas il a au moins trois points d'accès comme indiqué à la figure 22: un pour la ramification et un pour chaque côté du tronc.

NOTE 2 The capacitance between ground and trunk cable shield necessary to meet both these requirements can be any value between 3,5 nF and 10,6 nF.

For electrical installations providing a common ground in conformance with IEC 60364-4-41 and IEC 60364-5-54, the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground may be directly connected.

The maximum unbalanced capacitance to ground from either input terminal of a device shall not exceed 250 pF.

The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with table 17 of IEC 61131-2.

NOTE 3 For a device which is powered from a supply with rated voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea-level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For a device which is powered from a supply with rated voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

12.7 Medium specification

12.7.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be to the IEC Fieldbus standard (see annex A). Field termination techniques such as screw or blade terminals and permanent termination may also be used.

12.7.2 Cable

The cable used for testing Fieldbus devices with a 1,0 Mbit/s voltage-mode MAU for conformance to the requirements of this part of IEC 61158 shall be a single twisted pair cable with overall shield meeting the following minimum requirements at 25 °C:

- a) Z_0 at $0,25 f_r$ (250 kHz) = $150 \Omega \pm 10 \%$;
- b) Z_0 at $1,25 f_r$ (1,25 MHz) = $150 \Omega \pm 10 \%$;
- c) maximum attenuation at $0,25 f_r$ (250 kHz) = 6,5 dB/km;
- d) maximum attenuation at $1,25 f_r$ (1,25 MHz) = 13 dB/km;
- e) maximum capacitive unbalance to shield = 1,5 nF/km
- f) maximum d.c. resistance (per conductor) = 57,1 Ω /km;
- g) conductor cross-sectional area (wire size) = nominal 0,33 mm² (No. 22 AWG);
- h) minimum resistivity between either conductor and shield = 16 G Ω km;
- i) minimum shield coverage shall be 95 %.

NOTE Other types of cable may be used, other than for conformance testing. Cables with improved specifications may enable increased trunk length and/or superior interference immunity. Conversely, cables with inferior specifications may be used subject to length limitations for both trunk and spurs plus possible non-conformance to the RFI/EMI susceptibility requirements.

12.7.3 Coupler

The coupler shall provide one or several point(s) of connection to the trunk. It may be integrated in a Fieldbus device, in which case there is no spur. Otherwise it has at least three access points as shown in figure 22; one for the spur and one for each side of the trunk.

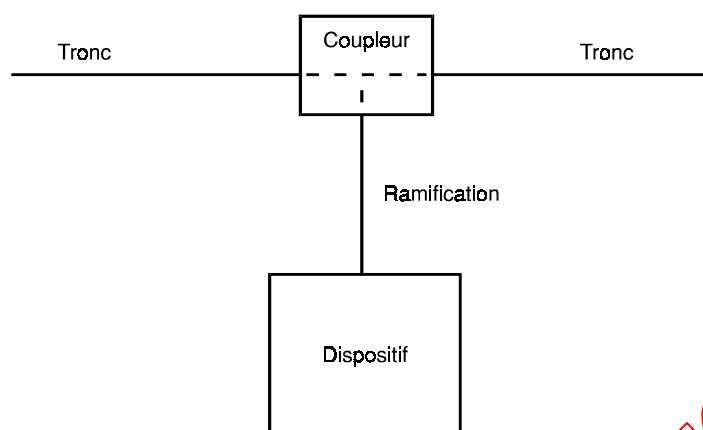


Figure 22 – Coupleur de Bus de Terrain

Un coupleur passif peut contenir tout ou partie des éléments optionnels décrits ci-dessous:

- a) un transformateur, pour assurer l'isolement galvanique et la transformation d'impédance entre tronc et ramification;
- b) des connecteurs, pour permettre un raccordement aisé à la ramification et/ou au tronc;
- c) des résistances de protection, comme indiqué à la figure 23, pour protéger le trafic du bus entre les autres dispositifs, des effets d'une ramification en court-circuit, pour ce qui concerne les ramifications des dispositifs alimentés séparément.

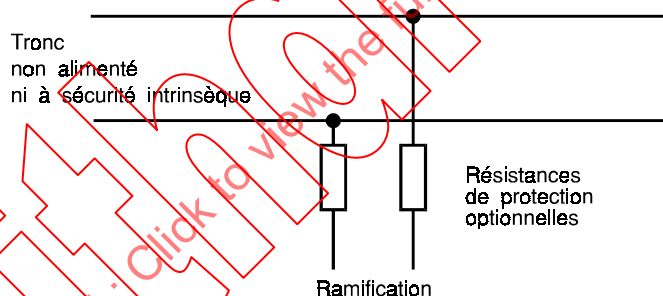


Figure 23 – Résistances de protection

Les coupleurs actifs, qui requièrent des sources d'alimentation externes, contiennent des composants pour l'amplification du signal et sa réémission. Les prescriptions relatives au niveau d'émission et temporelles doivent être celles de 12.3.

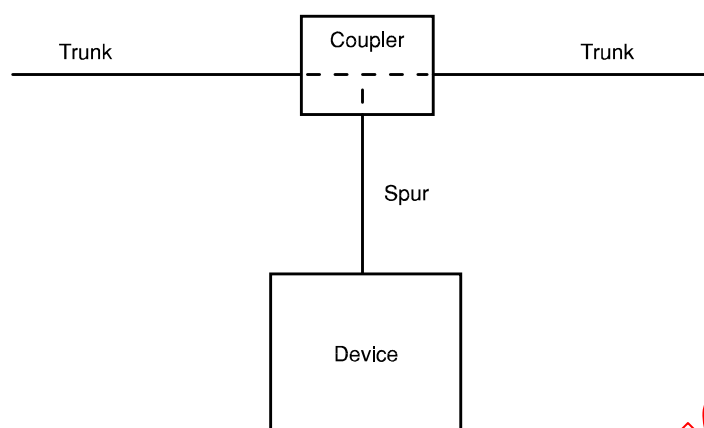
12.7.4 Raccords

NOTE Un raccord est toute partie du réseau dans laquelle l'impédance caractéristique du câble du réseau n'est pas respectée. Cela peut être dû à la séparation des conducteurs du câble, à la suppression du blindage du câble, au changement de taille ou de type du fil, au raccordement aux ramifications, aux dénudages des connexions aux bornes d'accès etc. Une définition pratique d'un raccord est de ce fait, toute partie du réseau qui n'est pas constituée d'une longueur ininterrompue du support spécifié.

Dans un raccord, la continuité de tous les conducteurs du câble doit être maintenue.

12.7.5 Terminaison

Une terminaison doit être placée aux deux extrémités du câble tronc, raccordée entre les deux conducteurs de signal. Il ne doit pas être établi de connexion entre la terminaison et le blindage du câble.

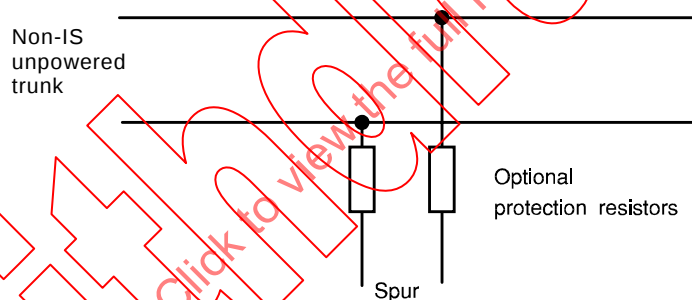


IEC 1472/2000

Figure 22 – Fieldbus coupler

A passive coupler may contain any or all of the optional elements as described below:

- a) a transformer, to provide galvanic isolation and impedance transformation between trunk and spur;
- b) connectors, to provide easy connection to spur and/or trunk;
- c) protection resistors, as shown in figure 23, to protect bus traffic between other stations from the effects of a short circuit spur for separately powered device spurs.



IEC 1473/2000

Figure 23 – Protection resistors

Active couplers, which require external power supplies, contain components for signal amplification and re-transmission. The transmit level and timing requirements shall be according to 12.3.

12.7.4 Splices

NOTE A splice is any part of the network in which the characteristic impedance of the network cable is not preserved. This is possibly due to separation of the cable conductors, removal of the cable shield, change of wire gauge or type, connection to spurs, attachment to terminal strips, etc. A practical definition of a splice is therefore any part of the network that is not a continuous length of the specified medium.

The continuity of all conductors of the cable shall be maintained in a splice.

12.7.5 Terminator

A terminator shall be located at both ends of the trunk cable, connected from one signal conductor to the other. No connection shall be made between terminator and cable shield.

Pour les besoins des essais, lorsque l'on utilise le câble spécifié en 12.7.2, la terminaison doit avoir une valeur d'impédance de $150 \Omega \pm 2 \%$ sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).

NOTE Dans les implémentations pratiques, il convient de choisir cette valeur égale approximativement à la valeur de l'impédance caractéristique moyenne du câble aux fréquences concernées, pour minimiser les réflexions de transmission sur la ligne.

Le courant de fuite continu à travers la terminaison ne doit pas excéder 100 μ A. La terminaison doit être non polarisée.

12.7.6 Règles de blindage

Pour une totale conformité aux prescriptions d'immunité au bruit de 12.4 il est nécessaire d'assurer l'intégrité du blindage tout au long du câblage, des connecteurs et des coupleurs par les moyens suivants:

- a) la couverture du blindage du câble doit être supérieure à 95 % de la longueur totale de câble;
- b) le blindage doit couvrir complètement les circuits électriques dans les connecteurs, les coupleurs et les raccords.

NOTE Le non-respect de ces règles de blindage peut dégrader l'immunité au bruit.

12.7.7 Règles de mise à la terre

NOTE 1 Mettre à la terre signifie raccorder de façon permanente à la terre, à travers une impédance suffisamment basse et avec une capacité de transport de courant suffisante, pour prévenir les élévations de tension susceptibles d'entraîner un risque excessif pour les équipements raccordés ou les personnes. Les lignes de zéro volts (commun) peuvent être raccordées à la terre aux endroits où elles sont isolées galvaniquement du tronc du Bus de Terrain.

Les dispositifs de Bus de Terrain doivent être capables de fonctionner selon les prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 avec le point milieu d'une terminaison ou d'un coupleur inductif raccordé directement à la terre.

Les dispositifs de Bus de Terrain ne doivent pas relier l'un ou l'autre des conducteurs de la paire torsadée à la terre en un point quel qu'il soit du réseau. Les signaux doivent être appliqués et conservés sous forme différentielle d'un bout à l'autre du réseau.

NOTE 2 C'est une pratique courante pour le blindage du câble du tronc d'un Bus de Terrain (si cela s'applique) d'être efficacement mis à la terre en un point le long du câble. Pour cette raison il convient que les dispositifs de Bus de Terrain permettent l'isolement en courant continu du blindage du câble, par rapport à la terre. Pour les systèmes alimentés par le bus, il est souhaitable que la mise à la terre du blindage et des conducteurs de signal pris de manière symétrique, soit faite près de la source d'alimentation. Un couplage capacitif entre le blindage ou les conducteurs de signal pris de manière symétrique et la terre locale d'un dispositif, pour contenir les perturbations électromagnétiques, est autorisé.

13 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode courant sur support filaire

NOTE 1 La MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s donne accès simultanément à un réseau de communication et à un réseau de distribution d'alimentation. Les dispositifs rattachés au réseau communiquent via le support et peuvent être ou ne pas être alimentés par lui. L'alimentation est distribuée sous forme d'un courant alternatif constant. Les signaux de communication sont superposés à l'alimentation alternative.

NOTE 2 Le support du réseau est constitué de câble à paire torsadée blindée.

NOTE 3 Des formes d'ondes trapézoïdales sont utilisées afin de réduire les émissions électromagnétiques et la distorsion du signal.

NOTE 4 Dans les applications à Sécurité Intrinsèque, la puissance disponible peut limiter le nombre des dispositifs.

NOTE 5 Les dispositifs sont raccordés en série sur le bus alors que dans les variantes en mode tension les dispositifs sont en parallèle.

For test purposes, using the cable specified in 12.7.2, the terminator shall have an impedance value of $150\ \Omega \pm 2\%$ over the frequency range $0,25\ f_r$ to $1,25\ f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz).

NOTE In practical implementations this value would be selected to be approximately equal to the average cable characteristic impedance value at the relevant frequencies to minimize transmission line reflections.

The direct current leakage through the terminator shall not exceed 100 μ A. The terminator shall be non-polarized.

12.7.6 Shielding rules

For full conformance to the noise immunity requirements of 12.4 it is necessary to ensure the integrity of shielding throughout the cabling, connectors and couplers by the following means:

- a) the coverage of the cable shield shall be greater than 95 % of the full cable length;
- b) shielding shall completely cover the electrical circuits in connectors, couplers, and splices.

NOTE Deviation from these shielding rules may degrade noise immunity.

12.7.7 Grounding rules

NOTE 1 Grounding means permanently connected to earth through a sufficiently low impedance and with sufficient current-carrying capability to prevent voltage build-up which might result in undue hazard to connected equipment or persons. Zero volts (common) lines may be connected to ground where they are galvanically isolated from the Fieldbus trunk.

Fieldbus devices shall be required to function to the requirements of this part of IEC 61158 with the mid-point of one terminator or one inductive coupler connected directly to ground.

Fieldbus devices shall not connect either conductor of the twisted pair to ground at any point in the network. Signals shall be applied and preserved differentially throughout the network.

NOTE 2 It is standard practice for the shield of the Fieldbus trunk cable (if applicable) to be effectively grounded at one point along the length of the cable. For this reason Fieldbus devices should allow d.c. isolation of the cable shield from ground. It is also standard practice to connect the signal conductors to ground in a balanced manner at the same point, e.g. by using the center tap of a terminator or coupling transformer. For bus-powered systems the grounding of the shield and balanced signal conductors should be close to the power supply unit. Capacitive coupling between the shield or the balanced signal conductors and device local ground for EMI control is permitted.

13 Medium Attachment Unit (MAU): Current mode, wire medium

NOTE 1 The 1,0 Mbit/s current-mode MAU simultaneously provides access to a communication network and to a power distribution network. Devices attached to the network communicate via the medium and may or may not be powered from it. Power is distributed as a constant a.c. current. The communications signals are superimposed on the a.c. power.

NOTE 2 The network medium consists of shielded twisted-pair cable.

NOTE 3 Trapezoidal waveforms are used to reduce electromagnetic emissions and signal distortion.

NOTE 4 In Intrinsically Safe applications, available power may limit the number of devices.

NOTE 5 The devices are connected in series on the bus whereas in the voltage-mode variants the devices are in parallel.

13.1 Débit binaire émis

Le débit binaire émis en mode courant doit être de 1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée de bit instantanée doit être de 1 μ s $\pm$ 0,025 μ s.

13.2 Spécifications du réseau

NOTE 1 Une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s fonctionne dans un réseau composé des éléments suivants:

- a) câble;
- b) terminaisons;
- c) coupleurs;
- d) dispositifs (contenant au moins un élément de communication).

Un réseau filaire en mode courant peut inclure de façon additionnelle les éléments suivants:

- e) connecteurs;
- f) sources d'alimentation;
- g) dispositifs comprenant des sources d'alimentation;
- h) barrières de Sécurité Intrinsèque.

NOTE 2 Le support du réseau consiste en câble à paire torsadée blindée. Indépendamment de la topologie, tous les dispositifs raccordés, sauf éventuellement le dispositif en train d'émettre, sont à basse impédance pour éviter toute charge significative du réseau.

13.2.1 Topologies

Une MAU à support filaire doit fonctionner dans un réseau à topologie linéaire, constitué d'un tronc, muni de terminaisons à chaque extrémité comme spécifié en 13.7.5, auquel les éléments de communications sont raccordés via des coupleurs et des ramifications.

NOTE 1 Le coupleur et l'élément de communication peuvent être intégrés dans un même dispositif (c'est-à-dire longueur de ramification nulle).

NOTE 2 La topologie arborescente avec tous les éléments de communication situés aux extrémités du tronc est considérée comme un cas particulier du bus linéaire pour les besoins de la présente partie de la CEI 61158.

NOTE 3 Plusieurs éléments de communication peuvent être raccordés au tronc en un même point au moyen d'un coupleur multivoie. Un coupleur actif peut être utilisé pour étendre une ramification jusqu'à une longueur qui nécessite une terminaison afin d'éviter les réflexions et les distorsions. Des répéteurs actifs peuvent être utilisés pour étendre la longueur du tronc au-delà de celle d'un seul tronçon, dans la mesure où les règles de configuration du réseau le permettent.

13.2.2 Règles de configuration du réseau

Une MAU en mode courant doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'elle est utilisée dans un réseau qui respecte ces règles.

Règle 1: Un Bus de Terrain doit être capable d'assurer la communication entre deux et 32 dispositifs fonctionnant tous avec le même débit binaire, aussi bien pour un bus avec alimentation qu'un bus sans alimentation, et dans une zone dangereuse en utilisant des barrières distribuées.

NOTE 1 L'utilisation d'une seule barrière dans la zone de sécurité peut limiter le nombre de dispositifs dans la zone dangereuse.

NOTE 2 La règle 1 n'interdit pas l'usage d'un plus grand nombre de dispositifs que celui spécifié, dans un système installé. Le nombre de dispositifs a été calculé en supposant qu'un dispositif alimenté par le bus consomme 100 mW.

Règle 2: Un tronçon d'un Bus de Terrain en mode courant complètement chargé (nombre maximal de dispositifs connectés) doit pouvoir atteindre une longueur de câble totale, entre deux dispositifs quelconques, de 750 m.

NOTE 3 La longueur de câble maximale de 750 m est la prescription requise pour la conformité à la présente partie de la CEI 61158 mais cela n'interdit pas l'utilisation de longueurs plus grandes dans un système installé.

13.1 Transmitted bit rate

The current-mode transmitted bit rate shall be 1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, averaged over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be 1,0 μ s $\pm$ 0,025 μ s.

13.2 Network specifications

NOTE 1 A 1,0 Mbit/s current-mode MAU operates in a network composed of the following components:

- a) cable;
- b) terminators;
- c) couplers;
- d) devices (containing at least one communication element).

A wire network in current mode may additionally include the following components:

- e) connectors;
- f) power supplies;
- g) devices which include power supplies;
- h) Intrinsic Safety barriers.

NOTE 2 The network medium consists of shielded twisted-pair cable. Independent of topology, all attached devices, other than possibly the transmitting device, are low impedance to prevent significant network loading.

13.2.1 Topologies

A wire MAU shall operate in a network with a linear bus topology, consisting of a trunk, terminated at each end as specified in 13.7.5, to which communication elements are connected via couplers and spurs.

NOTE 1 The coupler and communication element may be integrated in one device (i.e. zero-length spur).

NOTE 2 Tree topology with all the communication elements located at the ends of the trunk is regarded as a special case of a bus for the purpose of this part of IEC 61158.

NOTE 3 Several communication elements may be connected to the trunk at one point using a multi-port coupler. An active coupler may be used to extend a spur to a length which requires termination to avoid reflections and distortions. Active repeaters may be used to extend the length of the trunk beyond that of a single segment as permitted by the network configuration rules.

13.2.2 Network configuration rules

A current-mode MAU shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when used in a network which complies with these rules.

Rule 1: One Fieldbus shall be capable of communication between two and 32 devices, all operating at the same bit rate, both for a powered and a non-powered bus and in a hazardous area using distributed barriers.

NOTE 1 The use of a single barrier in the safe area may limit the number of devices in the hazardous area.

NOTE 2 Rule 1 does not preclude the use of more than the specified number of devices in an installed system. The numbers of devices were calculated on the assumption that a bus-powered device draws 100 mW.

Rule 2: A fully loaded (maximum number of connected devices), current-mode Fieldbus segment shall have a total cable length, between any two devices, of up to 750 m.

NOTE 3 750 m maximum cable length is the requirement for conformance to this part of IEC 61158 but this does not preclude the use of longer lengths in an installed system.

Règle 3: Le nombre total de régénérations de la forme d'onde au moyen de répéteurs et de coupleurs actifs entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder quatre.

Règle 4: Le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 40 durées de bit nominales.

NOTE 4 Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable que la part du temps de retournement d'un dispositif quelconque du réseau, qui est introduite par une PhE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée, n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL – PhL ou l'interface MDS – MAU soient accessibles, la part du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée ni essayée au regard de la conformité.

Règle 5: Le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

Règle 6: La défaillance d'un quelconque élément de communication ou d'une ramification (y compris un court-circuit ou une coupure de circuit mais non compris un bavardage) ne doit pas perturber les échanges entre les autres éléments de communication pendant plus de 1 ms.

Règle 7: Le réseau ne doit pas être sensible à la polarité, avec ou sans alimentation injectée sur la ligne.

Règle 8: La dégradation des caractéristiques électriques du signal, entre deux dispositifs quelconques, due à l'atténuation, à la distorsion d'atténuation et à la désadaptation doit être limitée aux valeurs indiquées ci-dessous:

a) Atténuation du signal: L'atténuation du signal due à chaque dispositif ne doit pas excéder 0,2 dB. La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications, nombre de dispositifs, barrières de Sécurité Intrinsèque, séparateurs galvaniques, et éléments d'adaptation éventuels) doit être telle que l'atténuation entre deux dispositifs quelconques à la fréquence correspondant au débit binaire n'excède pas 16 dB.

b) Distorsion d'atténuation: La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications et nombre de dispositifs) doit être telle qu'entre deux dispositifs quelconques

$$[\text{Atténuation}(1,25 f_r) - \text{Atténuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Atténuation}(1,25 f_r) \geq \text{Atténuation}(0,25 f_r)$$

où f_r est la fréquence correspondant au débit binaire. L'atténuation doit être monotone pour toutes les fréquences, de $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).

c) Distorsion de désadaptation: la désadaptation (due aux ramifications ou à tout autre effet, y compris une ramification ouverte de longueur maximale) sur le bus doit être telle qu'en tout point le long du tronc, dans la bande de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz):

$$|(Z - Z_0)/(Z + Z_0)| \leq 0,2$$

où Z_0 est l'impédance caractéristique du câble tronc et Z est la combinaison parallèle de Z_0 et de l'impédance de charge au niveau du coupleur.

NOTE 5 La règle 8 minimise les restrictions sur la longueur du tronc et des ramifications, le nombre de dispositifs etc. en spécifiant seulement les limitations de transmission imposées par les combinaisons de ces facteurs. Des combinaisons différentes peuvent être utilisées en fonction des besoins de l'application.

Rule 3: The total number of waveform regenerations by repeaters and active couplers between any two devices shall not exceed four.

Rule 4: The maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 40 nominal bit times.

NOTE 4 For efficiency of the network, that part of the turn-around time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed 5 bit times, no more than 2 bit times of which should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL – PhL interface or the MDS – MAU interface, that part of the turn-around time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified or conformance tested.

Rule 5: The Fieldbus shall be capable of continued operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Rule 6: Failure of any communication element or spur (including a short circuit or open circuit, but excluding jabber) shall not interfere with transactions between other communication elements for more than 1 ms.

Rule 7: The network shall not be polarity sensitive with or without power injected on the line.

Rule 8: The degradation of the electrical characteristics of the signal, between any two devices, due to attenuation, attenuation distortion and mismatching shall be limited to the values indicated below.

a) Signal attenuation: The signal attenuation due to each device shall not exceed 0,2 dB. The configuration of the bus (trunk and spur lengths, number of devices, IS barriers, galvanic isolators, and possible matching devices) shall be such that the attenuation between any two devices at the frequency corresponding to the bit rate shall not exceed 16 dB.

b) Attenuation distortion: The configuration of the bus (trunk and spur lengths and number of devices) shall be such that between any two devices:

$$[\text{Attenuation}(1,25 f_r) - \text{Attenuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Attenuation}(1,25 f_r) \geq \text{Attenuation}(0,25 f_r)$$

where f_r is the frequency corresponding to the bit rate. Attenuation shall be monotonic for all frequencies from $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz);

c) Mismatching Distortion: Mismatching (due to spurs or any other effect, including one open circuit spur of maximum length) on the bus shall be such that, at any point along the trunk, in the frequency band $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz):

$$|(Z - Z_0) / (Z + Z_0)| \leq 0,2$$

where Z_0 is the characteristic impedance of the trunk cable and Z is the parallel combination of Z_0 and the load impedance at the coupler.

NOTE 5 Rule 8 minimizes restrictions on trunk and spur length, number of devices etc. by specifying only the transmission limitations imposed by combinations of these factors. Different combinations may be used depending on the needs of the application.

Règle 9: Les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- a) chaque canal (câble) doit satisfaire aux règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- c) les répéteurs aussi doivent être redondants;
- d) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques par deux canaux quelconques ne doit alors pas excéder cinq durées de bit;
- e) les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est-à-dire que les canaux 1,2,3... vus par la Gestion de Station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1,2,3...

13.2.3 Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau

Le blindage du câble ne doit pas être utilisé comme conducteur d'alimentation.

13.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 13.1 et de 13.3 sont résumées dans les tableaux 18 et 19.

Tableau 18 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode courant

Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué à la figure 24)	Limites pour le mode courant (alimentation par le bus et/ou SI)
Niveau de sortie (crête à crête, voir figure 25) Avec charge d'essai ($>2 \times Z_0$ nominale du câble tronc)	$\geq 2,5 \text{ V}$ $320 \Omega \pm 1 \%$
Différence maximale des amplitudes positive et négative (décalage de signal) comme indiqué à la figure 26	$\pm 0,2 \text{ V}$
Niveau de sortie; circuit ouvert, (crête à crête).	$\leq 4,0 \text{ V}$
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (Voir figure 25)	$\pm 10 \%$
Sortie émission au repos; c'est-à-dire bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz)	$\leq 1 \text{ mV (eff.)}$

Tableau 19 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode courant

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué à la figure 24)	Limites pour le mode courant (alimentation par le bus et/ou SI)
Débit binaire émis	$1 \text{ Mbit/s} \pm 0,01 \%$
Durée de bit instantanée	$1 \mu\text{s} \pm 0,025 \mu\text{s}$
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête à crête, voir figure 25)	$\leq 0,2$ durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête à crête)	$\leq 40,0 \text{ V}/\mu\text{s}$
Gigue maximale du bit émis (déviations du point de passage à zéro, voir figure 26)	$\pm 0,025$ durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq 2,0$ durées de bit nominales

Rule 9: The following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel (cable) shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment between two redundant segments;
- c) repeaters shall also be redundant;
- d) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;
- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channels 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...

13.2.3 Power distribution rules for network configuration

The cable shield shall not be used as a power conductor.

13.3 Transmit circuit specification for 1,0 Mbit/s current-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 13.1 and 13.3 are summarized in tables 18 and 19.

Table 18 – Transmit level specification summary for current-mode MAU

Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 24)	Limits for current mode (bus-powered and/or IS)
Output level (peak-to-peak, see figure 25) With test load ($>2 \times$ nominal Z_0 of trunk cable)	$\geq 2,5 \text{ V}$ $320 \Omega \pm 1 \%$
Maximum positive and negative amplitude difference (signalling bias) as shown in figure 26	$\pm 0,2 \text{ V}$
Output level; open circuit, (peak-to-peak)	$\leq 4,0 \text{ V}$
Maximum output signal distortion; i.e., overvoltage, ringing and droop (See figure 25)	$\pm 10 \%$
Quiescent transmitter output, i.e. transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 4 MHz)	$\leq 1 \text{ mV (r.m.s.)}$

Table 19 – Transmit timing specification summary for current-mode MAU

Transmit timing characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 24)	Limits for current mode (bus-powered and/or IS)
Transmitted bit rate	$1 \text{ Mbit/s} \pm 0,01 \%$
Instantaneous bit time	$1 \mu\text{s} \pm 0,025 \mu\text{s}$
Rise and fall times (10 % to 90 % of pk-pk signal, see figure 25)	$\leq 0,2$ nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of pk-pk signal)	$\leq 40,0 \text{ V}/\mu\text{s}$
Maximum transmitted bit cell jitter (zero crossing-point deviation, see figure 26)	$\pm 0,025$ nominal bit time
Transmit enable/disable time (i.e. time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq 2,0$ nominal bit times

13.3.1 Configuration d'essai

La figure 24 montre la configuration qui doit être utilisée pour les essais.

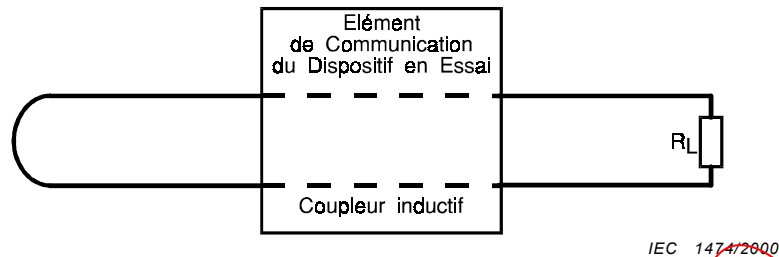


Figure 24 – Configuration d'essai pour MAU en mode courant

La configuration d'essai pour l'article 13 doit être telle qu'indiquée à la figure 24 excepté lorsqu'il en est indiquée une autre dans une prescription spécifique.

NOTE La résistance de charge $R = 320 \, \Omega$ (deux fois Z_0 maximale du câble) puisque la sortie est chargée par une boucle série formée du tronç.

13.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

NOTE La figure 25 montre un exemple d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain, illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.

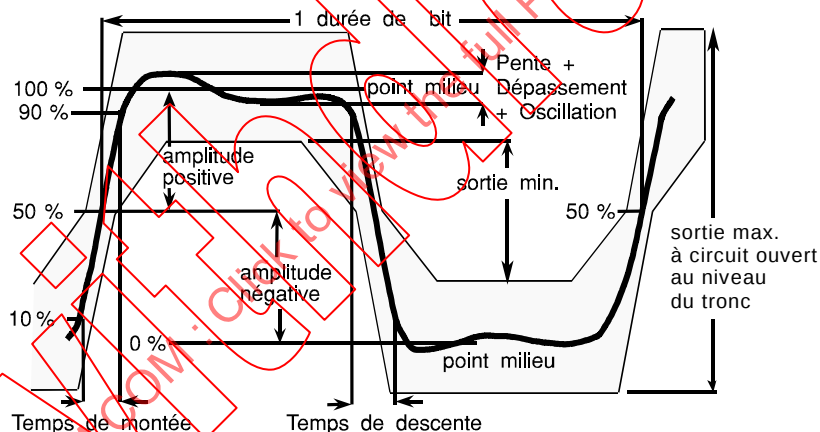


Figure 25 – Forme d'onde de sortie

Un circuit d'émission d'une MAU en mode courant doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point médian estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («point milieu» sur la figure 25):

- la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après le transformateur élévateur/abaisseur ne doit pas être inférieure à 2,5 V crête à crête, avec une résistance de charge de $320 \, \Omega \pm 1 \, \%$ («sortie min.» à la figure 25);
- la tension de sortie au niveau du tronç, ou aux bornes d'émission, avec une charge quelconque y compris un circuit ouvert, ne doit pas excéder 4,0 V crête à crête («sortie max. à circuit ouvert au niveau du tronç» à la figure 25). Pour les besoins de l'essai, le circuit ouvert doit être défini comme une résistance de charge de 100 k Ω en parallèle avec une capacité de 15 pF;
- durant l'émission un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \, \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- la différence entre l'amplitude positive et l'amplitude négative, mesurées comme indiqué à la figure 26, ne doit pas excéder $\pm 0,2$ V crête;

13.3.1 Test configuration

Figure 24 shows the configuration which shall be used for testing.

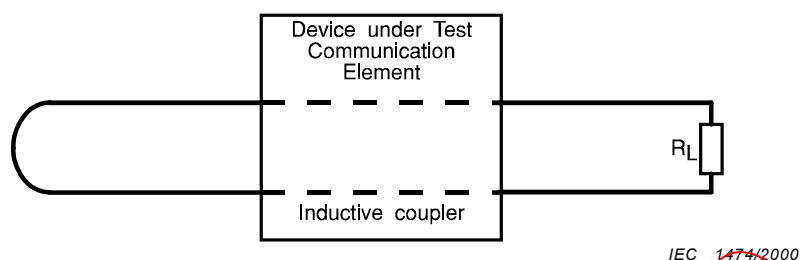


Figure 24 – Test configuration for current-mode MAU

The test configuration for clause 13 shall be as shown in figure 24 except where otherwise stated in a specific requirement.

NOTE Test load resistance $R = 320 \, \Omega$ (twice maximum cable Z_0) as the output is loaded by a series loop of the trunk.

13.3.2 Output level requirements

NOTE Figure 25 shows an example of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power-supply voltages.

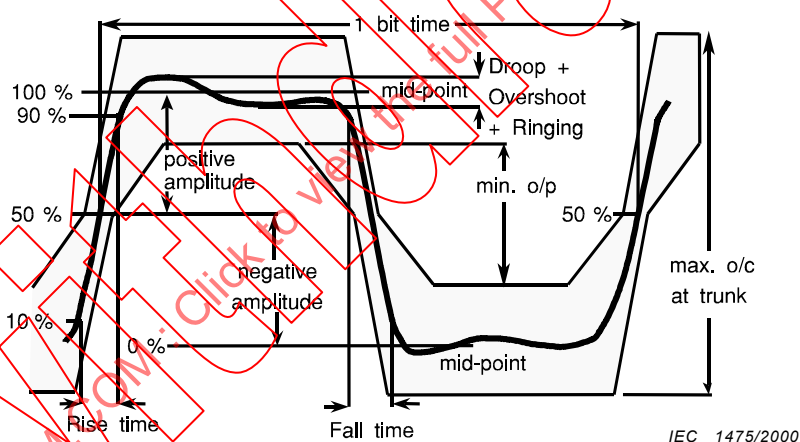


Figure 25 – Output waveform

A current-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("mid-point" in figure 25):

- the output voltage across the test load after transformer step up/down shall be no less than 2,5 V peak-to-peak with a load resistance of $320 \, \Omega \pm 1 \, \%$ ("min o/p" in figure 25);
- the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with any load including an open circuit shall not exceed 4,0 V peak-to-peak ("max. o/c at trunk" in figure 25). For test purposes, open circuit shall be defined as a load of 100 k Ω resistance in parallel with 15 pF capacitance;
- during transmission a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \, \Omega$ is applied for 1 s;
- the difference between positive amplitude and negative amplitude, measured as shown in figure 26, shall not exceed $\pm 0,2 \, \text{V}$ peak;

- e) le bruit de sortie d'une MAU en mode courant qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 1 mV eff. mesuré de façon différentielle sur la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz et rapporté au tronc;
- f) la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de sa valeur crête à crête. Après quoi la tension du signal ne doit pas varier de plus de ± 10 % de la valeur crête à crête jusqu'à occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

13.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Un circuit d'émission de MAU en mode courant doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

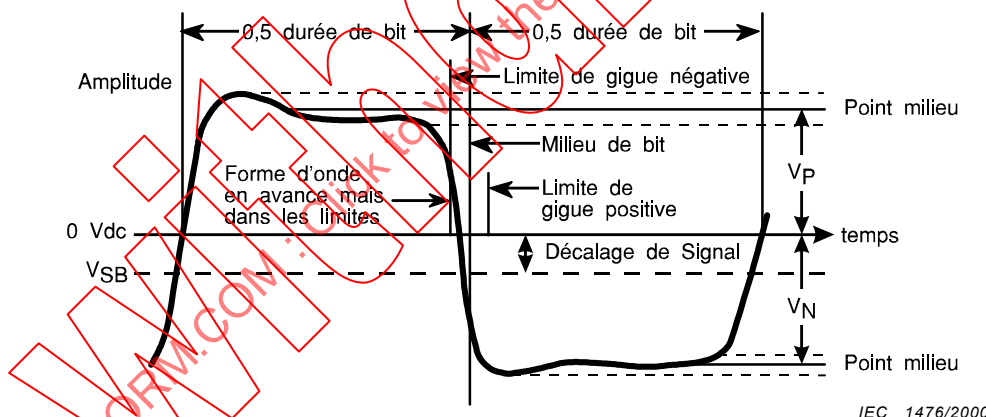
- a) les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête, ne doivent pas excéder 0,2 durée de bit nominale (voir figure 25);
- b) la vitesse de variation ne doit pas excéder 40 V/ μ s, mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête (voir figure 25);

NOTE Les prescriptions a) et b) ont pour conséquence une forme d'onde trapézoïdale à la sortie du circuit d'émission. La prescription b) limite le niveau des émissions parasites susceptibles d'être couplées aux circuits adjacents etc. La prescription b) est calculée au moyen de la formule:

$$\text{Vitesse de variation max.} = 3 \times \text{Vitesse de variation min.} = 3 \times 0,8 V_o / 0,2 T = 12 \times V_o / T.$$

où V_o est une tension de sortie crête à crête maximale estimée avec une charge standard (3,3 V), et T la durée de bit nominale (1 μ s).

- c) la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesuré par référence au passage à zéro précédent (voir figure 26);



IEC 1476/2000

- d) le circuit d'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever depuis un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 13.3.2 e) jusqu'au plein niveau de sortie en moins de deux durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être telle que spécifiée par les autres paragraphes de 13.3;
- e) le circuit d'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 13.3.2 e), en moins de deux durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder quatre durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai du circuit d'émission du 13.3.1, avec la capacité équivalente à celle d'un câble de longueur maximale aux bornes du dispositif en essai.

NOTE Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

- e) the output noise from a current-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 1 mV r.m.s., measured differentially over the frequency band 1 kHz to 4 MHz, referred to the trunk;
- f) the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than ± 10 % of peak-to-peak value until next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, i.e. overvoltage, ringing and droop.

13.3.3 Output timing requirements

A current-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

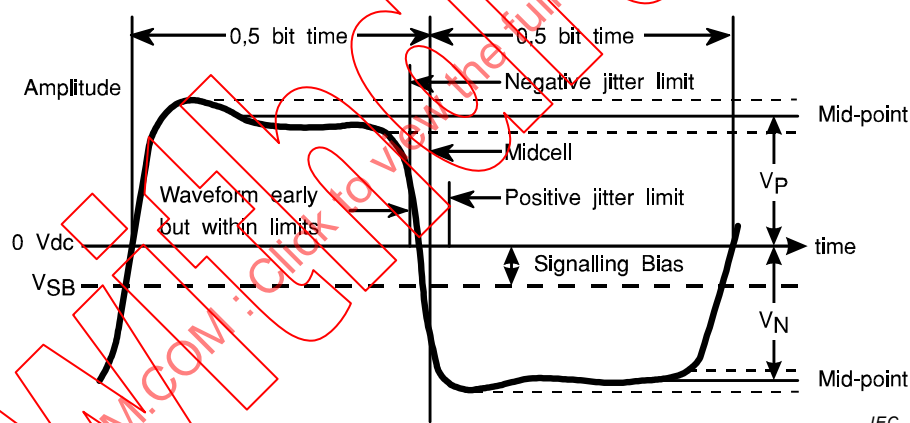
- a) rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,2 nominal bit time (see figure 25);
- b) slew rate shall not exceed 40 V/ μ s measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 25);

NOTE Requirements a) and b) produce a trapezoidal waveform at the transmit circuit output. Requirement b) limits the level of interference emissions which may be coupled to adjacent circuits etc. Requirement b) is calculated from the formula:

$$\text{Max. slew rate} = 3 \times \text{Min. slew rate} = 3 \times 0,8 V_o / 0,2 T = 12 \times V_o / T$$

where V_o is an estimated maximum pk-pk output voltage with standard load (3,3 V), and T is the nominal bit time (1 μ s).

- c) transmitted bit cell jitter shall not exceed $\pm 0,025$ nominal bit time from the ideal zero crossing-point, measured with respect to previous zero crossing (see figure 26);



IEC 1476/2000

Figure 26 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing-point deviation)

- d) the transmit circuit shall turn on, i.e. the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 13.3.2 e) to full output level, in less than two nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other subclauses of 13.3;
- e) the transmit circuit shall turn off, i.e. the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 13.3.2 e), in less than two nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off state impedance shall not exceed four nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 13.3.1 with the equivalent capacitance of a maximum length cable across the DUT terminals.

NOTE This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

13.4 Spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 13.4 sont résumées dans le tableau 20.

Tableau 20 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode courant

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au tronc)	Limites pour le mode courant (alimentation par le bus et/ou SI)
Impédance d'entrée, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$	$\leq 2,5 \Omega$
Sensibilité; signal crête à crête minimal devant être accepté (voir figure 27)	1,3 mA
Réjection du bruit; bruit crête à crête maximal devant être rejeté (voir figure 27)	0,8 mA
Gigue maximale du bit reçu (déviation du point de passage à zéro, voir figure 29)	$\pm 0,10$ durée de bit nominale

13.4.1 Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée différentielle d'un circuit de réception de MAU en mode courant ne doit pas excéder $2,5 \Omega$ en série avec la ligne, sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz). Cette prescription doit être satisfaite dans les états hors tension et sous tension (hors émission) et pendant les transitions entre ces états. Cette impédance doit être mesurée au niveau du coupleur inductif en utilisant un courant sinusoïdal d'amplitude supérieure au seuil de sensibilité du récepteur et inférieure à 20 mA crête à crête.

NOTE La prescription d'une impédance d'entrée $\leq 2,5 \Omega$ durant la mise sous tension et la mise hors tension peut être satisfaite au moyen d'une inhibition automatique de l'émetteur durant ces périodes.

13.4.2 Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

Un circuit de réception de MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s doit être capable d'accepter un signal d'entrée allant de 1,3 mA crête à crête à 20,0 mA crête à crête, y compris surtension et oscillation (voir «niveau de signal» sur la figure 27 en même temps que «amplitude positive» et «amplitude négative» à la figure 25).

Un circuit de réception de MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s ne doit pas répondre à un signal d'entrée d'une amplitude de courant de ligne crête à crête qui n'excède pas 0,8 mA (voir «réjection du bruit» à la figure 27).

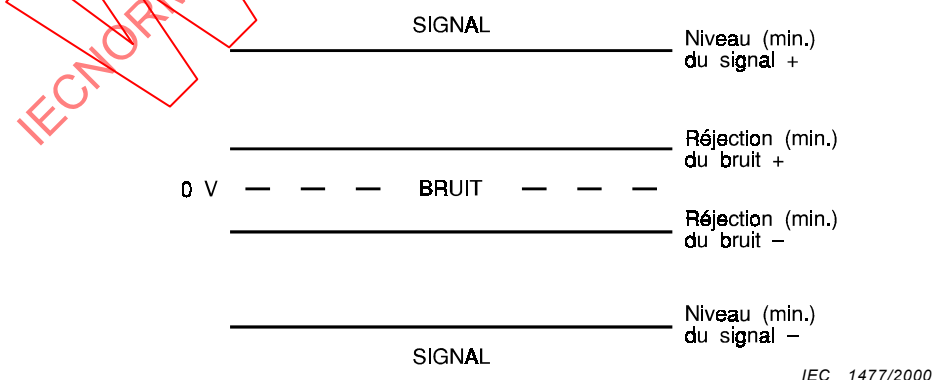


Figure 27 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

13.4 Receive circuit specification for 1,0 Mbit/s current-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 13.4 are summarized in table 20.

Table 20 – Receive circuit specification summary for current-mode MAU

Receive circuit characteristics (values referred to trunk)	Limits for current mode (bus-powered and/or IS)
Input impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	$\leq 2,5 \Omega$
Sensitivity; min. pk-pk signal required to be accepted (see figure 27)	1,3 mA
Noise rejection; max. pk-pk noise required to be rejected (see figure 27)	0,8 mA
Maximum received bit cell jitter (zero crossing-point deviation, see figure 29)	$\pm 0,10$ nominal bit time

13.4.1 Input impedance

The differential input impedance of a current-mode MAU receive circuit shall not exceed $2,5 \Omega$ in series with the line over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz). This requirement shall be met in the power-off and power-on (not transmitting) states and in transition between these states. This impedance shall be measured at the inductive coupler using a sinusoidal current waveform with an amplitude greater than the receiver sensitivity threshold and lower than 20 mA peak-to-peak.

NOTE The requirement for $\leq 2,5 \Omega$ input impedance during power-up and power-down may be met by automatic disabling of the transmitter during these periods.

13.4.2 Receiver sensitivity and noise rejection

A 1,0 Mbit/s current-mode MAU receive circuit shall be capable of accepting an input signal from 1,3 mA peak-to-peak to 20,0 mA peak-to-peak, including overvoltage and oscillation (see "signal level" in figure 27 together with "positive amplitude" and "negative amplitude" in figure 25).

A 1,0 Mbit/s current-mode MAU receive circuit shall not respond to an input signal with a peak-to-peak line current amplitude which does not exceed 0,8 mA (see "noise rejection" in figure 27).

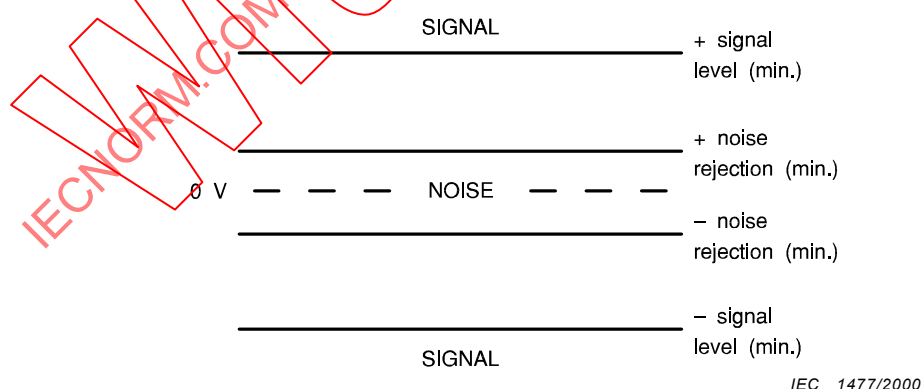


Figure 27 – Receiver sensitivity and noise rejection

13.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE 1 Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, il convient que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de Couche Application contienne une erreur non détectée, due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission soit inférieure à 1 pour 10^{12} (une erreur en 20 ans à 1 600 messages par seconde). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait les prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une Séquence de Contrôle de Trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode courant, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, avec un débit de trames maximal et avec des signaux d'amplitude 4,0 mA crête à crête, ne doit pas produire plus de 3 erreurs de trames détectées sur 3×10^6 trames lorsqu'il fonctionne en présence d'une tension de mode commun ou d'un bruit gaussien tels que ci-après:

- a) un signal sinusoïdal de mode commun de fréquence quelconque de 63 Hz à 2 MHz, avec une amplitude de 4 V eff., et de 47 Hz à 63 Hz avec une amplitude de 250 V eff.;
- b) un signal continu de mode commun de ± 10 V;
- c) un bruit différentiel additif gaussien et blanc, dans la bande de fréquences 1 kHz à 4 MHz avec un densité de bruit de $0,09 \mu A/\sqrt{Hz}$ eff., lorsque l'on utilise le circuit d'essai de la figure 28.

NOTE 2 Les spécifications de tension de mode commun et de bruit gaussien sont destinées aux essais de conformité du circuit de réception avec de charges symétriques et ne sont pas représentatives de la pratique d'installation de systèmes.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode courant, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 1 600 messages par seconde, avec des signaux d'amplitude 4 mA crête à crête, ne doit pas produire plus de 6 erreurs de trames détectées sur 100 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements de parasites électromagnétiques ou électriques suivants:

- 1) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- 2) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans les environnements de bruits suivants:

- i) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiées dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- ii) des essais de perturbations à haute fréquence telles que spécifiées dans la CEI 60255-22-1, Tension d'essai classe III (respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

13.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE 1 When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 10^{12} (1 error in 20 years at 1 600 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit Frame Check Sequence at the Data Link Layer.

A communication element which includes a current-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, with maximum frame rate and with signals of 4,0 mA pk-pk amplitude, shall produce no more than 3 detected frame errors in 3×10^6 frames during operation in the presence of common mode voltage or Gaussian noise as follows:

- a) a common-mode sinusoidal signal of any frequency from 63 Hz to 2 MHz, with an amplitude of 4 V r.m.s. and from 47 Hz to 63 Hz with an amplitude of 250 V r.m.s.;
- b) a common-mode d.c. signal of ± 10 V;
- c) white Gaussian additive differential noise in the frequency band 1 kHz to 4 MHz, with a noise density of $0,09 \mu\text{A}/\sqrt{\text{Hz}}$ r.m.s. using the test circuit of figure 28.

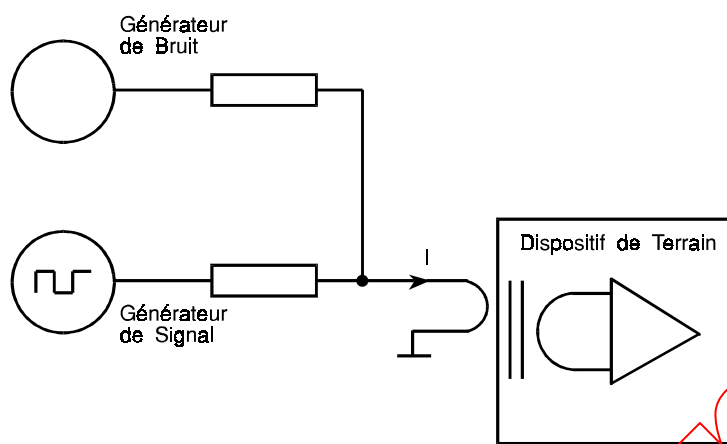
NOTE 2 The common mode voltage and Gaussian noise specifications are for receive circuit conformance testing with balanced loads and are not indicative of system installation practice.

A communication element which includes a current-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, at an average of 1 600 messages per s, with signals of 4,0 mA pk-pk amplitude, shall produce no more than 6 detected frame errors in 100 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- 2) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error-rate specification shall also be satisfied after but not during operation in the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- ii) high-frequency disturbance tests as specified in IEC 60255-22-1, Test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.



IEC 1478/2000

Figure 28 – Circuit d'essai de bruit pour MAU en mode courant

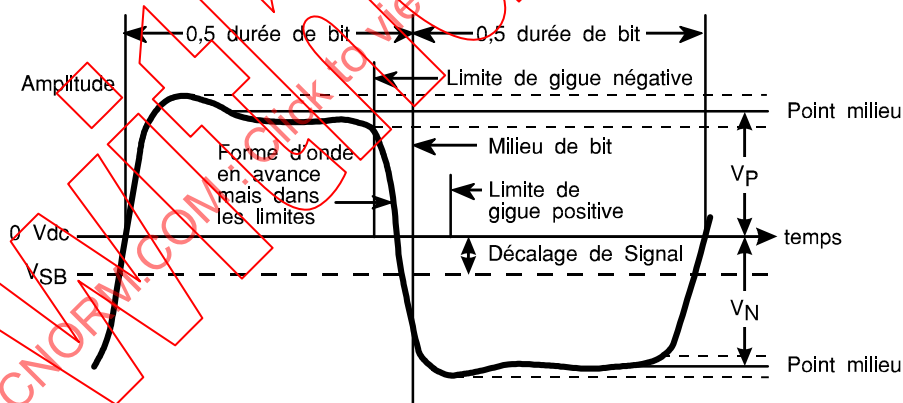
13.4.4 Gigue du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 13.1 et 13.3. De plus, le récepteur doit fonctionner correctement avec des signaux dont la variation du temps entre deux points de transition de signal (passages à zéro) adjacents quelconques est de $\pm 0,10$ durée de bit nominale ou moins. Voir figure 29.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteurs ayant de meilleures performances que cette spécification.

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre passages à zéro peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

NOTE 3 Il n'y a pas de prescription de rejeter un signal dont la variation de temps atteint une valeur spécifiée. Le récepteur rend compte d'une erreur quand la gigue du bit reçu excède son aptitude à décoder les signaux de façon fiable.



IEC 1479/2000

Figure 29 – Gigue du bit reçu

13.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sorties ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 5 ms et 15 ms durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction d'inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption après une période de 500 ms $\pm$ 50 %.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 3 % ($\approx 1/32$) du temps disponible.

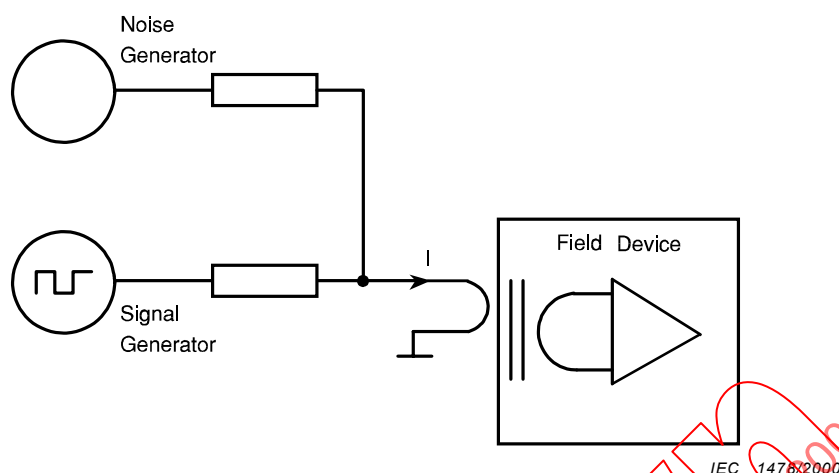


Figure 28 – Noise test circuit for current-mode MAU

13.4.4 Received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 13.1 and 13.3. In addition, the receiver shall work properly with signals with the time variation between any two adjacent signal transition points (zero crossing) of $\pm 0,10$ nominal bit time or less. See figure 29.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification.

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between zero crossings may be one-half or one bit time.

NOTE 3 There is no requirement to reject a signal with a specified time variation value. The receiver reports an error when the received bit cell jitter exceeds the receiver's ability to reliably decode signalling.

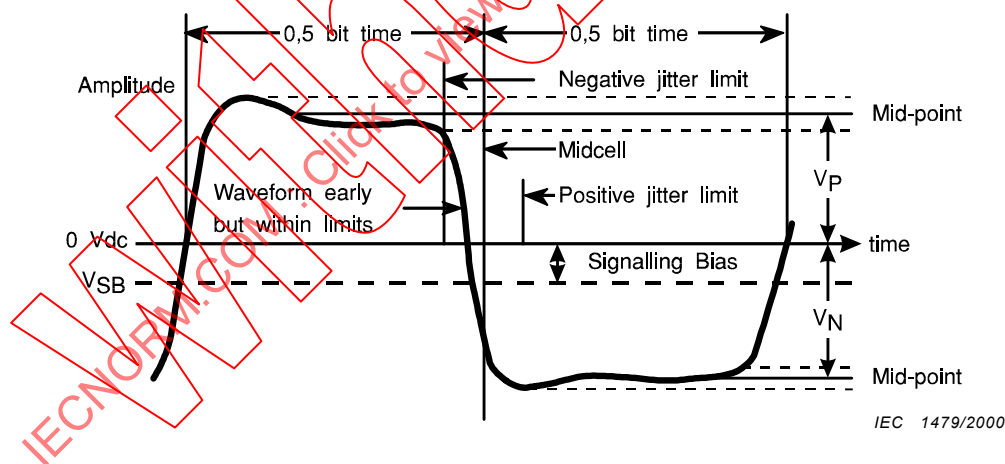


Figure 29 – Received bit cell jitter

13.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 5 ms and 15 ms during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of $500 \text{ ms} \pm 50 \%$.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 3 % ($\approx 1/32$) of the available time.

13.6 Distribution d'alimentation

NOTE 1 Un dispositif peut de façon optionnelle recevoir son alimentation via les conducteurs de signal ou être alimenté séparément.

NOTE 2 Un dispositif peut être certifié comme étant de Sécurité Intrinsèque avec l'une ou l'autre méthode d'alimentation.

NOTE 3 La présente partie de la CEI 61158 n'inclut pas de prescriptions pour la certification de SI, mais vise à exclure les conditions ou les situations qui pourraient empêcher la certification de SI.

NOTE 4 Un dispositif alimenté séparément peut être raccordé à un Bus de Terrain avec alimentation.

NOTE 5 Pour la commodité, les prescriptions de 13.6 sont résumées dans le tableau 21.

Tableau 21 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s

Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau	Limites pour le mode courant à 1,0 Mbit/s
Courant de sortie	50 à 200 mA eff.
Fréquence de sortie	16 kHz $\pm$ 0,5 %
Tension maximale de sortie, SI	Dépend des caractéristiques de la barrière
Distorsion harmonique du courant d'alimentation	$\leq$ 0,2 %
Impédance de sortie, mesurée sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r	$\leq$ 5 Ω

13.6.1 Alimentation via les conducteurs de signal

Un dispositif doit fonctionner sur une gamme de courant constant de 50 mA à 200 mA.

NOTE La tension de sortie issue de l'alimentation est fonction de la perte dans le câble et de la puissance consommée par dispositif. Un dispositif de Bus de Terrain peut être conçu pour consommer une ou plusieurs charges standard. Une charge standard est de 100 mW.

La tension de sortie en circuit ouvert de la source d'alimentation doit être inférieure à la limite spécifiée par l'agence locale de réglementation pour l'implémentation particulière. L'impédance de sortie de la source d'alimentation doit être $\leq$ 5 Ω sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r (250 kHz à 1,25 MHz).

La chute de tension dans le coupleur de signal doit être inférieure à 0,1 V à 16 kHz.

La chute de tension dans les terminaisons doit être inférieure à 0,3 V à 16 kHz.

La forme d'onde d'alimentation doit être une sinusoïde pure de fréquence 16 kHz $\pm$ 0,5 % et de distorsion harmonique maximale 0,2 %.

Le dispositif ne doit pas introduire de composantes harmoniques de la fréquence d'alimentation supérieures à 1,0 mV crête à crête en différentiel sur le tronc principal.

13.6.2 Alimentation séparément des conducteurs de signal

NOTE La distribution d'alimentation à des dispositifs de Bus de Terrain non alimentés par le bus se fait au moyen de conducteurs séparés alimentant des sources locales, des régulateurs ou des barrières de sécurité. La certification de SI peut exiger que ces conducteurs soient dans un câble séparé des conducteurs de signal et peut aussi imposer des prescriptions plus contraignantes pour les niveaux de courant que ceux spécifiés.

Un dispositif de Bus de Terrain alimenté séparément qui inclut une MAU en mode courant à 1,0 Mbit/s ne doit pas introduire de chute de tension supérieure à 1 mV eff. à la fréquence d'alimentation sur les conducteurs de signal ni fournir un courant supérieur à 100 μ A eff. aux conducteurs de signal en dehors des périodes d'émission.

13.6 Power distribution

NOTE 1 A device can optionally receive power via the signal conductors or be separately powered.

NOTE 2 A device can be certified as Intrinsically safe with either method of receiving power.

NOTE 3 This part of IEC 61158 does not include requirements for IS certification but seeks to exclude conditions or situations which would prevent IS certification.

NOTE 4 A separately powered device can be connected to a powered Fieldbus.

NOTE 5 For ease of reference, the requirements of 13.6 are summarized in table 21.

Table 21 – Network power supply requirements for the 1,0 Mbit/s current-mode MAU

Network power supply requirements	Limits for 1,0 Mbit/s current mode
Output current	50 mA to 200 mA r.m.s.
Output frequency	16 kHz $\pm$ 0,5 %
Maximum output voltage, IS	Depends on barrier rating
Harmonic distortion of supply current	$\leq$ 0,2 %
Output impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	$\leq$ 5 Ω

13.6.1 Powered via signal conductors

A device shall operate over a range of constant currents from 50 mA to 200 mA.

NOTE The output voltage from the supply is a function of cable loss and power consumed per device. A Fieldbus device may be designed to consume one or more standard loads. A standard load is 100 mW.

The power-supply open-circuit output voltage shall be less than the limit specified by the local regulatory agency for the particular implementation. The output impedance of the power supply shall be $\leq$ 5 Ω over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz).

The voltage drop in the signal coupler shall be less than 0,1 V at 16 kHz.

The voltage drop in the terminations shall be less than 0,3 V at 16 kHz.

The power waveform shall be a clean sinusoid of frequency 16 kHz $\pm$ 0,5 % and maximum harmonic distortion of 0,2 %.

The device shall not introduce harmonic components of the power frequency larger than 1,0 mV peak-to-peak line to line in the main trunk.

13.6.2 Powered separately from signal

NOTE Power distribution to non-bus powered Fieldbus devices is by separate conductors feeding local power supplies, regulators or safety barriers. IS certification may require these conductors to be in a separate cable from the signal conductors and may also impose more stringent requirements for current levels than specified.

A separately powered Fieldbus device which includes a 1,0 Mbit/s current-mode MAU shall drop no more than 1 mV r.m.s. at the power frequency on the signal conductors nor shall it supply a current of more than 100 μ A r.m.s. to the signal conductors when not transmitting.

13.6.3 Isolement électrique

Tous les dispositifs de Bus de Terrain qui utilisent un support filaire, qu'ils soient alimentés séparément ou alimentés via les conducteurs de signal, doivent présenter un isolement à basse fréquence entre la terre et le câble du tronc du Bus de Terrain.

NOTE 1 Cela peut être obtenu au moyen d'un coupleur inductif spécifié pour un isolement suffisant, par isolement du dispositif entier par rapport à la terre ou par l'utilisation d'un transformateur, d'un optocoupleur, ou d'un autre composant isolant entre le câble du tronc et le dispositif.

Un élément de communication combiné avec une source d'alimentation ne doit pas nécessiter d'isolement électrique.

L'impédance d'isolement mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain doit être supérieure à 250 k Ω à toutes les fréquences inférieures à 63 Hz.

L'isolement doit être court-circuité aux hautes fréquences par une capacité telle que l'impédance mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain soit inférieure à 15 Ω entre 3 et 30 MHz.

NOTE 2 La capacité entre terre et blindage du câble tronc nécessaire pour satisfaire à la fois ces deux prescriptions peut être toute valeur entre 3,5 nF et 10,6 nF.

La différence de capacité maximale par rapport à la terre des deux accès d'un dispositif ne doit pas excéder 250 pF.

Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec la CEI 61131-2, tableau 17.

NOTE 3 La tension d'essai est à appliquer entre circuits isolés indépendants ou entre circuits isolés et parties conductrices accessibles. Pour les circuits de tension nominale ≤ 50 V continus ou efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continus et 635 V de crête d'impulsion. Pour les circuits de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2 260 V efficaces, 3 175 V continus et 3 175 V de crête d'impulsion.

13.7 Spécification du support

13.7.1 Connecteur

Les connecteurs de câbles, s'ils sont utilisés, doivent être à la Norme CEI Bus de Terrain (voir annexe A). Les techniques de raccordement de terrain telles que vis ou clips ainsi que les raccordements permanents peuvent aussi être utilisés.

13.7.2 Câble

Le câble utilisé pour essayer les dispositifs de Bus de Terrain munis d'une MAU en mode courant au regard de leur conformité aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158, doit être un câble à simple paire torsadée, muni d'un blindage global, et satisfaisant aux prescriptions minimales suivantes à 25 °C:

- a) Z_0 à 0,25 f_r (250 kHz) = 150 $\Omega \pm 10$ %;
- b) Z_0 à 1,25 f_r (1,25 MHz) = 150 $\Omega \pm 10$ %;
- c) atténuation maximale à 0,25 f_r (250 kHz) = 6,5 dB/km;
- d) atténuation maximale à 1,25 f_r (1,25 MHz) = 13 dB/km;
- e) déséquilibre maximal de capacité par rapport au blindage = 1,5 nF/km;
- f) résistance maximale en courant continu (par conducteur) = 57,1 Ω /km;
- g) section d'un conducteur (taille du fil) = 0,33 mm² nominal (n° 22 AWG);
- h) résistivité minimale entre chaque conducteur et le blindage = 16 G Ω km;

13.6.3 Electrical isolation

All Fieldbus devices which use wire medium, whether separately powered or powered via the signal conductors, shall provide low-frequency isolation between ground and the Fieldbus trunk cable.

NOTE 1 This may be by use of an inductive coupler with sufficient isolation specification, by isolation of the entire device from ground or by use of a transformer, opto-coupler or some other isolating component between trunk cable and device.

A combined power supply and communication element shall not require electrical isolation.

The isolation impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be greater than 250 k Ω at all frequencies below 63 Hz.

The isolation shall be by-passed at high frequencies by capacitance, such that the impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be less than 15 Ω between 3-30 MHz.

NOTE 2 The capacitance between ground and trunk cable shield necessary to meet both these requirements can be any value between 3,5 nF and 10,6 nF.

The maximum unbalanced capacitance to ground from either input terminal of a device shall not exceed 250 pF.

The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with IEC 61131-2, table 17.

NOTE 3 The equivalent test voltage is to be applied between independent isolated circuits or between isolated circuits and accessible conducting parts. For circuits with a nominal voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For circuits with a nominal voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

13.7 Medium specification

13.7.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be to the IEC Fieldbus standard (see annex A). Field termination techniques such as screw or blade terminals and permanent termination may also be used.

13.7.2 Cable

The cable used for testing Fieldbus devices with a current-mode MAU for conformance to the requirements of this part of IEC 61158 shall be a single twisted pair cable with overall shield meeting the following minimum requirements at 25 °C:

- a) Z_0 at $0,25 f_r$ (250 kHz) = 150 $\Omega \pm 10 \%$;
- b) Z_0 at $1,25 f_r$ (1,25 MHz) = 150 $\Omega \pm 10 \%$;
- c) maximum attenuation at $0,25 f_r$ (250 kHz) = 6,5 dB/km;
- d) maximum attenuation at $1,25 f_r$ (1,25 MHz) = 13 dB/km;
- e) maximum capacitive unbalance to shield = 1,5 nF/km
- f) maximum d.c. resistance (per conductor) = 57,1 Ω /km;
- g) conductor cross-sectional area (wire size) = nominal 0,33 mm² (No. 22 AWG);
- h) minimum resistivity between either conductor and shield = 16 G Ω km;

i) couverture minimale du blindage = 95 %

NOTE 1 D'autres types de câble peuvent être utilisés en dehors des essais de conformité. Des câbles avec des spécifications supérieures peuvent permettre d'accroître la longueur du tronc et/ou d'améliorer l'immunité aux parasites. Inversement des câbles avec des spécifications inférieures peuvent être utilisés sous réserve de limitations de longueur à la fois pour le tronc et pour les ramifications, et d'une éventuelle non-conformité aux prescriptions relatives à la susceptibilité RFI/EMI.

NOTE 2 Pour les applications à Sécurité Intrinsèque il convient que le rapport inductance sur résistance (L/R) soit inférieur à la limite spécifiée par l'agence locale de réglementation pour l'implémentation particulière considérée.

13.7.3 Coupleur

Un coupleur inductif raccorde un dispositif ou une ramification au tronc. Il assure le transfert des signaux de données vers et depuis le dispositif et peut assurer le transfert de l'alimentation vers le dispositif. Le câble tronc fonctionne comme un primaire à un seul tour dans le transformateur du coupleur inductif. Les options suivantes sont autorisées:

- a) le couplage peut être réalisé sans violation de l'isolement du câble;
- b) le coupleur inductif peut être utilisé comme connecteur;
- c) un élément de barrière de SI peut être inclus comme partie intégrante du coupleur inductif.

Le coupleur doit être une partie intégrante de la MAU si le dispositif est connecté sur le tronc. L'impédance d'entrée du coupleur doit être au maximum de $2,5 \Omega$ en série avec la ligne.

13.7.4 Raccords

NOTE 1 Un raccord est toute partie du réseau dans laquelle l'impédance caractéristique du câble du réseau n'est pas respectée. Cela peut être dû à la séparation des conducteurs du câble, à la suppression du blindage du câble, au changement de taille ou de type du fil, au raccordement aux ramifications, etc. Une définition pratique d'un raccord est de ce fait, toute partie du réseau qui n'est pas constituée d'une longueur ininterrompue du support spécifié.

Dans un raccord, la continuité de tous les conducteurs du câble doit être maintenue.

13.7.5 Terminaison

Une terminaison doit être placée aux deux extrémités du câble tronc, raccordée entre les deux conducteurs de signal. Il ne doit pas être établi de connexion entre la terminaison et le blindage du câble.

Pour les besoins des essais, lorsque l'on utilise le câble spécifié en 13.7.2, la terminaison doit avoir une valeur d'impédance de $120 \Omega \pm 2 \%$ sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (250 kHz à 1,25 MHz).

NOTE 1 La valeur de la résistance de terminaison a été choisie inférieure à l'impédance caractéristique du câble d'essai parce que les dispositifs en mode courant rajoutent des impédances en série avec la terminaison. La valeur a été choisie pour réduire les réflexions de transmission sur la ligne pour un Bus de Terrain ayant de 2 à 32 dispositifs.

NOTE 2 Dans les implémentations pratiques avec alimentation via les conducteurs de signal, il est souhaitable que la terminaison soit court-circuitée aux fréquences d'alimentation, pour réduire les pertes d'énergie.

Le courant de fuite continu à travers la terminaison ne doit pas excéder 100 μA . La terminaison doit être non polarisée.

Toutes les terminaisons utilisées pour les applications à SI doivent satisfaire aux prescriptions d'isolement (contournement et écartement) appropriées à l'approbation de SI requise. Les terminaisons utilisées pour les applications qui ne sont pas à SI ne nécessitent pas une approbation de SI.

i) minimum shield coverage shall be 95 %.

NOTE 1 Other types of cable may be used, other than for conformance testing. Cables with improved specifications may enable increased trunk length and/or superior interference immunity. Conversely, cables with inferior specifications may be used subject to length limitations for both trunk and spurs plus possible non-conformance to the RFI/EMI susceptibility requirements.

NOTE 2 For intrinsically safe applications the inductance/resistance ratio (L/R) should be less than the limit specified by the local Regulatory Agency for the particular implementation.

13.7.3 Coupler

An inductive coupler connects one device or spur to the trunk. It transfers data signals to and from the device and may transfer power to the device. The trunk cable operates as a single primary turn in the inductive coupler transformer. The following options are permitted:

- a) the coupling may be performed without violation of the cable insulation;
- b) the inductive coupler may be used as a connector;
- c) an IS barrier element may be included as an integral part of the inductive coupler.

The coupler shall be an integral part of the MAU if the device is connected in the trunk. The input impedance of the coupler shall be a maximum of $2,5 \Omega$ in series with the line.

13.7.4 Splices

NOTE A splice is any part of the network in which the characteristic impedance of the network cable is not preserved. This is possibly due to separation of the cable conductors, removal of the cable shield, change of wire gauge or type, connection to spurs, etc. A practical definition of a splice is therefore any part of the network that is not a continuous length of the specified medium.

The continuity of all conductors of the cable shall be maintained in a splice.

13.7.5 Terminator

A terminator shall be located at both ends of the trunk cable, connected from one signal conductor to the other. No connection shall be made between terminator and cable shield.

For test purposes, using the cable specified in 13.7.2, the terminator shall have an impedance value of $120 \Omega \pm 2\%$ over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (250 kHz to 1,25 MHz).

NOTE 1 The terminator resistance value was selected to be lower than the test cable characteristic impedance value because the current-mode devices add impedances in series with the terminator. The value was chosen to reduce transmission line reflections for a Fieldbus with 2 to 32 devices.

NOTE 2 In practical implementations with power supplied via the signal conductors the terminator would be bypassed at power frequencies to minimize power losses.

The direct current leakage through the terminator shall not exceed $100 \mu\text{A}$. The terminator shall be non-polarized.

All terminators used for IS applications shall comply with isolation requirements (creepage and clearance) commensurate with the required IS approval. Terminators for non-IS applications shall not be required to have IS approval.

13.7.6 Règles de blindage

Pour une totale conformité aux prescriptions d'immunité au bruit de 13.4 il est nécessaire d'assurer l'intégrité du blindage tout au long du câblage, des connecteurs et des coupleurs par les moyens suivants:

- a) la couverture du blindage du câble doit être supérieure à 95 % de la longueur totale de câble;
- b) le blindage doit couvrir complètement les circuits électriques dans les connecteurs, les coupleurs et les raccords.

NOTE Le non-respect de ces règles de blindage peut dégrader l'immunité au bruit.

13.7.7 Règles de mise à la terre

NOTE 1 Mettre à la terre signifie raccorder de façon permanente à la terre, à travers une impédance suffisamment basse et avec une capacité de transport de courant suffisante, pour empêcher les élévations de tension susceptibles d'entraîner un risque excessif pour les équipements raccordés ou les personnes. Les lignes de zéro volt (commun) peuvent être raccordées à la terre aux endroits où elles sont isolées galvaniquement du tronc du Bus de Terrain.

Les dispositifs de Bus de Terrain doivent être capables de fonctionner selon les prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 avec le point milieu d'une terminaison ou d'un coupleur inductif raccordé directement à la terre.

Les dispositifs de Bus de Terrain ne doivent pas relier l'un ou l'autre des conducteurs de la paire torsadée à la terre en un point quel qu'il soit du réseau. Les signaux doivent être appliqués et maintenus sous forme différentielle d'un bout à l'autre du réseau.

NOTE 2 C'est une pratique courante pour le blindage du câble du tronc d'un Bus de Terrain (si cela s'applique) d'être efficacement mis à la terre en un point le long du câble. Pour cette raison il convient que les dispositifs de Bus de Terrain permettent l'isolement en courant continu du blindage du câble, par rapport à la terre. Pour les systèmes alimentés par le bus, il est souhaitable que la mise à la terre du blindage et des conducteurs de signal pris de manière symétrique soit faite près de la source d'alimentation. Pour les systèmes à SI, il est souhaitable que la mise à la terre soit faite au point de raccordement à la terre de la barrière de sécurité. Un couplage capacitif entre le blindage ou les conducteurs de signal pris de manière symétrique et la terre locale d'un dispositif, pour contenir les perturbations électromagnétiques, est autorisé sous réserve des prescriptions relatives à la SI.

14 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 2,5 Mbit/s sur support filaire

NOTE 1 Les prescriptions relatives à la MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s n'ont pas pour but spécifique de faciliter les options de distribution d'alimentation via les conducteurs de signal et d'aptitude à la certification de Sécurité Intrinsèque. Si l'alimentation se fait par le bus, elle est distribuée sous forme d'une tension ou d'un courant continu, et les signaux de communication sont superposés à l'alimentation continue.

NOTE 2 Le support du réseau est constitué de câble à paire torsadée blindée. Quelle que soit la topologie, tous les dispositifs rattachés au réseau, sauf éventuellement le dispositif en train d'émettre, sont à haute impédance, pour éviter toute charge significative du réseau. Des formes d'ondes trapézoïdales sont utilisées afin de réduire les émissions électromagnétiques et la distorsion du signal.

NOTE 3 Une topologie linéaire est admise. Un réseau comprend un câble tronc, muni de terminaisons aux deux extrémités.

14.1 Débit binaire émis

Le débit binaire émis doit être de 2,5 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée de bit instantanée doit être de 0,4 μ s $\pm$ 0,010 μ s.

14.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s fonctionne dans un réseau composé des éléments suivants:

- a) câble;
- b) terminaisons;
- c) coupleurs;
- d) dispositifs (contenant au moins un élément de communication).

13.7.6 Shielding rules

For full conformance to the noise immunity requirements of 13.4 it is necessary to ensure the integrity of shielding throughout the cabling, connectors and couplers by the following means:

- a) the coverage of the cable shield shall be greater than 95 % of the full cable length;
- b) shielding shall completely cover the electrical circuits in connectors, couplers, and splices.

NOTE Deviation from these shielding rules may degrade noise immunity.

13.7.7 Grounding rules

NOTE 1 Grounding means permanently connected to earth through a sufficiently low impedance and with sufficient current-carrying capability to prevent voltage build-up which might result in undue hazard to connected equipment or persons. Zero volts (common) lines may be connected to ground where they are galvanically isolated from the Fieldbus trunk.

Fieldbus devices shall be required to function to the requirements of this part of IEC 61158 with the mid-point of one terminator or one inductive coupler connected directly to ground.

Fieldbus devices shall not connect either conductor of the twisted pair to ground at any point in the network. Signals shall be applied and preserved differentially throughout the network.

NOTE 2 It is standard practice for the shield of the Fieldbus trunk cable (if applicable) to be effectively grounded at one point along the length of the cable. For this reason Fieldbus devices should allow d.c. isolation of the cable shield from ground. For bus-powered systems the grounding of the shield and balanced signal conductors should be close to the power supply unit. For IS systems the grounding should be at the safety barrier earth connection. Capacitive coupling between the shield or the balanced signal conductors and device local ground for EMI control is permitted subject to IS requirements.

14 Medium Attachment Unit (MAU): 2,5 Mbit/s, voltage mode, wire medium

NOTE 1 The 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU requirements are not specifically intended to facilitate the options of power distribution via the signal conductors and suitability for Intrinsic Safety certification. If bus-powered, power is distributed as direct voltage and current, and communications signals are superimposed on the d.c. power.

NOTE 2 The network medium consists of shielded twisted pair cable. Independent of topology, all attached devices, other than possibly the transmitting device, are high impedance to prevent significant network loading. Trapezoidal waveforms are used to reduce electromagnetic emissions and signal distortion.

NOTE 3 A linear bus topology is supported. A network contains one trunk cable, terminated at both ends.

14.1 Transmitted bit rate

The transmitted bit rate shall be 2,5 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, averaged over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be 0,4 μ s $\pm$ 0,010 μ s.

14.2 Network specifications

NOTE A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU operates in a network composed of the following components:

- a) cable;
- b) terminators;
- c) couplers;
- d) devices (containing at least one communication element).

Un réseau filaire en mode tension à 2,5 Mbit/s peut inclure de façon additionnelle les éléments suivants:

- e) connecteurs;
- f) sources d'alimentation;
- g) dispositifs comprenant des sources d'alimentation.

14.2.1 Topologies

Une MAU à support filaire doit fonctionner dans un réseau à topologie linéaire, constituée d'un tronc, muni de terminaisons à chaque extrémité comme spécifié en 14.7.5, auquel les éléments de communications sont raccordés via des coupleurs. Chaque élément de communication doit être raccordé en parallèle sur le câble tronc.

NOTE 1 Le coupleur et l'élément de communication sont généralement intégrés dans un même dispositif.

NOTE 2 Des répéteurs actifs peuvent être utilisés pour établir des branches ou étendre la longueur du tronc au-delà de celle d'un seul tronçon dans la mesure où les règles de configuration du réseau le permettent. Les branches doivent être considérées comme des tronçons.

14.2.2 Règles de configuration du réseau

Une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'elle est utilisée dans un réseau qui respecte ces règles.

Règle 1: Un Bus de Terrain doit être capable d'assurer la communication entre deux et 32 dispositifs fonctionnant tous avec le même débit binaire.

NOTE 1 La règle 1 n'interdit pas l'usage d'un plus grand nombre de dispositifs que celui spécifié, dans un système installé.

Règle 2: Un tronçon d'un Bus de Terrain en mode tension à 2,5 Mbit/s complètement chargé (nombre maximal de dispositifs connectés) doit pouvoir atteindre une longueur de câble totale, y compris les branches, de 500 m entre deux dispositifs quelconques.

NOTE 2 La longueur de câble maximale de 500 m est la prescription requise pour la conformité à la présente partie de la CEI 61158, mais cela n'interdit pas l'utilisation de longueurs plus grandes dans un système installé.

Règle 3: Le nombre total de régénérations de la forme d'onde au moyen de répéteurs et de coupleurs actifs entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder quatre.

Règle 4: Le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 40 durées de bit nominales.

NOTE 3 Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable que la part du temps de retournement d'un dispositif quelconque du réseau, qui est introduite par une PhE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée, n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL – PhL ou l'interface MDS – MAU soient accessibles, la part du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée ni essayée au regard de la conformité.

Règle 5: Le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

Règle 6: Pour un Bus de Terrain à 2,5 Mbit/s à support filaire non alimenté via les conducteurs de signal, une défaillance simple dans un quelconque élément de communication (y compris un court-circuit, mais non compris un bavardage) ne doit pas perturber les échanges entre les autres éléments de communication pendant plus de 1 ms.

Règle 7: Dans les systèmes sensibles à la polarité, les paires torsadées du support doivent avoir des conducteurs marqués de façon distincte de manière à identifier sans ambiguïté chaque conducteur individuel. La polarité doit être respectée en tous les points de raccordement.

A wire network in 2,5 Mbit/s voltage mode may additionally include the following components:

- e) connectors;
- f) power supplies;
- g) devices which include power supplies.

14.2.1 Topologies

A wire MAU shall operate in a network with a linear bus topology, consisting of a trunk, terminated at each end as specified in 14.7.5, to which communication elements are connected via couplers. Each communication element shall be connected in parallel with the trunk cable.

NOTE 1 The coupler and communication element are generally integrated in one device.

NOTE 2 Active repeaters may be used to establish branches or to extend the length of the trunk beyond that of a single segment as permitted by the network configuration rules. Branches must be considered as segments.

14.2.2 Network configuration rules

A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when used in a network which complies with these rules.

Rule 1: One Fieldbus shall be capable of communication between two and 32 devices, all operating at the same bit rate.

NOTE 1 Rule 1 does not preclude the use of more than the specified number of devices in an installed system.

Rule 2: A fully loaded (maximum number of connected devices) 2,5 Mbit/s voltage-mode Fieldbus segment shall have a total cable length, including branches, between any two devices, of up to 500 m.

NOTE 2 500 m maximum cable length is the requirement for conformance to this part of IEC 61158 but this does not preclude the use of longer lengths in an installed system.

Rule 3: The total number of waveform regenerations by repeaters and active couplers between any two devices shall not exceed four.

Rule 4: The maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 40 nominal bit times.

NOTE 3 For efficiency of the network, that part of the turn-around time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed 5 bit times, no more than 2 bit times of which should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL – PhL interface or the MDS – MAU interface, that part of the turn-around time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified or conformance tested.

Rule 5: The Fieldbus shall be capable of continued operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Rule 6: For a 2,5 Mbit/s wire Fieldbus which is not powered via the signal conductors, a single failure in any one communication element (including a short circuit but excluding jabber) shall not interfere with transactions between other communication elements for more than 1 ms.

Rule 7: In polarity sensitive systems the medium twisted pairs shall have distinctly marked conductors which uniquely identify individual conductors. The polarization shall be maintained at all connection points.

Règle 8: La dégradation des caractéristiques électriques du signal, entre deux dispositifs quelconques, due à l'atténuation, à la distorsion d'atténuation et à la désadaptation doit être limitée aux valeurs indiquées ci-dessous:

- a) Atténuation du signal: La configuration du bus (longueur du tronc, nombre de dispositifs et éléments d'adaptation éventuels) doit être telle que l'atténuation entre deux dispositifs quelconques à la fréquence correspondant au débit binaire n'excède pas 18 dB;
- b) Distorsion d'atténuation: La configuration du bus (longueur du tronc et nombre de dispositifs) doit être telle qu'entre deux dispositifs quelconques:

$$[\text{Atténuation}(1,25 f_r) - \text{Atténuation}(0,25 f_r)] \leq 10 \text{ dB}$$

$$\text{Atténuation}(1,25 f_r) \geq \text{Atténuation}(0,25 f_r)$$

où f_r est la fréquence correspondant au débit binaire. L'atténuation doit être monotone pour toutes les fréquences de $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (625 kHz à 3,125 MHz);

- c) Distorsion de désadaptation: La désadaptation (due à tout effet) sur le bus doit être telle qu'en tout point le long du tronc, dans la bande de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (625 kHz à 3,125 MHz):

$$|(Z - Z_0)/(Z + Z_0)| \leq 0,2$$

où Z_0 est l'impédance caractéristique du câble tronc et Z est la combinaison parallèle de Z_0 et de l'impédance de charge au niveau du coupleur.

NOTE 4 La règle 8 minimise les restrictions sur la longueur du tronc, le nombre de dispositifs etc. en spécifiant seulement les limitations de transmission imposées par les combinaisons de ces facteurs. Des combinaisons différentes peuvent être utilisées en fonction des besoins de l'application.

NOTE 5 La cause principale d'une grande désadaptation est la concentration de plusieurs coupleurs sur une courte longueur du tronc.

Si la distance entre deux coupleurs consécutifs est inférieure à 2 m, le temps de propagation entre eux est inférieur à 10 ns (1/8 des temps de montée et de descente maximaux spécifiés pour le signal émis) et la concentration apparaît comme un seul élément désadapté produisant d'importantes réflexions des transitions du signal.

Une concentration de coupleurs où la distance entre deux coupleurs consécutifs est inférieure à 2 m est appelée une grappe.

De façon à satisfaire la règle 8c lorsque l'on utilise des dispositifs présentant une impédance d'entrée de valeur minimale (8 kΩ) et des ramifications de longueur nulle, il est recommandé qu'une grappe ne comprenne pas plus de quatre coupleurs.

L'utilisation de dispositifs présentant une impédance d'entrée plus élevée de façon significative que la valeur minimale autoriserait des grappes comprenant plus de coupleurs.

L'utilisation de ramifications de longueur non nulle pourrait nécessiter que les grappes comprennent moins de quatre coupleurs.

NOTE 6 Il est possible de réduire la désadaptation due à une grappe par les moyens suivants:

- en utilisant des coupleurs multivoies actifs;
- en insérant des éléments d'adaptation (atténuateurs passifs) de chaque côté de la grappe sous la condition que la règle 8b soit satisfaite.

Règle 9: Les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- a) chaque canal (câble) doit satisfaire aux règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- c) les répéteurs aussi doivent être redondants;
- d) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques par deux canaux quelconques ne doit alors pas excéder cinq durées de bit;
- e) les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est-à-dire que les canaux 1,2,3... vus par la Gestion de Station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1,2,3...

Rule 8: The degradation of the electrical characteristics of the signal, between any two devices, due to attenuation, attenuation distortion and mismatching shall be limited to the values indicated below.

- a) Signal attenuation: The configuration of the bus (trunk length, number of devices, and possible matching devices) shall be such that the attenuation between any two devices at the frequency corresponding to the bit rate shall not exceed 18 dB;
- b) Attenuation distortion: The configuration of the bus (trunk length and number of devices) shall be such that between any two devices:

$$[\text{Attenuation}(1,25 f_r) - \text{Attenuation}(0,25 f_r)] \leq 10 \text{ dB}$$

$$\text{Attenuation}(1,25 f_r) \geq \text{Attenuation}(0,25 f_r)$$

where f_r is the frequency corresponding to the bit rate. Attenuation shall be monotonic for all frequencies from $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (625 kHz to 3,125 MHz);

- c) Mismatching Distortion: Mismatching (due to any effect) on the bus shall be such that, at any point along the trunk, in the frequency band $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (625 kHz to 3,125 MHz):

$$|(Z - Z_0) / (Z + Z_0)| \leq 0,2$$

where Z_0 is the characteristic impedance of the trunk cable and Z is the parallel combination of Z_0 and the load impedance at the coupler.

NOTE 4 Rule 8 minimizes restrictions on trunk length, number of devices etc. by specifying only the transmission limitations imposed by combinations of these factors. Different combinations may be used depending on the needs of the application.

NOTE 5 The main cause of a large mismatch is the concentration of several couplers on a short length of the trunk.

If the distance between two consecutive couplers is less than 2 m the propagation delay between them is smaller than 10 ns (1/8 of the maximum rise or fall times specified for the transmit signal) and the concentration appears as a single mismatched element inducing large reflections of the signal transitions.

A concentration of couplers where the distance between two consecutive couplers is less than 2 m is defined as a cluster.

In order to comply with the Rule 8c using devices with an input impedance of minimum value (8 kΩ) and zero-length spurs, it is recommended that a cluster would not include more than four couplers.

Using devices with an input impedance significantly higher than the minimum value would allow clusters with more couplers. Using non-zero-length spurs could require clusters to have fewer than four couplers.

NOTE 6 It is possible to reduce the mismatching due to a cluster by the following means:

- using active multiport couplers;
- inserting matching devices (passive attenuators) each side of the cluster, under the condition that the Rule 8b is satisfied.

Rule 9: The following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel (cable) shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment between two redundant segments;
- c) repeaters shall also be redundant;
- d) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;
- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channels 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...

14.2.3 Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau

Le blindage du câble ne doit pas être utilisé comme conducteur d'alimentation.

14.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 14.1 et de 14.3 sont résumées dans les tableaux 22 et 23.

Tableau 22 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

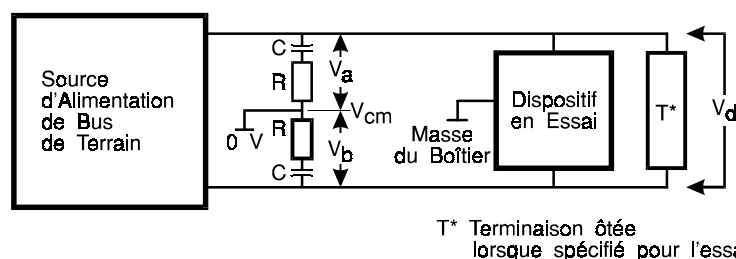
Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué à la figure 30)	Limites pour 2,5 Mbit/s en mode tension
Niveau de sortie (crête à crête, voir figure 31) Avec charge d'essai ($0,5 Z_0$ nominale du câble tronc)	5,5 V à 9,0 V $75 \Omega \pm 1 \%$
Différence maximale des amplitudes positive et négative (décalage de signal) comme indiqué figure 32	$\pm 0,35$ V
Niveau de sortie avec une terminaison du tronc enlevée (crête à crête) Avec charge d'essai (Z_0 nominale du câble tronc)	5,5 V à 11,0 V $150 \Omega \pm 1 \%$
Niveau de sortie; circuit ouvert (crête à crête)	5,5 V à 30,0 V
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (voir figure 31)	$\pm 10 \%$
Sortie émission au repos; c'est-à-dire bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 10 MHz)	≤ 10 mV (eff.)

Tableau 23 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué à la figure 30)	Limites pour 2,5 Mbit/s en mode tension
Débit binaire émis	2,5 Mbit/s $\pm 0,01 \%$
Durée de bit instantanée	$0,4 \mu\text{s} \pm 0,010 \mu\text{s}$
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête à crête, voir figure 31)	$\leq 0,2$ durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête à crête)	≤ 500 V/ μs
Gigue maximale du bit émis (déviaton du point de passage à zéro, voir figure 32)	$\pm 0,025$ durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq 2,0$ durées de bit nominales

14.3.1 Configuration d'essai

La figure 30 montre la configuration qui doit être utilisée pour les essais.



IEC 1480/2000

Figure 30 – Configuration d'essai du circuit d'émission

14.2.3 Power distribution rules for network configuration

The cable shield shall not be used as a power conductor.

14.3 Transmit circuit specification for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 14.1 and 14.3 are summarized in tables 22 and 23.

Table 22 – Transmit level specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

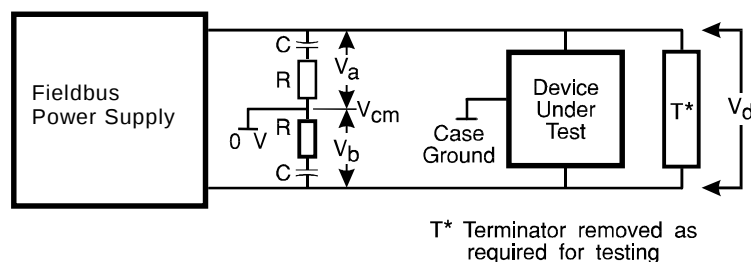
Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 30)	Limits for 2,5 Mbit/s voltage mode
Output level (peak-to-peak, see figure 31) With test load (0,5 nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 9,0 V $75 \Omega \pm 1 \%$
Maximum positive and negative amplitude difference (signalling bias) as shown in figure 32	$\pm 0,35$ V
Output level with one terminator removed (peak-to-peak) With test load (nominal Z_0 of trunk cable)	5,5 V to 11,0 V $150 \Omega \pm 1 \%$
Output level; open circuit (peak-to-peak)	5,5 V to 30,0 V
Maximum output signal distortion; i.e., overvoltage, ringing and droop (see figure 31)	$\pm 10 \%$
Quiescent transmitter output; i.e. transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 10 MHz)	≤ 10 mV (r.m.s.)

Table 23 – Transmit timing specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

Transmit timing characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 30)	Limits for 2,5 Mbit/s voltage mode
Transmitted bit rate	2,5 Mbit/s $\pm 0,01 \%$
Instantaneous bit time	$0,4 \mu\text{s} \pm 0,010 \mu\text{s}$
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-to-peak signal, see figure 31)	$\leq 0,2$ nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of peak-to-peak signal)	≤ 500 V/ μs
Maximum transmitted bit cell jitter (zero-crossing point deviation, see figure 32)	$\pm 0,025$ nominal bit time
Transmit enable/disable time (i.e. time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq 2,0$ nominal bit times

14.3.1 Test configuration

Figure 30 shows the configuration which shall be used for testing.



IEC 1480/2000

Figure 30 – Transmit circuit test configuration

Tension de signal différentielle: $V_d = V_a - V_b$.

Résistance de charge d'essai $R = 75 \, \Omega$ ($0,5 Z_0$ du câble) et $C = 0,15 \, \mu F$, sauf indication contraire dans une prescription spécifique.

14.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

NOTE La figure 31 montre un exemple de la composante alternative d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.

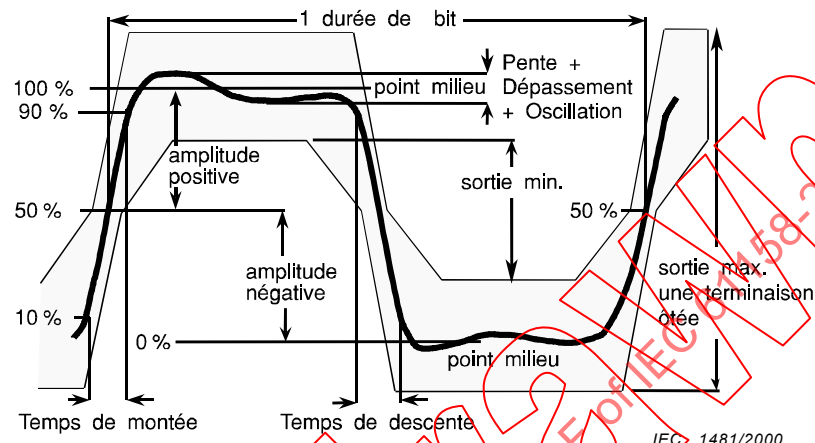


Figure 31 – Forme d'onde de sortie

Un circuit d'émission d'une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point médian estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («point milieu» à la figure 31):

- la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après le transformateur élévateur/abaisseur (si cela s'applique) doit être comprise entre 5,5 V et 9 V crête à crête, avec une résistance de charge de $75 \, \Omega \pm 1 \, \%$ («sortie min.» à la figure 31);
- la tension de sortie au niveau du tronc ou aux bornes d'émission, avec une résistance de charge de $150 \, \Omega \pm 1 \, \%$, c'est-à-dire avec une terminaison du tronc enlevée, doit être comprise entre 5,5 V et 11,0 V crête à crête («sortie max. une terminaison ôtée» à la figure 31);
- la tension de sortie au niveau du tronc ou aux bornes d'émission, avec une charge quelconque y compris un circuit ouvert, doit être comprise entre 5,5 V et 30,0 V crête à crête. Pour les besoins de l'essai, le circuit ouvert doit être défini comme une résistance de charge de 100 k Ω en parallèle avec une capacité de 15 pF;
- durant l'émission, un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \, \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- la différence entre l'amplitude positive et l'amplitude négative, mesurées comme indiqué figure 32, ne doit pas excéder $\pm 0,35$ V crête;
- le bruit de sortie d'une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 10 mV eff., mesuré de façon différentielle sur la bande de fréquences 1 kHz à 10 MHz et rapporté au tronc;
- la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de sa valeur crête à crête. Après quoi la tension du signal ne doit pas varier de plus de $\pm 10 \, \%$ de la valeur crête à crête jusqu'à l'occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

Differential signal voltage: $V_d = V_a - V_b$

Test load resistance $R = 75 \, \Omega$ (0,5 cable Z_0) and $C = 0,15 \, \mu\text{F}$ except where otherwise stated in a specific requirement.

14.3.2 Output level requirements

NOTE Figure 31 shows an example of the a.c. component of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power supply voltages.

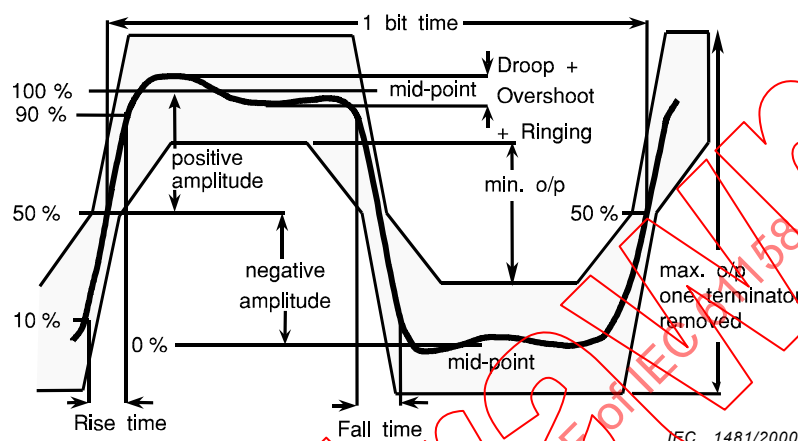


Figure 31 – Output waveform

A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("Mid-point" in figure 31):

- the output voltage across the test load after transformer step up/down (if applicable) shall be between 5,5 V and 9,0 V peak-to-peak with a load resistance of $75 \, \Omega \pm 1\%$ ("min. o/p" in figure 31);
- the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with a load resistance of $150 \, \Omega \pm 1\%$ (i.e. with one trunk terminator removed) shall be between 5,5 V and 11,0 V peak-to-peak ("max. o/p one terminator removed" in figure 31);
- the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with any load including an open circuit shall be between 5,5 V and 30,0 V peak-to-peak. For test purposes open circuit shall be defined as a load of $100 \, \text{k}\Omega$ resistance in parallel with $15 \, \text{pF}$ capacitance;
- during transmission a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \, \Omega$ is applied for 1 s;
- the difference between positive amplitude and negative amplitude, measured as shown in figure 32, shall not exceed $\pm 0,35 \, \text{V}$ peak;
- the output noise from a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 10 mV r.m.s., measured differentially over the frequency band 1 kHz to 10 MHz, referred to the trunk;
- the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than $\pm 10 \%$ of peak-to-peak value until the next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, i.e. overvoltage, ringing and droop.

14.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Un circuit d'émission de MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

- les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête, ne doivent pas excéder 0,2 durée de bit nominale (voir figure 31);
- la vitesse de variation ne doit pas excéder 500 V/μs, mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête (voir figure 31);

NOTE Les prescriptions a) et b) ont pour conséquence une forme d'onde trapézoïdale à la sortie du circuit d'émission. La prescription b) limite le niveau des émissions parasites susceptibles d'être couplées aux circuits adjacents, etc. La prescription b) est calculée au moyen de la formule:

$$\text{Vitesse de variation max.} = 6 \times \text{Vitesse de variation min.} = 6 \times 0,8 V_o / 0,2 T = 24 \times V_o / T.$$

où V_o est la tension de sortie crête à crête maximale (9 V), et T la durée de bit nominale (0,4 μs).

- la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesuré par référence au passage à zéro précédent (voir figure 32);

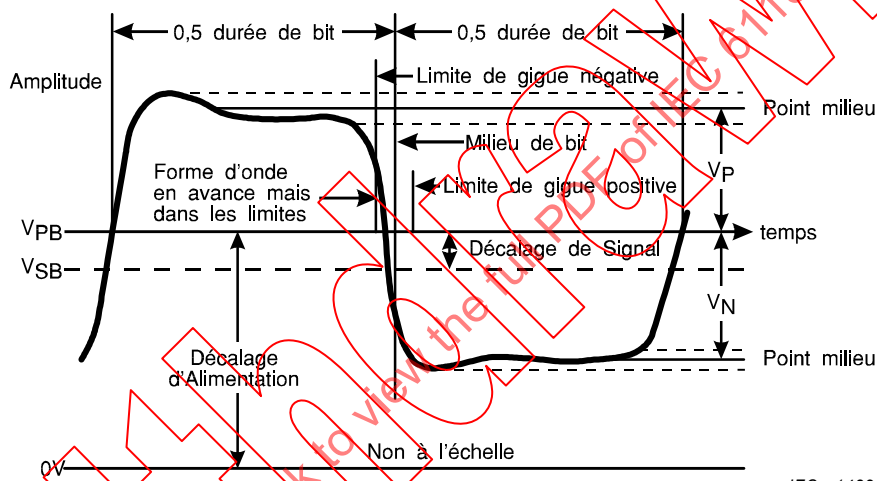


Figure 32 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)

- le circuit d'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever depuis un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 14.3.2 e) jusqu'au plein niveau de sortie en moins de deux durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être spécifiée par les autres parties de 14.3;
- le circuit de l'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission spécifié en 14.3.2 e), en moins de deux durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder quatre durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai du circuit d'émission de 14.3.1, avec la capacité équivalente à celle d'un câble de longueur maximale aux bornes du dispositif en essai.

NOTE Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

14.4 Spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 14.4 sont résumées dans le tableau 24.

14.3.3 Output timing requirements

A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

- rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,2 nominal bit time (see figure 31);
- slew rate shall not exceed 500 V/μs measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 31);

NOTE Requirements a) and b) produce a trapezoidal waveform at the transmit circuit output. Requirement b) limits the level of interference emissions which may be coupled to adjacent circuits, etc. Requirement b) is calculated from the formula:

$$\text{Max. slew rate} = 6 \times \text{Min. slew rate} = 6 \times 0,8 V_o / 0,2 T = 24 \times V_o / T$$

where V_o is the maximum peak-to-peak output voltage (9,0 V), and T is the nominal bit time (0,4 μs).

- transmitted bit cell jitter shall not exceed $\pm 0,025$ nominal bit time from the ideal zero crossing point, measured with respect to the previous zero crossing (see figure 32);

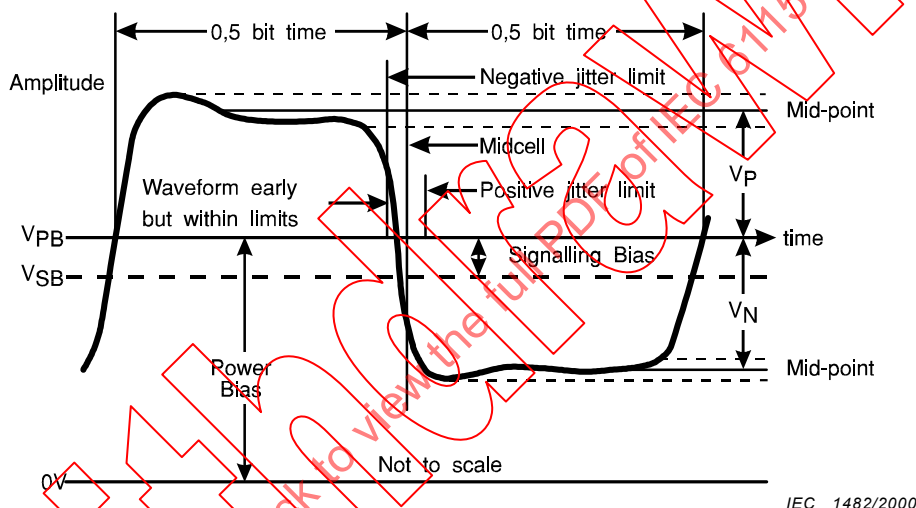


Figure 32 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)

- the transmit circuit shall turn on, i.e. the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 14.3.2 e) to full output level, in less than two nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other parts of 14.3;
- the transmit circuit shall turn off, i.e. the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 14.3.2 e), in less than two nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off-state impedance shall not exceed four nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 14.3.1 with the equivalent capacitance of a maximum length cable across the DUT terminals.

NOTE This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

14.4 Receive circuit specification for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 14.4 are summarized in table 24.

Tableau 24 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au tronc)	Limites pour 2,5 Mbit/s en mode tension
Impédance d'entrée, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$	$\geq 8 \text{ k}\Omega$
Sensibilité; signal crête à crête minimal devant être accepté (voir figure 33)	700 mV
Réjection du bruit; bruit crête à crête maximal devant être rejeté (voir figure 33)	280 mV
Gigue maximale du bit reçu (déviations du point de passage à zéro; voir figure 34)	$\pm 0,10$ durée de bit nominale

14.4.1 Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée différentielle d'un circuit de réception de MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s ne doit pas être inférieure à 8 k Ω sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (625 kHz à 3,125 MHz). Cette prescription doit être satisfaite dans les états hors tension et sous tension (hors émission) et pendant les transitions entre ces états. Cette impédance doit être mesurée aux bornes de l'élément de communication en utilisant un signal sinusoïdal d'amplitude supérieure au seuil de sensibilité du récepteur et inférieure à 9,0 V crête à crête.

NOTE La prescription d'une impédance d'entrée $\geq 8 \text{ k}\Omega$ durant la mise sous tension et la mise hors tension peut être satisfaite au moyen d'une mise hors service automatique de l'émetteur durant ces périodes.

14.4.2 Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

Un circuit de réception de MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit être capable d'accepter un signal d'entrée d'amplitude non inférieure à 700 mV crête à crête, y compris surtension et oscillation (voir «niveau du signal» à la figure 33 en même temps que «amplitude positive» et «amplitude négative» à la figure 31).

Un circuit de réception de MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s ne doit pas répondre à un signal d'entrée d'une amplitude crête à crête qui n'excède pas 280 mV (voir «réjection du bruit» à la figure 33).

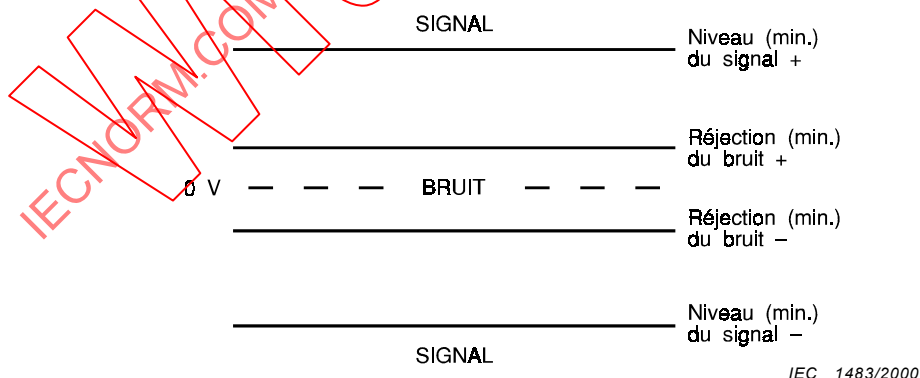


Figure 33 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

14.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE 1 Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés il convient que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de Couche Application contienne une erreur non détectée, due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission, soit inférieure à 1 pour 10^{12} (une erreur en 20 ans à 1 600 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait les prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une Séquence de Contrôle de Trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Table 24 – Receive circuit specification summary for 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

Receive circuit characteristics (values referred to trunk)	Limits for 2,5 Mbit/s voltage mode
Input impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	$\geq 8 \text{ k}\Omega$
Sensitivity; min. pk-pk signal required to be accepted (see figure 33)	700 mV
Noise rejection; max. pk-pk noise required to be rejected (see figure 33)	280 mV
Maximum received bit cell jitter (zero crossing-point deviation, see figure 34)	$\pm 0,10$ nominal bit time

14.4.1 Input impedance

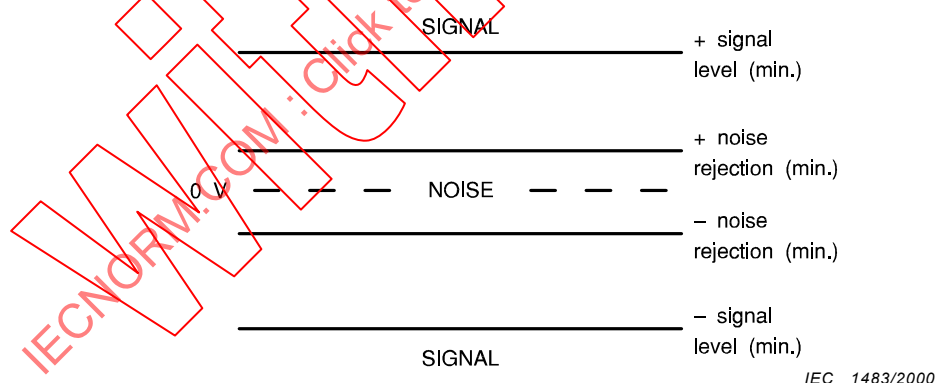
The differential input impedance of a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be no less than $8 \text{ k}\Omega$ over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (625 kHz to 3,125 MHz). This requirement shall be met in the power-off and power-on (not transmitting) states and in transition between these states. This impedance shall be measured at the communication element terminals using a sine wave with a signal amplitude greater than the receiver sensitivity threshold and lower than 9,0 V peak-to-peak.

NOTE The requirement for $\geq 8 \text{ k}\Omega$ input impedance during power-up and power-down may be met by automatic disabling of the transmitter during these periods.

14.4.2 Receiver sensitivity and noise rejection

A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be capable of accepting an input signal of amplitude no less than 700 mV peak-to-peak, including overvoltage and oscillation (see "signal level" in figure 33 together with "positive amplitude" and "negative amplitude" in figure 31).

A 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall not respond to an input signal with a peak-to-peak amplitude which does not exceed 280 mV (see "noise rejection" in figure 33).

**Figure 33 – Receiver sensitivity and noise rejection**

14.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE 1 When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 10^{12} (1 error in 20 years at 1 600 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16-bit Frame Check Sequence at the Data Link Layer.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, avec un débit de trames maximal et avec des signaux d'amplitude 1,4 V crête à crête, ne doit pas produire plus de 3 erreurs de trames détectées sur 3×10^6 trames lorsqu'il fonctionne en présence d'une tension de mode commun ou d'un bruit gaussien tels que ci-après:

- a) un signal sinusoïdal de mode commun de fréquence quelconque de 63 Hz à 5 MHz, avec une amplitude de 4 V eff., et de 47 Hz à 63 Hz avec une amplitude de 250 V eff.;
- b) un signal continu de mode commun de ± 10 V;
- c) un bruit différentiel additif gaussien et blanc, dans la bande de fréquences 1 kHz à 10 MHz avec une densité de bruit de $20 \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ eff.

NOTE 2 Les spécifications de tension de mode commun et de bruit gaussien sont destinées aux essais de conformité du circuit de réception avec de charges symétriques et ne sont pas représentatives de la pratique d'installation de systèmes.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 1 600 messages par seconde, avec des signaux d'amplitude 1,4 V crête à crête, ne doit pas produire plus de 6 erreurs de trames détectées sur 100 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements de parasites électromagnétiques ou électriques suivants:

- 1) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- 2) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans les environnements de bruits suivants:

- i) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifié dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- ii) des essais de perturbations à haute fréquence telles que spécifiées dans la CEI 60255-22-1, Tension d'essai classe III (respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

14.4.4 Gigue du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 14.1 et 14.3. De plus, le récepteur doit fonctionner correctement avec des signaux dont la variation du temps entre deux points de transition de signal (passages à zéro) adjacents quelconques est de $\pm 0,10$ durée de bit nominale ou moins. Voir figure 34.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteurs ayant de meilleures performances que cette spécification.

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre passages à zéro peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

NOTE 3 Il n'y a pas de prescription de rejeter un signal dont la variation de temps atteint une valeur spécifiée. Le récepteur rend compte d'une erreur quand la gigue du bit reçu excède son aptitude à décoder les signaux de façon fiable.

A communication element which includes a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, with maximum frame rate and with signals of 1,4 V pk-pk amplitude, shall produce no more than 3 detected frame errors in 3×10^6 frames during operation in the presence of common-mode voltage or Gaussian noise as follows:

- a) a common-mode sinusoidal signal of any frequency from 63 Hz to 5 MHz, with an amplitude of 4 V r.m.s. and from 47 Hz to 63 Hz with an amplitude of 250 V r.m.s.;
- b) a common-mode d.c. signal of ± 10 V;
- c) white Gaussian additive differential noise in the frequency band 1 kHz to 10 MHz, with a noise density of 20 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ r.m.s.

NOTE 2 The common-mode voltage and Gaussian noise specifications are for receive circuit conformance testing with balanced loads and are not indicative of system installation practice.

A communication element which includes a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 64 random user data bits, at an average of 1 600 messages per s, with signals of 1,4 V pk-pk amplitude, shall produce no more than 6 detected frame errors in 100 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- 2) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error-rate specification shall also be satisfied after but not during operation in the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- ii) high-frequency disturbance tests as specified in IEC 60255-22-1, Test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

14.4.4 Received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 14.1 and 14.3. In addition, the receiver shall work properly with signals with the time variation between any two adjacent signal transition points (zero crossing) of $\pm 0,10$ nominal bit time or less. See figure 34.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification.

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between zero crossings may be one-half or one bit time.

NOTE 3 There is no requirement to reject a signal with a specified time variation value. The receiver reports an error when the received bit cell jitter exceeds the receiver's ability to reliably decode signalling.

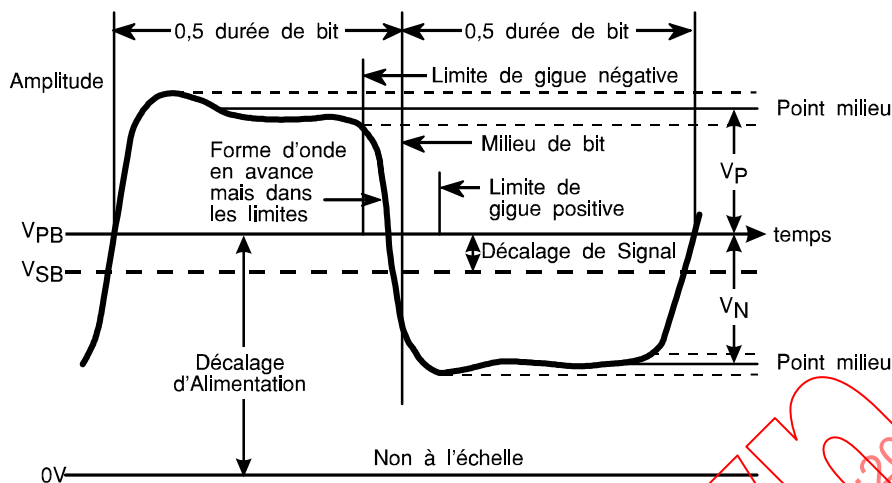


Figure 34 – Gigue du bit reçu

14.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sorties ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 2 ms et 6 ms durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction d'inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption après une période de 200 ms $\pm$ 50 %.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 3 % ($\approx 1/32$) du temps disponible.

14.6 Distribution d'alimentation

NOTE 1 Un dispositif peut de façon optionnelle recevoir son alimentation via les conducteurs de signal ou être alimenté séparément.

NOTE 2 Un dispositif alimenté séparément peut être raccordé à un Bus de Terrain avec alimentation.

NOTE 3 Pour la commodité, les prescriptions de 14.6 sont résumées dans les tableaux 25 et 26.

Tableau 25 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau	Limites pour 2,5 Mbit/s en mode tension
Tension de fonctionnement	9,0 V à 32,0 V continus
Tenue minimale en tension, de l'une ou l'autre polarité, sans dommages	35 V
Vitesse maximale de variation du courant de repos (hors émission)	0,1 mA/ μ s

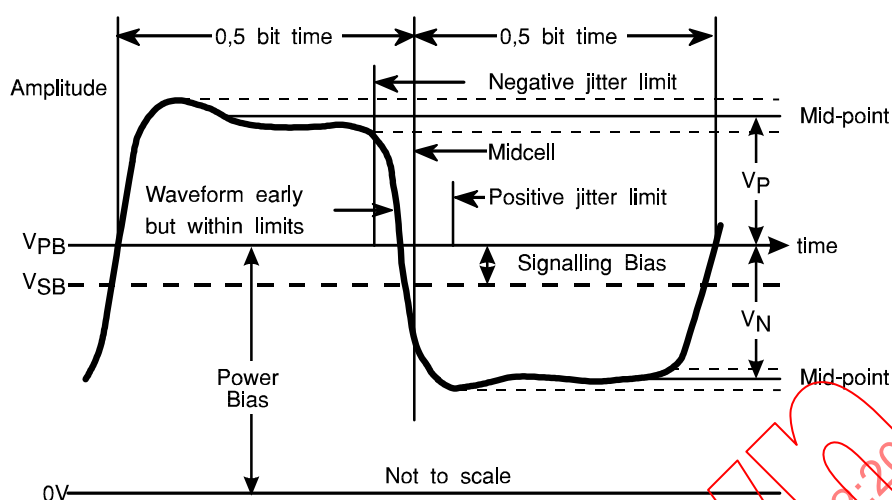


Figure 34 – Received bit cell jitter

14.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 2 ms and 6 ms during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of 200 ms $\pm$ 50 %.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 3 % ($\approx 1/32$) of the available time.

14.6 Power distribution

NOTE 1 A device can optionally receive power via the signal conductors or be separately powered.

NOTE 2 A separately powered device can be connected to a powered Fieldbus.

NOTE 3 For ease of reference, the requirements of 14.6 are summarized in tables 25 and 26.

Table 25 – Network powered device characteristics for the 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

Network powered device characteristics	Limits for 2,5 Mbit/s voltage mode
Operating voltage	9,0 V to 32,0 V d.c.
Minimum withstand voltage, either polarity, for no damage	35 V
Maximum rate of change of quiescent current (non-transmitting)	0,1 mA/ μ s

Tableau 26 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s

Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau	Limites pour 2,5 Mbit/s en mode tension
Tension de sortie	≤ 32 V continu
Ondulation et bruit de sortie	Voir figure 35
Impédance de sortie, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$	≥ 8 k Ω

14.6.1 Tension d'alimentation

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit être capable de fonctionner dans une gamme de tensions allant de 9 V à 32 V continu entre les deux conducteurs, ondulation incluse. Le dispositif doit supporter sans dommages une tension minimale de ± 35 V continu.

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il est alimenté par une source ayant les spécifications suivantes:

- La tension de sortie de la source d'alimentation doit être au maximum de 32 V continu, ondulation incluse.

NOTE 1 La tension de la source d'alimentation ajoutée à la tension de sortie de l'émetteur en circuit ouvert doit être inférieure à la limite spécifiée par l'agence locale de réglementation pour l'implémentation particulière.

- L'impédance de sortie de la source d'alimentation doit être ≥ 8 k Ω sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (625 kHz à 3,125 MHz).
- Les prescriptions relatives au claquage de l'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre doivent être en accord avec la CEI 61131-2, tableau 17.

NOTE 2 La tension d'essai est à appliquer entre circuits isolés indépendants ou entre circuits isolés et parties conductrices accessibles. Pour les circuits de tension nominale ≤ 50 V continu ou efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continu et 635 V de crête d'impulsion. Pour les circuits de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2 260 V efficaces, 3 175 V continu et 3 175 V de crête d'impulsion.

14.6.2 Alimentation via les conducteurs de signal

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il fonctionne avec les niveaux maximaux suivants d'ondulation et de bruit de la source d'alimentation:

- 30 mV crête à crête sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (625 kHz à 3,125 MHz);
- 2 V crête à crête sur la gamme de fréquences 47 Hz à 63 Hz;
- 300 mV crête à crête aux fréquences supérieures à $1,25 f_r$, jusqu'à un maximum de 50 MHz;
- d'une façon générale, les niveaux en accord avec la figure 35 aux fréquences intermédiaires.

Table 26 – Network power supply requirements for the 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU

Network power supply requirements	Limits for 2,5 Mbit/s voltage mode
Output voltage	≤ 32 V d.c.
Output ripple and noise	See figure 35
Output impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	≥ 8 k Ω

14.6.1 Supply voltage

A Fieldbus device which includes a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU shall be capable of operating within a voltage range of 9 V to 32 V d.c. between the two conductors including ripple. The device shall withstand a minimum voltage of ± 35 V d.c. without damage.

A Fieldbus device which includes a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU shall conform to the requirements of this part of IEC 61158 when powered by a supply with the following specifications:

- a) The output voltage of the power supply shall be 32 V d.c. maximum including ripple.

NOTE 1 The voltage of the power supply added to the open circuit transmitter output voltage should be less than the limit specified by the local regulatory agency for the particular implementation.

- b) The output impedance of the power supply shall be ≥ 8 k Ω over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (625 kHz to 3,125 MHz).
- c) The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with IEC 61131-2, table 17.

NOTE 2 The equivalent test voltage is to be applied between independent isolated circuits or between isolated circuits and accessible conducting parts. For circuits with a nominal voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For circuits with a nominal voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

14.6.2 Powered via signal conductors

A Fieldbus device which includes a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when operating with maximum levels of power supply ripple and noise as follows:

- a) 30 mV peak-to-peak over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (625 kHz to 3,125 MHz);
- b) 2 V peak-to-peak over the frequency range 47 Hz to 63 Hz;
- c) 300 mV peak-to-peak at frequencies greater than $12,5 f_r$, up to a maximum of 50 MHz;
- d) levels at intermediate frequencies generally in accordance with figure 35.

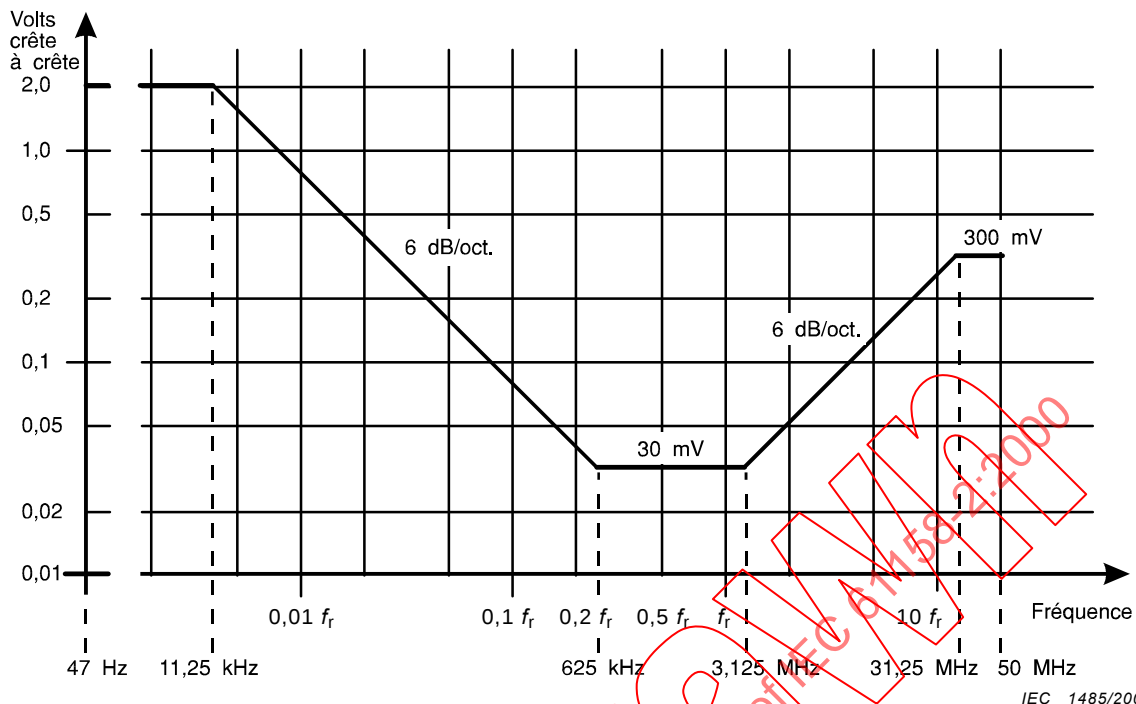


Figure 35 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit avoir une vitesse maximale de variation du courant de repos hors émission de 0,1 mA/μs.

NOTE Cette prescription limite l'effet des transitoires d'alimentation sur les signaux.

14.6.3 Alimentation séparément des conducteurs de signal

NOTE La distribution d'alimentation à des dispositifs d'un Bus de Terrain non alimentés par le bus se fait au moyen de conducteurs séparés alimentant des sources locales ou des régulateurs. Ces conducteurs peuvent être dans un câble séparé ou dans le même câble que les conducteurs de signal.

Un dispositif de Bus de Terrain alimenté séparément qui inclut une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s, ne doit pas tirer un courant continu supérieur à 100 μA sur les conducteurs de signal et ne doit pas fournir un courant continu supérieur à 100 μA en dehors des périodes d'émission.

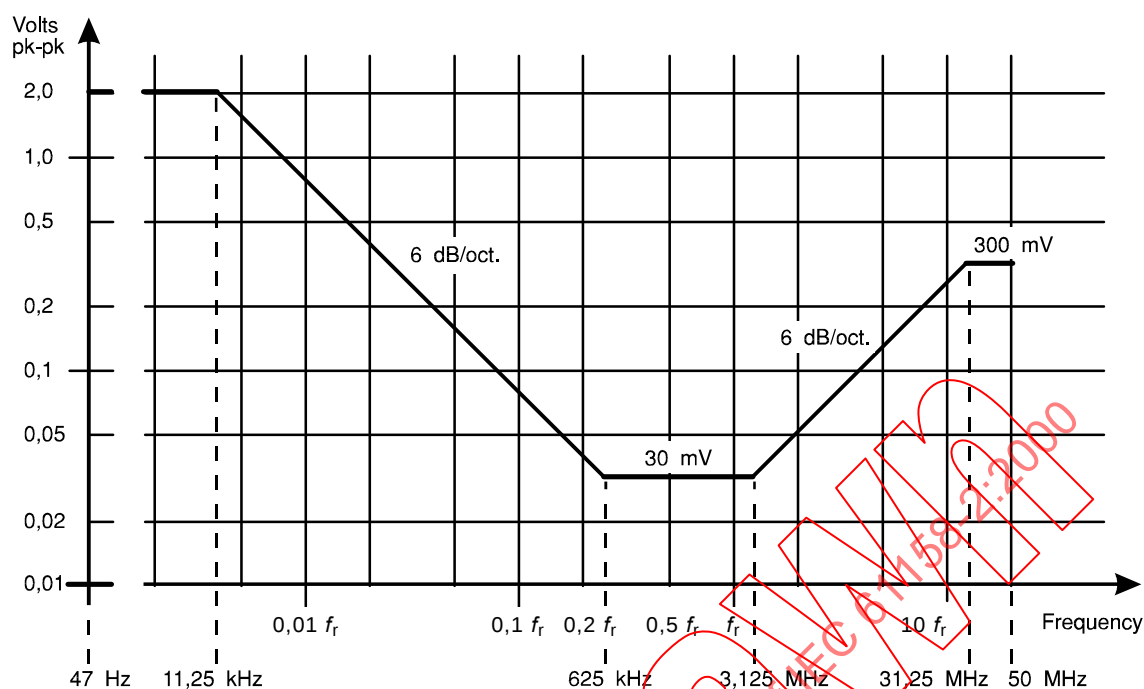
14.6.4 Isolement électrique

Tous les dispositifs de Bus de Terrain qui utilisent un support filaire, qu'ils soient alimentés séparément ou alimentés via les conducteurs de signal, doivent assurer un isolement à basse fréquence entre la terre et le câble du tronc du Bus de Terrain.

NOTE 1 Cela peut être obtenu par isolement du dispositif entier par rapport à la terre ou par l'utilisation d'un transformateur, d'un optocoupleur ou d'un autre composant isolant entre le câble du tronc et le dispositif.

Un élément de communication combiné avec une source d'alimentation ne doit pas nécessiter d'isolement électrique.

Pour les installations électriques présentant des terres différentes, l'impédance d'isolement mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain doit être supérieure à 250 kΩ à toutes les fréquences inférieures à 63 Hz.



IEC 1485/2000

Figure 35 – Power supply ripple and noise

A Fieldbus device which includes a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall have a maximum rate of change of quiescent current in the non-transmitting condition of 0,1 mA/μs.

NOTE This requirement limits the effect of power transients on the signals.

14.6.3 Powered separately from signal conductors

NOTE Power distribution to non-bus-powered Fieldbus devices is by separate conductors feeding local power supplies or regulators. These conductors can be in a separate cable or in the same cable as the signal conductors.

A separately powered Fieldbus device which includes a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU shall draw no more than 100 μA direct current from the signal conductors, nor shall it supply more than 100 μA direct current to the signal conductors when not transmitting.

14.6.4 Electrical isolation

All Fieldbus devices which use wire medium, whether separately powered or powered via the signal conductors, shall provide low-frequency isolation between ground and the Fieldbus trunk cable.

NOTE 1 This may be by isolation of the entire device from ground or by use of a transformer, opto-coupler or some other isolating component between trunk cable and device.

A combined power supply and communication element shall not require electrical isolation.

For electrical installations providing different grounds, the isolation impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be greater than 250 kΩ at all frequencies below 63 Hz.

L'isolement doit être court-circuité aux hautes fréquences par une capacité telle que l'impédance mesurée entre le blindage du câble du Bus de Terrain et la terre du dispositif de Bus de Terrain soit inférieure à 15Ω entre 3 MHz et 30 MHz.

NOTE 2 La capacité entre terre et blindage du câble tronc nécessaire pour satisfaire à la prescription peut être toute valeur entre 3,5 nF et 10,6 nF.

Pour les installations électriques présentant une terre commune satisfaisant aux prescriptions de la CEI 60364-4-41 et de la CEI 60364-5-54, le blindage du câble peut être relié directement à la terre du dispositif du bus de terrain.

La différence de capacité maximale par rapport à la terre des deux accès d'un dispositif ne doit pas excéder 250 pF.

Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec le tableau 17 de la CEI 61131-2.

NOTE 3 Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale ≤ 50 V continus ou efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V efficaces, 635 V continus et 635 V de crête d'impulsion. Pour un dispositif qui est alimenté à partir d'une source de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V efficaces, les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2 260 V efficaces, 3 175 V continus et 3 175 V de crête d'impulsion.

14.7 Spécification du support

14.7.1 Connecteur

Les connecteurs de câbles, s'ils sont utilisés, doivent être à la Norme Bus de Terrain CEI (voir annexe A). Les techniques de raccordement de terrain telles que vis ou clips ainsi que les raccordements permanents peuvent aussi être utilisés.

14.7.2 Câble

Le câble utilisé pour essayer les dispositifs de Bus de Terrain munis d'une MAU en mode tension à 2,5 Mbit/s au regard de leur conformité aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 doit être un câble à simple paire torsadée, muni d'un blindage global, et satisfaisant aux prescriptions minimales suivantes à 25 °C:

- a) Z_0 à $0,25 f_r$ (625 kHz) = $150 \Omega \pm 10 \%$;
- b) Z_0 à $1,25 f_r$ (3,125 MHz) = $150 \Omega \pm 10 \%$;
- c) atténuation maximale à $0,25 f_r$ (625 kHz) = 10 dB/km;
- d) atténuation maximale à $1,25 f_r$ (3,125 MHz) = 20 dB/km;
- e) déséquilibre maximal de capacité par rapport au blindage = 1,5 nF/km;
- f) résistance maximale en courant continu (par conducteur) = 57,1 Ω /km;
- g) section d'un conducteur (taille du fil) = 0,33 mm² nominal (n° 22 AWG);
- h) résistivité minimale entre chaque conducteur et le blindage = 16 G Ω km;
- i) couverture minimale du blindage = 95 %.

NOTE D'autres types de câble peuvent être utilisés en dehors des essais de conformité. Des câbles avec des spécifications supérieures peuvent permettre d'accroître la longueur du tronc et/ou d'améliorer l'immunité aux parasites. Inversement des câbles avec des spécifications inférieures peuvent être utilisés sous réserve de limitations de longueur du tronc, et d'une éventuelle non-conformité aux prescriptions relatives à la susceptibilité RFI/EMI.

The isolation shall be by-passed at high frequencies by capacitance, such that the impedance measured between the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground shall be less than $15\ \Omega$ between 3 MHz and 30 MHz.

NOTE 2 The capacitance between ground and trunk cable shield necessary to meet both these requirements can be any value between 3,5 nF and 10,6 nF.

For electrical installations providing a common ground in conformance with IEC 60364-4-41 and IEC 60364-5-54, the shield of the Fieldbus cable and the Fieldbus device ground may be directly connected.

The maximum unbalanced capacitance to ground from either input terminal of a device shall not exceed 250 pF.

The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with table 17 of IEC 61131-2.

NOTE 3 For a device which is powered from a supply with rated voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea-level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For a device which is powered from a supply with rated voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea-level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

14.7 Medium specification

14.7.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be to the IEC Fieldbus standard (see annex A). Field termination techniques such as screw or blade terminals and permanent termination may also be used.

14.7.2 Cable

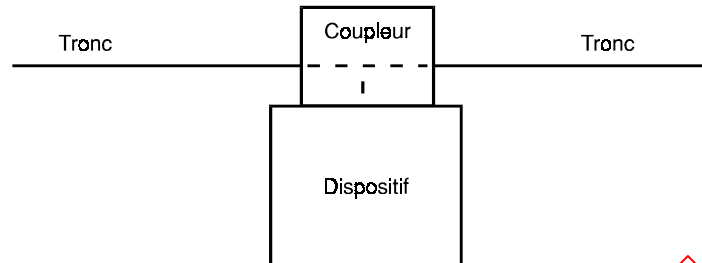
The cable used for testing Fieldbus devices with a 2,5 Mbit/s voltage-mode MAU for conformance to the requirements of this part of IEC 61158 be a single twisted pair cable with overall shield meeting the following minimum requirements at 25 °C:

- a) Z_0 at $0,25\ f_r$ (625 kHz) = $150\ \Omega \pm 10\ \%$;
- b) Z_0 at $1,25\ f_r$ (3,125 MHz) = $150\ \Omega \pm 10\ \%$;
- c) maximum attenuation at $0,25\ f_r$ (625 kHz) = 10 dB/km;
- d) maximum attenuation at $1,25\ f_r$ (3,125 MHz) = 20 dB/km;
- e) maximum capacitive unbalance to shield = 1,5 nF/km
- f) maximum d.c. resistance (per conductor) = 57,1 Ω /km;
- g) conductor cross-sectional area (wire size) = nominal 0,33 mm² (No. 22 AWG);
- h) minimum resistivity between either conductor and shield = 16 G Ω km;
- i) minimum shield coverage shall be 95 %.

NOTE Other types of cable may be used, other than for conformance testing. Cables with improved specifications may enable increased trunk length and/or superior interference immunity. Conversely, cables with inferior specifications may be used subject to trunk length limitations plus possible non-conformance to the RFI/EMI susceptibility requirements.

14.7.3 Coupleur

Le coupleur, comme indiqué à la figure 36, doit fournir un ou plusieurs points de raccordement au tronc. Il est généralement intégré dans un dispositif du Bus de Terrain.



IEC 1486:2000

Figure 36 – Coupleur de Bus de Terrain

Un coupleur passif peut contenir tout ou partie des éléments optionnels décrits ci-dessous:

- a) un transformateur, pour assurer l'isolement galvanique et la transformation d'impédance entre tronc et dispositif;
- b) des connecteurs, pour permettre un raccordement aisé au tronc.

Les coupleurs actifs, qui requièrent des sources d'alimentation externes, contiennent des composants pour l'amplification du signal et sa réémission. Les prescriptions relatives au niveau d'émission et temporelles doivent être celles de 14.3.

14.7.4 Raccords

NOTE Un raccord est toute partie du réseau dans laquelle l'impédance caractéristique du câble du réseau n'est pas respectée. Cela peut être dû à la séparation des conducteurs du câble, à la suppression du blindage du câble, au changement de taille ou de type du fil, aux dénudages des connexions aux bornes d'accès, etc. Une définition pratique d'un raccord est de ce fait toute partie du réseau qui n'est pas constituée d'une longueur ininterrompue du support spécifié.

Dans un raccord, la continuité de tous les conducteurs du câble doit être maintenue.

14.7.5 Terminaison

Une terminaison doit être placée aux deux extrémités du câble tronc, raccordée entre les deux conducteurs de signal. Il ne doit pas être établi de connexion entre la terminaison et le blindage du câble.

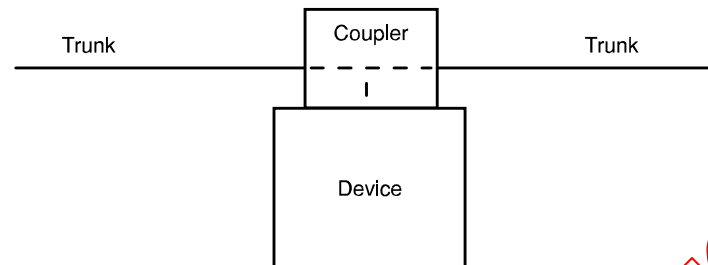
Pour les besoins des essais, lorsque l'on utilise le câble spécifié en 14.7.2, la terminaison doit avoir une valeur d'impédance de $150 \Omega \pm 2 \%$ sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (625 kHz à 3,125 MHz).

NOTE Dans les implémentations pratiques, il convient de choisir cette valeur égale approximativement à la valeur de l'impédance caractéristique moyenne du câble aux fréquences concernées, pour minimiser les réflexions de transmission sur la ligne.

Le courant de fuite continu à travers la terminaison ne doit pas excéder 100 μA . La terminaison doit être non polarisée.

14.7.3 Coupler

The coupler, as shown in figure 36, shall provide one or several point(s) of connection to the trunk. It is generally integrated in a Fieldbus device.



IEC 1486/2000

Figure 36 – Fieldbus coupler

A passive coupler may contain any or all of the optional elements as described below:

- a) a transformer, to provide galvanic isolation and impedance transformation between trunk and device;
- b) connectors, to provide easy connection to trunk.

Active couplers, which require external power supplies, contain components for signal amplification and re-transmission. The transmit level and timing requirements shall be according to 14.3.

14.7.4 Splices

NOTE A splice is any part of the network in which the characteristic impedance of the network cable is not preserved. This is possibly due to separation of the cable conductors, removal of the cable shield, change of wire gauge or type, attachment to terminal strips, etc. A practical definition of a splice is therefore any part of the network that is not a continuous length of the specified medium.

The continuity of all conductors of the cable shall be maintained in a splice.

14.7.5 Terminator

A terminator shall be located at both ends of the trunk cable, connected from one signal conductor to the other. No connection shall be made between terminator and cable shield.

For test purposes, using the cable specified in 14.7.2, the terminator shall have an impedance value of $150\ \Omega \pm 2\%$ over the frequency range $0,25\ f_r$ to $1,25\ f_r$ (625 kHz to 3,125 MHz).

NOTE In practical implementations this value would be selected to be approximately equal to the average cable characteristic impedance value at the relevant frequencies to minimize transmission line reflections.

The direct current leakage through the terminator shall not exceed 100 μ A. The terminator shall be non-polarized.

14.7.6 Règles de blindage

Pour une totale conformité aux prescriptions d'immunité au bruit de 14.4 il est nécessaire d'assurer l'intégrité du blindage tout au long du câblage, des connecteurs et des coupleurs par les moyens suivants:

- a) la couverture du blindage du câble doit être supérieure à 95 % de la longueur totale de câble;
- b) le blindage doit couvrir complètement les circuits électriques dans les connecteurs, les coupleurs et les raccords.

NOTE Le non-respect de ces règles de blindage peut dégrader l'immunité au bruit.

14.7.7 Règles de mise à la terre

NOTE 1 Mettre à la terre signifie raccorder de façon permanente à la terre, à travers une impédance suffisamment basse et avec une capacité de transport de courant suffisante, pour prévenir les élévations de tension susceptibles d'entraîner un risque excessif pour les équipements raccordés ou les personnes. Les lignes de zéro volt (commun) peuvent être raccordées à la terre aux endroits où elles sont isolées galvaniquement du tronc du Bus de Terrain.

Les dispositifs de Bus de Terrain doivent être capables de fonctionner selon les prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 avec le point milieu d'une terminaison ou d'un coupleur inductif raccordé directement à la terre.

Les dispositifs de Bus de Terrain ne doivent pas relier l'un ou l'autre des conducteurs de la paire torsadée à la terre en un point du réseau quel qu'il soit. Les signaux doivent être appliqués et conservés sous forme différentielle d'un bout à l'autre du réseau.

NOTE 2 C'est une pratique courante pour le blindage du câble du tronc d'un Bus de Terrain (si cela s'applique) d'être efficacement mis à la terre en un point le long du câble. Pour cette raison il convient que les dispositifs de Bus de Terrain permettent l'isolement en courant continu du blindage du câble, par rapport à la terre. Pour les systèmes alimentés par le bus, il est souhaitable que la mise à la terre du blindage et des conducteurs de signal pris de manière symétrique soit faite près de la source d'alimentation. Un couplage capacitif entre le blindage ou les conducteurs de signal pris de manière symétrique et la terre locale d'un dispositif, pour contenir les perturbations électromagnétiques, est autorisé.

15 Unité de liaison au support (MAU) en monofibre à 31,25 kbit/s sur support optique

15.1 Généralités

15.1.1 Objet

L'objet de cet article est de donner les spécifications de fonctionnement et les spécifications optiques d'une MAU à support optique en mode monofibre à 31,25 kbit/s. Le débit binaire doit être de $31,25 \text{ kbit/s} \pm 0,2 \%$, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets.

Le support du réseau est constitué d'un seul guide d'onde optique. Cette fibre optique connecte un dispositif au CPIC d'un Bus de Terrain. Un système de transmission sur fibre optique assure une sécurité intrinsèque.

15.1.2 Nomenclature

Les termes utilisés dans cet article sont plus spécifiques que ceux définis dans l'article 3. Les définitions de ces termes sont les suivantes:

15.1.2.1 interface câble-connecteur (CPIC)

point auquel sont faits les tests et les mesures de conformité. C'est l'interface entre le dispositif de Bus de Terrain et le câble.

14.7.6 Shielding rules

For full conformance to the noise immunity requirements of 14.4 it is necessary to ensure the integrity of shielding throughout the cabling, connectors and couplers by the following means:

- a) the coverage of the cable shield shall be greater than 95 % of the full cable length;
- b) shielding shall completely cover the electrical circuits in connectors, couplers, and splices.

NOTE Deviation from these shielding rules may degrade noise immunity

14.7.7 Grounding rules

NOTE 1 Grounding means permanently connected to earth through a sufficiently low impedance and with sufficient current-carrying capability to prevent voltage build-up which might result in undue hazard to connected equipment or persons. Zero volts (common) lines may be connected to ground where they are galvanically isolated from the Fieldbus trunk.

Fieldbus devices shall be required to function to the requirements of this part of IEC 61158 with the mid-point of one terminator or one inductive coupler connected directly to ground.

Fieldbus devices shall not connect either conductor of the twisted pair to ground at any point in the network. Signals shall be applied and preserved differentially throughout the network.

NOTE 2 It is standard practice for the shield of the Fieldbus trunk cable (if applicable) to be effectively grounded at one point along the length of the cable. For this reason Fieldbus devices should allow d.c. isolation of the cable shield from ground. It is also standard practice to connect the signal conductors to ground in a balanced manner at the same point, e.g. by using the center tap of a terminator or coupling transformer. For bus-powered systems the grounding of the shield and balanced signal conductors should be close to the power supply unit. Capacitive coupling between the shield or the balanced signal conductors and device local ground for EMI control is permitted.

15 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical medium

15.1 General

15.1.1 Object

The object of this clause is to give the operating and optical specifications of the 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU. The transmitted bit rate shall be 31,25 kbit/s $\pm$ 0,2 % average over a frame having a minimum length of 16 octets.

The network medium consists of a single optic waveguide. This fibre connects to the CPIC of a Fieldbus device. A fibre optic transmission system provides intrinsically safe proofing.

15.1.2 Nomenclature

Terms used in this clause are more specific than those defined in clause 3. The definitions of the terms are as follows:

15.1.2.1 cable plant interface connector (CPIC)

point at which test and conformance measurements are made. It is the interface between the Fieldbus device and the cable plant.

15.1.2.2 dBm

unité de puissance optique. En termes d'unités SI (Système International d'unités), le milliwatt (mW) sert de référence pour l'expression en décibel.

$$P_{\text{dBm}} = 10 \log \left(\frac{P_{\text{mW}}}{1 \text{ mW}} \right)$$

15.1.2.3 puissance effective couplée

puissance effective couplée dans le cœur d'une fibre optique par l'émetteur. Cette puissance est mesurée avec une fibre de test raccordée au CPIC.

15.1.2.4 puissance effective

différence exprimée en dBm entre la puissance optique absolue en milliwatts mesurée à la moitié temporelle d'un niveau haut et la puissance optique absolue en milliwatts mesurée à la moitié temporelle d'un niveau bas.

NOTE La puissance effective est plus représentative des conditions qui affectent les récepteurs que les caractéristiques traditionnelles telles que les puissances crêtes ou moyennes. Les méthodes qui permettent de mesurer cette grandeur sont en cours d'étude.

15.1.2.5 chemin optique élémentaire

liaison point à point réalisée avec une seule fibre optique.

15.1.2.6 ratio d'extinction

ratio de la puissance optique absolue en milliwatts mesurée à la moitié temporelle d'un niveau haut et de la puissance optique absolue en milliwatts mesurée à la moitié temporelle d'un niveau bas.

NOTE L'exemple suivant donne le calcul de la puissance effective et du ratio d'extinction.

Si la mesure à la moitié temporelle d'un niveau haut donne: 105 μW,

et si la mesure à la moitié temporelle d'un niveau bas donne: 5 μW,

alors la différence est égale à: 100 μW.

La puissance effective est alors égale à $10 \log(100 \mu\text{W}/1 \text{ mW})$, soit –10,0 dBm. Le ratio d'extinction est égal à 105/5, soit 21:1.

15.1.2.7 câble à fibre optique

câble contenant une ou plusieurs fibres optiques. Le revêtement matériel facilite l'utilisation et permet de protéger la fibre.

15.1.2.8 récepteur fibre optique

ensemble constitué de l'électronique et de l'optique dans la station qui accepte le signal optique reçu par la station au travers du CPIC.

15.1.2.9 dynamique de fonctionnement du récepteur fibre optique

dynamique de la puissance effective mesurée au niveau du CPIC qui permet de garantir le taux d'erreur bit.

15.1.2.10 émetteur à fibre optique

dispositif qui émet par le CPIC des signaux optiques pour la propagation dans une fibre optique.

15.1.2.11 fibre optique

fil flexible optiquement transparent qui est utilisé pour transporter des signaux optiques d'un point géographique à un autre point géographique.

15.1.2.2 dBm

measure of optical power. In terms of SI units (International System of units), milliwatt (1 mW) is used as reference for expression in dB.

$$P_{\text{dBm}} = 10 \log \left(\frac{P_{\text{mW}}}{1 \text{ mW}} \right)$$

15.1.2.3 effective launch power

effective power coupled into the core of a fibre optic waveguide by the transmitter. This power is measured with a standard test fibre connected to the CPIC.

15.1.2.4 effective power

The difference, expressed in dBm, between the absolute optical power measured in milliwatts at the midpoint in time of the Hi level to the absolute optical power measured in milliwatts at the midpoint of the Lo level.

NOTE Effective power is believed to give a more accurate measurement of the conditions that affect receivers than traditional measurements, such as peak and average power. Methods for measuring effective power are for further study.

15.1.2.5 elementary optical path

point to point link with a single fibre optic waveguide.

15.1.2.6 extinction ratio

ratio of the absolute optical power measured in milliwatts at the midpoint in time of the Hi level to the absolute optical power measured in milliwatts at the midpoint in time of the Lo level.

NOTE The following gives an example of the computation of effective power and extinction ratio.

If the midpoint of Hi level is measured as 105 μW ,

and if the midpoint of Lo level is measured as 5 μW ,

then the difference is 100 μW .

Therefore, the effective power is $10 \log(100 \mu\text{W}/1 \text{ mW})$, which equals $-10,0 \text{ dBm}$. The extinction ratio is $105/5$, which equals $21:1$.

15.1.2.7 fibre optic cable

cable containing one or more fibre optic waveguides. Jacketing material is provided to facilitate handling and to protect the fibre.

15.1.2.8 fibre optic receiver

combined optics and electronics in the station that accept the optical signal received by the station through the CPIC.

15.1.2.9 fibre optic receiver operating range

range of effective power that must be present at the CPIC to ensure that the bit error rate specifications are met.

15.1.2.10 fibre optic transmitter

device that emits optical signals for propagation into a fibre optic waveguide through the CPIC.

15.1.2.11 fibre optic waveguide

flexible, optically transparent strand that is used to transport optical signals from one geographic point to another geographic point.

15.1.2.12 largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)

largeur typique de la distribution spectrale (longueur d'onde) pour laquelle l'intensité énergétique émise est supérieure à la moitié de l'intensité maximale.

15.1.2.13 gigue

écart, résultant de toute cause, entre le temps séparant les points de passage à 50 % de deux fronts adjacents et le temps séparant ces points de leur position idéale.

15.1.2.14 étoile optique passive

dispositif passif dans lequel un signal optique provenant d'une fibre d'entrée est distribué parmi les fibres de sortie.

15.1.2.15 étoile optique active

dispositif actif qui reçoit un signal, l'amplifie et le retransmet (la régénération temporelle est optionnelle). Cet élément nécessite une alimentation électrique pour fonctionner.

15.1.2.16 temps de descente optique

temps pris par un front pour passer de 90 % de la puissance optique effective à 10 % de la puissance optique effective. Le temps de descente optique est exprimé en pourcentage de la durée nominale d'un bit.

15.1.2.17 temps de montée optique

temps pris par un front pour passer de 10 % de la puissance optique effective à 90 % de la puissance optique effective. Le temps de montée optique est exprimé en pourcentage de la durée nominale d'un bit.

15.1.2.18 longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)

longueur d'onde pour laquelle l'intensité énergétique est maximale.

15.1.2.19 fibre de test standard

fibre optique silice dont les caractéristiques nominales sont compatibles avec la CEI 60793-2 [type de fibre: A1d (100/140)].

Les caractéristiques de la fibre de test sont données en 15.6.2. La longueur de la fibre de test standard est de 1 m.

15.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU à 31,25 kbit/s en mode monofibre fonctionne dans un réseau constitué des composants suivants:

- a) câble optique;
- b) dispositifs (contenant au moins un élément de communication);
- c) connecteurs;
- d) étoiles optiques passives;
- e) étoiles optiques actives.

15.2.1 Topologies

Une MAU optique doit fonctionner dans un réseau avec une topologie en étoile. Les dispositifs sont connectés aux étoiles optiques par des chemins optiques élémentaires. Les étoiles optiques sont interconnectées par des chemins optiques élémentaires.

15.1.2.12 typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)

range of wavelength of spectral distribution in which the radiant intensity is no less than one-half of the maximum intensity.

15.1.2.13 jitter

offset of the 50 % transition points of pulse edges from their ideal position as the result of all causes.

15.1.2.14 optical passive star

passive device, in which a signal from input fibres is distributed among output optical fibres.

15.1.2.15 optical active star

active device which receives a signal, amplifies it and retransmits it (retiming is optional). This element requires electrical power to operate.

15.1.2.16 optical fall time

time it takes for a pulse to go from 90 % effective power to 10 % effective power. The fall time is specified as a per cent of the nominal bit time.

15.1.2.17 optical rise time

time it takes for a pulse to go from 10 % effective power to 90 % effective power. The rise time is specified as a per cent of the nominal bit time.

15.1.2.18 peak emission wavelength (λ_p)

Wavelength at which radiant intensity is maximized.

15.1.2.19 standard test fibre

silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with IEC 60793-2 [fibre type: A1d (100/140)].

Test fibre characteristics are given in 15.6.2. The length of the standard test fibre is 1 m.

15.2 Network specifications

NOTE A 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU operates in a network made up of the following components:

- a) optical cable;
- b) devices (containing at least one communication element);
- c) connectors;
- d) optical passive stars;
- e) optical active stars.

15.2.1 Topologies

An optical MAU shall operate in a network with a star topology. Devices are connected to the optical stars by elementary optical paths. Optical active stars are interconnected by elementary optical paths.

15.2.2 Règles de configuration du réseau

Règle 1: tous les dispositifs du réseau fonctionnent au même débit binaire.

Règle 2: le nombre total d'étoiles optiques actives entre deux dispositifs ne doit pas excéder quatre.

Règle 3: le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 20 durées nominales de bit.

NOTE Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable que la part du temps de retournement d'un dispositif quelconque du réseau, qui est introduite par une PhE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée, n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL-PhL ou l'interface MDS-MAU soient accessibles, la part du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée, ni testée au regard de la conformité.

Règle 4: le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

Règle 5: la configuration du réseau ne doit pas avoir de boucle fermée. Le chemin entre deux dispositifs quelconques doit être unique.

Règle 6: les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- a) chaque canal (câble) doit satisfaire aux règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- c) les étoiles actives optiques doivent être redondées;
- d) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques sur deux canaux quelconques ne doit pas alors excéder cinq durées de bits;
- e) les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est-à-dire que les canaux 1,2,3... vus par la Gestion de Station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1,2,3...
- f) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre seulement sur un canal, toutes les réponses associées doivent être transmises sur le même canal.

15.3 Spécifications du circuit d'émission

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 15.3 sont regroupées dans les tableaux 27 et 28.

15.3.1 Configuration de test

Le niveau de sortie et les spécifications spectrales et temporelles sont mesurés au bout d'une fibre de test standard de 1 m de longueur raccordée au CPIC.

15.3.2 Spécification du niveau de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 31,25 kbit/s, en mode monofibre, doit être conforme aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie et aux caractéristiques spectrales. Les caractéristiques spectrales et le niveau de sortie sont mesurés à une température de 25 °C. Le niveau de sortie est la puissance effective d'un niveau haut (Hi). Les spécifications du niveau de sortie sont présentées dans le tableau 27.

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 15.3.2 sont regroupées dans le tableau 27.

15.2.2 Network configuration rules

Rule 1: all network devices operate at the same bit rate.

Rule 2: the total number of optical active stars between any two devices shall not exceed four.

Rule 3: the maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 20 nominal bit times.

NOTE For network efficiency, the part of the turn-around time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed five bit times, no more than two bit times of which should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL-PhL interface or the MDS-MAU interface, that part of the turn-around time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified, or conformance tested.

Rule 4: the Fieldbus shall be capable of continuing operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Rule 5: the network configuration shall not have a closed loop. The path between any two devices is single.

Rule 6: the following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment or equipment between two redundant segments;
- c) optical active stars shall be redundant;
- d) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times.
- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channels 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...
- f) If the system is configured (by Station Management) to transmit only one channel, any associated response shall be transmitted on the same channel.

15.3 Transmit circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 15.3 are summarized in tables 27 and 28.

15.3.1 Test configuration

The output level, spectral and timing specifications are measured at the end of 1 m standard test fibre connected to the CPIC.

15.3.2 Output level specification

A 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU transmit circuit shall conform to the following output level and spectral requirements. Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C. Output level is the effective launch power of a Hi level. Output level specification is shown in table 27.

NOTE For ease of reference, the requirements of 15.3.2 are summarized in table 27.

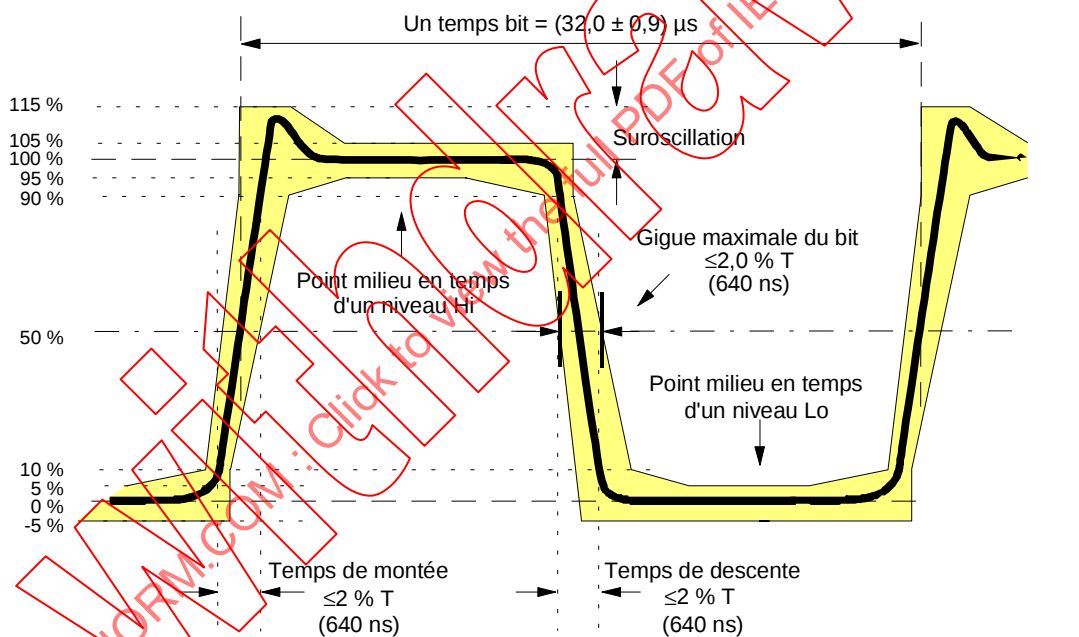
Tableau 27 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre

Niveau émis et caractéristiques spectrales (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 31,25 kbit/s (fibre 100/140 µm)
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 ± 30) nm
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)	≤50 nm
Puissance effective couplée pour un niveau haut (Hi)	(-13,5 ± 1,0) dBm
Suroscillations des transitions	≤15 % puissance effective
Ratio d'extinction	≥20:1

15.3.3 Spécifications temporelles de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 31,25 kbit/s, en mode monofibre, doit être conforme aux spécifications temporelles de sortie suivantes (voir figure 37). Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C.

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 15.3.3 sont regroupées dans le tableau 28.



NOTE Le 0 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Lo.

Le 100 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Hi.

Figure 37 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre

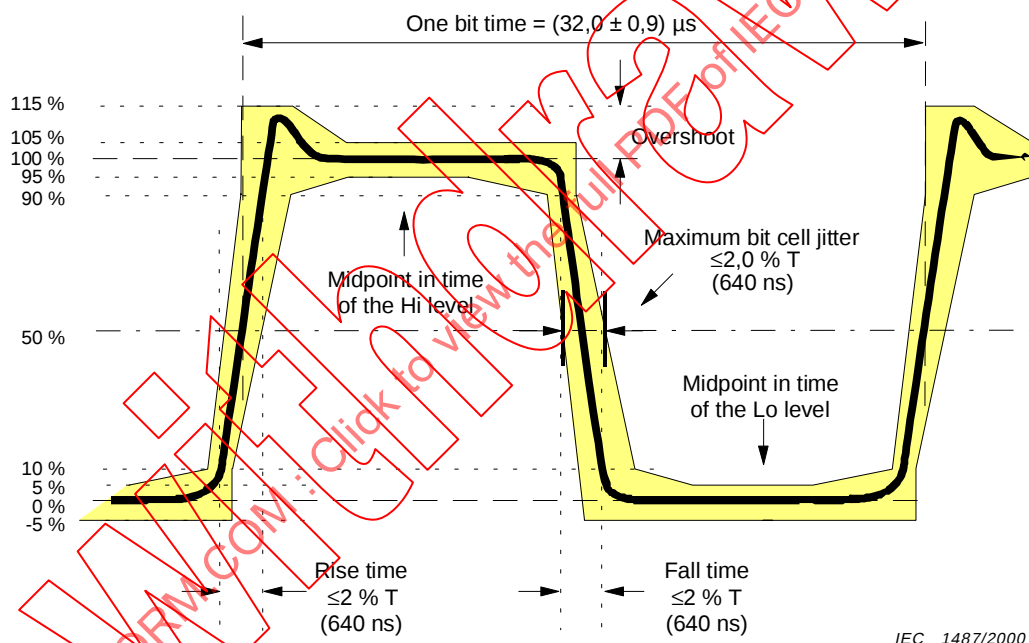
Table 27 – Transmit level and spectral specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU

Transmit level and spectral characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 31,25 kbit/s (100/140 µm fibre)
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 ± 30) nm
Typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm
Effective launch power Hi level	$(-13,5 \pm 1,0)$ dBm
Overshoot of transitions	≤ 15 % effective power
Extinction ratio	$\geq 20:1$

15.3.3 Output timing specification

A 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements (see figure 37). Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C.

NOTE For ease of reference, the requirements of 15.3.3 are summarized in table 28.



NOTE 0 % effective power is the Lo level state power level.

100 % effective power is the Hi level state power level.

Figure 37 – Optical wave shape template, 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU

**Tableau 28 – Résumé des spécifications temporelles d'émission
pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre**

Caractéristiques temporelles d'émission (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 31,25 kbit/s
Débit binaire émis (31,25 kbit/s MAU optique)	31,25 kbit/s $\pm$ 0,2 %
Durée instantanée d'un bit (31,25 kbit/s)	(32 $\pm$ 0,9) μ s
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête-crête)	$\leq$ 2,0 % durée nominale d'un bit
Différence entre temps de montée et de descente	$\leq$ 0,5 % durée nominale d'un bit
Gigue maximale du bit émis	$\pm$ 2,0 % durée nominale d'un bit

15.4 Spécifications du circuit de réception

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 15.4 sont regroupées dans le tableau 29.

15.4.1 Dynamique de fonctionnement du récepteur

La dynamique de sensibilité du récepteur est de:

- 30,0 dBm à –12,5 dBm, puissance effective pour la basse sensibilité;
- 40,0 dBm à –20,0 dBm, puissance effective pour la grande sensibilité.

15.4.2 Gigue maximale du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 15.3. De plus, le récepteur doit accepter des signaux avec une variation de temps entre deux points de transition de signal (passage à 50 %) adjacents quelconques au moins égale à $\pm$ 14,0 % de la durée nominale d'un bit.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteur ayant de meilleures performances que cette spécification, mais en accord avec la tolérance de la gigue d'un bit transmis de la MDS (voir 9.5).

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre les passages à 50 % peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

15.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, il convient que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de la Couche Application contienne une erreur non détectée, due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission, soit inférieure à 1 pour 6×10^6 (une erreur en 20 ans sur 10 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait aux prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une séquence de contrôle de trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Un élément de communication qui inclut une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre, fonctionnant avec des trames contenant 32 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 10 messages, avec des signaux de –25 dBm, ne doit pas produire plus de 10 erreurs de trames détectées sur 60 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements électromagnétiques ou électriques suivants:

- un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

Table 28 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU

Transmit timing characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 31,25 kbit/s
Transmitted bit rate (31,25 kbit/s optical MAU)	31,25 kbit/s $\pm$ 0,2%
Instantaneous bit time (31,25 kbit/s)	(32 $\pm$ 0,9) μ s
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-peak signal)	$\leq$ 2,0 % nominal bit time
Difference between rise and fall times	$\leq$ 0,5 % nominal bit time
Maximum transmitted bit cell jitter	$\pm$ 2,0 % nominal bit time

15.4 Receive circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 15.4 are summarized in table 29.

15.4.1 Receiver operating range

The specified receiver sensitivity range is:

- a) –30,0 dBm to –12,5 dBm effective power for low sensitivity;
- b) –40,0 dBm to –20,0 dBm effective power for high sensitivity.

15.4.2 Maximum received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 15.3. In addition, the receiver shall accept signals with the time variation between any two adjacent signal transition points (50 % crossing) of $\pm$ 14,0 % nominal bit time or less.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification but in accordance with the tolerance of the received bit cell jitter of the MDS (see 9.5).

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between 50 % crossing may be half of one bit time or one bit time.

15.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments, the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 6×10^9 (one error in 20 years at 10 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit frame check sequence at the Data Link Layer.

A communication element which includes a 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU operating with frames containing 32 random user data bits, at an average of 10 messages/s, with signals of –25 dBm, shall produce no more than 10 detected frame errors in 60 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- a) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans des environnements de bruits suivants:

- 1) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiée dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- 2) des essais de perturbations à hautes fréquences telles que spécifiées en 3.1 de la CEI 60255-22-1 (tension d'essai classe III, respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

Tableau 29 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au CPIC) (fibre 100/140 µm)	Limites pour 31,25 kbit/s	
	Système basse sensibilité	Système grande sensibilité
Dynamique de fonctionnement du récepteur	–30,0 dBm à –12,5 dBm	–40,0 dBm à –20,0 dBm
Gigue maximale du bit reçu	± 14,0 % durée nominale d'un bit	

15.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sortie ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 3 750 et 7 500 durées nominales de bit durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption, après une période de 3 s ± 50 %.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 8 % ($\approx 1/12,5$) du temps disponible.

15.6 Spécifications du support

15.6.1 Connecteur

Les connecteurs de câble, s'ils sont utilisés, doivent être conformes aux prescriptions de la présente norme (voir annexe A). Les raccordements permanents (épissures) peuvent être utilisés.

The above error rate specifications shall also be satisfied after, but not during, operation in the following noise environments:

- 1) 8 kV electrical discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- 2) high frequency disturbance tests as specified in 3.1 of IEC 60255-22-1 (test voltage class III, 2,5 kV and 1 kV peak values of first half cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

Table 29 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU

Receive circuit characteristics (values referred to the CPIC) (100/140 µm fibre)	Limits for 31,25 kbit/s	
	Low sensitivity system	High sensitivity system
Receiver operating range	–30,0 dBm to –12,5 dBm	–40,0 dBm to –20,0 dBm
Maximum received bit cell jitter	±14,0 % nominal bit time	

15.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of a output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 3 750 and 7 500 nominal bit times during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of 3 s ± 50 %.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 8 % ($\approx 1/12,5$) of the available time.

15.6 Medium specifications

15.6.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be in accordance with this standard (see annex A). Permanent terminations (splices) may also be used.

15.6.2 Câble à fibre optique

Le câble utilisé pour tester la conformité des dispositifs de Bus de Terrain ou des étoiles actives optiques avec une MAU optique en mode monofibre à 31,25 kbit/s, aux prescriptions de cet article doit être un câble optique avec une ou plusieurs fibres optiques dont les caractéristiques sont les suivantes:

- diamètre du coeur (μm): 100 ± 5
- diamètre de la gaine (μm): 140 ± 4
- concentricité coeur/gaine (%): ≤ 6
- non-circularité du coeur (%): ≤ 6
- non-circularité de la gaine (%): ≤ 4
- ouverture numérique: $0,26 \pm 0,03$
- atténuation à 850 nm (dB/km): $\leq 4,0$
- bande passante à 850 nm (MHz.km): ≥ 100

NOTE Des fibres de tests alternatives sont autorisées. L'utilisation des fibres 50 μm et 62,5 μm est décrite à l'annexe E.

15.6.3 Etoile passive optique

NOTE Pour plus d'information, se reporter à l'annexe C.

15.6.4 Etoile active optique

15.6.4.1 Définition

Un dispositif ou un module opto-électronique qui reçoit un signal, l'amplifie et le retransmet (la régénération temporelle est optionnelle).

15.6.4.2 Fonctionnement

Trois types de liaisons doivent être considérés:

a) Liaison entre deux étoiles actives optiques

Toute trame arrivant directement d'une étoile active optique et arrivant sur un accès d'une autre étoile active optique est retransmise sans retour (l'accès de celui qui reçoit cette trame ne la retransmet pas).

b) Liaison entre une étoile active optique et un dispositif de Bus de Terrain

Toute trame arrivant d'une étoile active optique et arrivant sur un dispositif de Bus de Terrain est reçue et n'est pas retransmise. Toute trame venant d'un dispositif de Bus de Terrain et arrivant sur une étoile active optique est retransmise sans retour.

c) Liaison entre une étoile passive optique et une étoile active optique

Toute trame venant d'une étoile passive optique et arrivant sur une étoile active optique est retransmise sans retour. Une étoile passive réfléchit toutes les trames par construction. Une étoile active optique ne doit pas retransmettre le signal de retour d'une étoile optique passive.

Fonctions régénératrices

Une étoile active optique régénère les signaux à leur niveau de puissance originel. Les caractéristiques temporelles (gigue) peuvent être régénérées, cette fonction étant optionnelle.

15.6.2 Fibre optic cable

The cable used for testing Fieldbus devices or optical active stars with a 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU for conformance to the requirements of this clause shall be a fibre optic cable with one or more fibre optic waveguides whose characteristics are as follows:

- core diameter (μm): 100 ± 5
- cladding diameter (μm): 140 ± 4
- core/cladding concentricity (%): ≤ 6
- no circularity core (%): ≤ 6
- no circularity cladding (%): ≤ 4
- numerical aperture: $0,26 \pm 0,03$
- attenuation for 850 nm (dB/km): $\leq 4,0$
- bandwidth for 850 nm (MHz.km): ≥ 100

NOTE Alternate test fibres are allowed. Operating using a 50 μm or 62,5 μm alternate test fibres is described in annex E.

15.6.3 Optical passive star

NOTE For more information, see annex C.

15.6.4 Optical active star

15.6.4.1 Definition

An opto-electronic device or module in an optical communication system, that receives a signal, amplifies it and retransmits it (retiming is optional).

15.6.4.2 Operating

Three types of link shall be considered.

a) Link between two optical active stars

Any frame coming directly from an optical active star and reaching an optical access of another optical active star is retransmitted without feedback (the access which receives the frame does not retransmit that frame).

b) Link between an optical active star and a Fieldbus device

Any frame coming from an optical active star and reaching a Fieldbus device is received and not retransmitted. Any frame coming from a Fieldbus device and reaching an optical active star is retransmitted without feedback.

c) Link between an optical passive star and an optical active star

Any frame coming from an optical passive star and reaching an optical active star is retransmitted without feedback. A passive star reflects all frames by design. An optical active star shall not retransmit the feedback signs of an optical passive star.

Regenerative functions

An optical active star regenerates the signals to their original power level. The timing characteristics (jitter) can be regenerated, that function is optional.

15.6.4.3 Caractéristiques d'émission et de réception

a) Caractéristiques de niveaux

Les spécifications des niveaux d'émission et de réception sont les mêmes que celles d'une MAU optique (voir 15.3.2 et 15.4.1). Les caractéristiques de niveaux et les caractéristiques spectrales sont mesurées à une température de 25 °C. Les spécifications, résumées dans le tableau 30, concernent les points suivants:

- longueur d'onde du pic d'émission;
- largeur spectrale à mi-hauteur typique;
- puissance effective couplée;
- dynamique de fonctionnement du récepteur.

Tableau 30 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre.

Caractéristiques spectrales et niveaux d'émission et de réception (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 31,25 kbit/s (fibre 100/140 µm)	
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 ± 30) nm	
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm	
Puissance effective couplée niveau Hi	(-13,5 ± 1,0) dBm	
Dynamique de fonctionnement du récepteur (puissance effective)	Système basse sensibilité	Système haute sensibilité
	-30,0 dBm à -12,5 dBm	-40,0 dBm à -20,0 dBm

b) Caractéristiques temporelles

Les spécifications temporelles d'émission et de réception d'une étoile active optique concernent (voir tableau 31):

- les temps de montée et de descente du signal émis;
- la déformation temporelle des signaux due à une étoile active optique.

Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C. Pour une étoile active optique qui possède la fonction de régénération temporelle, les caractéristiques temporelles sont les mêmes que celles d'une MAU optique.

Tableau 31 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 31,25 kbit/s en mode monofibre

Caractéristiques temporelles (valeurs rapportées au CPIC)	Limites pour 31,25 kbit/s
Temps de montée et de descente du signal émis (10 % – 90 % du signal crête-crête)	≤ 2 % durée nominale d'un bit
Déformation temporelle maximale entre port optique d'entrée et un port optique de sortie (voir note 1)	± 3 % durée nominale d'un bit
Temps de propagation d'un bit de donnée entre port optique d'entrée et un port optique de sortie pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	≤ 2 durées nominales d'un bit
Gigue maximale d'un bit transmis pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	± 2,0 % durée nominale d'un bit
NOTE 1 La déformation temporelle due à une étoile optique active est égale à la différence temporelle de la largeur d'un même bit, enveloppe ou tout autre terme approprié.	
NOTE 2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.	

15.6.4.3 Transmit and receive characteristics

a) Level characteristics

Transmit and receive level specifications are the same as those of an optical MAU (see 15.3.2 and 15.4.1). Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C. These specifications, summarized in table 30, concern the following points:

- peak emission wavelength;
- typical half-intensity wavelength;
- effective launch power;
- receiver operating range.

Table 30 – Transmit and receive level and spectral specifications for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical active star

Transmit and receive level and spectral characteristics values referred to the CPIC with standard test fibre	Limits for 31,25 kbit/s (100/140 µm fibre)	
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 ± 30) nm	
Typical half intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm	
Effective launch power Hi level	$(-13,5 \pm 1,0)$ dBm	
Receiver operating range (effective power)	Low sensitivity system	High sensitivity system
	-30,0 dBm to -12,5 dBm	-40,0 dBm to -20,0 dBm

b) Timing characteristics

Transmit and receive timing specifications of an optical active star concern (see table 31):

- rise and fall times of the transmitted signal;
- temporal deformation of signals due to an optical active star.

Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C. For an optical active star which have the timing regenerative function, the timing characteristics are the same as those of an optical MAU.

Table 31 – Timing characteristics for a 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical active star

Timing characteristics (values referred to the CPIC)	Limits for 31,25 kbit/s
Rise and fall times of transmitted signals (10 % to 90 % of peak-peak signal)	≤ 2 % nominal bit time
Maximum temporal deformation between optical input port and optical output port (see note 1)	± 3 % nominal bit time
Propagation time of a data bit between an optical input port and any output ports for an optical active star with timing regenerative function (see note 2)	≤ 2 nominal bit times
Maximum transmitted bit cell jitter for an optical active star with timing regenerative function (see note 2)	$\pm 2,0$ % nominal bit time
NOTE 1 The temporal deformation due to an optical active star is the temporal difference of width of a same physical bit, bit pattern, waveform, or other appropriate term.	
NOTE 2 Only for optical active star with timing regenerative function.	

16 Unité de liaison au support (MAU) en double fibre à 31,25 kbit/s sur support optique

16.1 Généralités

16.1.1 Objectif

L'objet de cet article est de donner les spécifications de fonctionnement et les spécifications optiques d'une MAU à support optique en mode double fibre à 31,25 kbit/s. Le débit binaire doit être de 31,25 kbit/s $\pm$ 0,2 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets.

Le support du réseau est constitué d'une paire de guides d'onde optique permettant une bidirectionnalité en utilisant séparément les fibres pour chaque direction de propagation du signal. Ces fibres optiques connectent d'un dispositif de Bus de Terrain au CPIC. Un système de transmission sur fibre optique assure une sécurité intrinsèque.

16.1.2 Nomenclature

Les termes utilisés dans cet article sont plus spécifiques que ceux définis dans l'article 3. Les définitions données en 15.1.2 s'appliquent, à l'exception de 15.1.2.19, remplacée par ce qui suit:

16.1.2.19 Fibre de test standard

fibre optique silice dont les caractéristiques nominales sont compatibles avec la CEI 60793-2 [type de fibre: A1b (62.5/125)].

Les caractéristiques de la fibre de test sont données en 16.6.2. La longueur de la fibre de test standard est de 1 m.

16.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU à 31,25 kbit/s en mode double fibre fonctionne dans un réseau constitué des composants suivants:

- a) câble optique;
- b) dispositifs (contenant au moins un élément de communication);
- c) connecteurs;
- d) étoiles optiques passives;
- e) étoiles optiques actives.

16.2.1 Topologies

Une MAU optique doit fonctionner dans un réseau avec une topologie en étoile. Les dispositifs sont connectés aux étoiles optiques par des chemins optiques élémentaires. Les étoiles optiques sont interconnectées par des chemins optiques élémentaires.

16.2.2 Règles de configuration du réseau

Les règles données en 15.2.2 s'appliquent.

16.3 Spécifications du circuit d'émission

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 16.3 sont regroupées dans les tableaux 32 et 33.

16.3.1 Configuration de test

Le niveau de sortie et les spécifications spectrales et temporelles sont mesurés au bout d'une fibre de test standard de 1 m de longueur raccordée au CPIC.

16 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical medium

16.1 General

16.1.1 Object

The object of this clause is to give the operating and optical specifications of the 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU. The transmitted bit rate shall be 31,25 kbit/s $\pm$ 0,2 % average over a frame having a minimum length of 16 octets.

The network medium consists of a pair of fibre optic waveguides providing bidirectionality by use of a separate fibre for each direction of signal propagation. These dual fibres connect to the CPIC of a Fieldbus device. The fibre optic transmission system provides intrinsically safe proofing.

16.1.2 Nomenclature

Terms used in this clause are more specific than those defined in clause 3. The definitions given in 15.1.2 apply except 15.1.2.19, which is replaced as follows:

16.1.2.19 standard test fibre

silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with IEC 60793-2 [fibre type: A1b (62.5/125)].

Test fibre characteristics are given in 16.6.2. The length of the standard test fibre is 1 m.

16.2 Network specifications

NOTE A 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU operates in a network made up of the following components:

- a) optical cable;
- b) devices (containing at least one communication element);
- c) connectors;
- d) optical passive stars;
- e) optical active stars.

16.2.1 Topologies

An optical MAU shall operate in a network with a star topology. Devices are connected to the optical stars by elementary optical paths. Optical stars are interconnected by elementary optical paths.

16.2.2 Network configuration rules

The rules given in 15.2.2 apply.

16.3 Transmit circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 16.3 are summarized in tables 32 and 33.

16.3.1 Test configuration

The output level, spectral and timing specifications are measured at the end of 1 m standard test fibre connected to the CPIC.

16.3.2 Spécification du niveau de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 31,25 kbit/s, en mode double fibre, doit être conforme aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie et aux caractéristiques spectrales. Les caractéristiques spectrales et le niveau de sortie sont mesurés à une température de 25 °C. Le niveau de sortie est la puissance effective d'un niveau haut (Hi). Les spécifications du niveau de sortie sont présentées dans le tableau 32.

Tableau 32 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre

Niveau émis et caractéristiques spectrales (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 31,25 kbit/s (fibre 62,5/125 µm)
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 ± 30) nm
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm
Puissance effective couplée pour un niveau haut (Hi)	$(-11,5 \pm 1,5)$ dBm
Suroscillation des transitions	≤ 15 % puissance effective
Ratio d'extinction	$\geq 20:1$

16.3.3 Spécifications temporelles de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 31,25 kbit/s, en mode double fibre, doit être conforme aux spécifications temporelles de sortie suivantes (voir figure 38). Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C.

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 16.3.3 sont regroupées dans le tableau 33.

Tableau 33 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre

Caractéristiques temporelles d'émission (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 31,25 kbit/s
Débit binaire émis (31,25 kbit/s MAU optique)	31,25 kbit/s $\pm$ 0,2 %
Durée instantanée d'un bit (31,25 kbit/s)	$(32 \pm 0,9)$ µs
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête-crête)	$\leq 2,0$ % durée nominale d'un bit
Différence entre temps de montée et de descente	$\leq 0,5$ % durée nominale d'un bit
Gigue maximale du bit émis	$\pm 2,0$ % durée nominale d'un bit

16.3.2 Output level specification

A 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU transmit circuit shall conform to the following output level and spectral requirements. Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C. Output level is the effective launch power of a Hi level. Output level specifications are shown in table 32.

Table 32 – Transmit level and spectral specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU

Transmit level and spectral characteristics values referred to the CPIC with standard test fibre	Limits for 31,25 kbit/s (62,5/125 µm fibre)
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 ± 30) nm
Typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm
Effective launch power Hi level	$(-11,5 \pm 1,5)$ dBm
Overshoot of transitions	≤ 15 % effective power
Extinction ratio	$\geq 20:1$

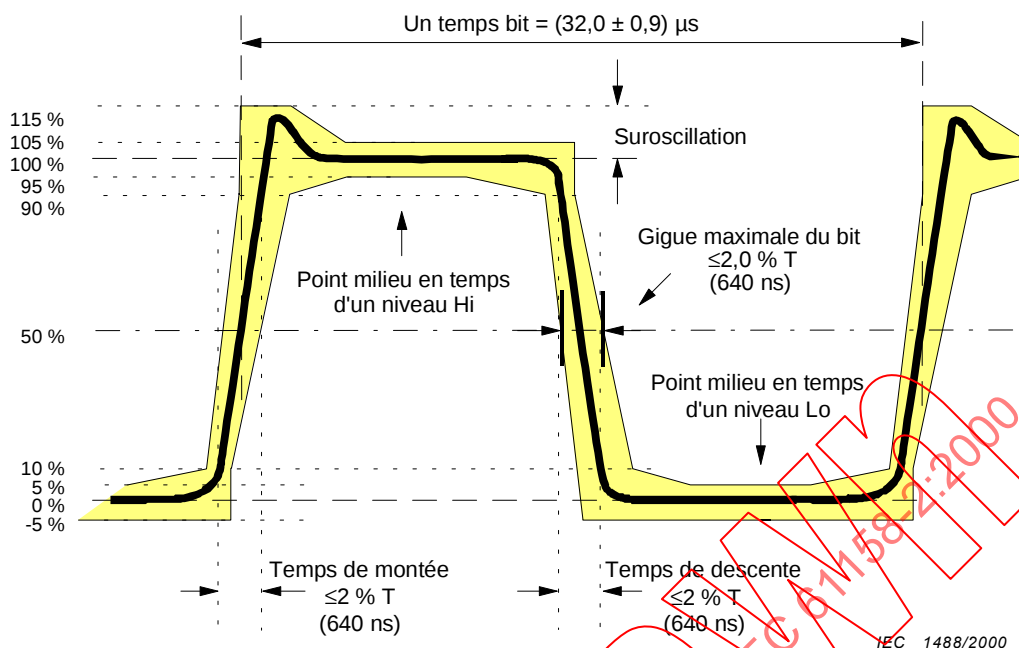
16.3.3 Output timing specification

A 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements (see figure 38). Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C.

NOTE For ease of reference, the requirements of 16.3.3 are summarized in table 33.

Table 33 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU

Transmit timing characteristics values referred to the CPIC with standard test fibre	Limits for 31,25 kbit/s
Transmitted bit rate (31,25 kbit/s, optical MAU)	31,25 kbit/s $\pm 0,2$ %
Instantaneous bit time (31,25 kbit/s)	$(32 \pm 0,9)$ µs
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-peak signal)	$\leq 2,0$ % nominal bit time
Difference between rise and fall times	$\leq 0,5$ % nominal bit time
Maximum transmitted bit cell jitter	$\pm 2,0$ % nominal bit time



NOTE Le 0 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Lo.

Le 100 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Hi.

Figure 38 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre

16.4 Spécifications du circuit de réception

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 16.4 sont regroupées dans le tableau 34.

16.4.1 Dynamique de fonctionnement du récepteur

La dynamique de sensibilité du récepteur est de:

- a) –30,0 dBm à –10,0 dBm, puissance effective pour la basse sensibilité;
- b) –40,0 dBm à –20,0 dBm, puissance effective pour la grande sensibilité.

16.4.2 Gigue maximale du bit reçu

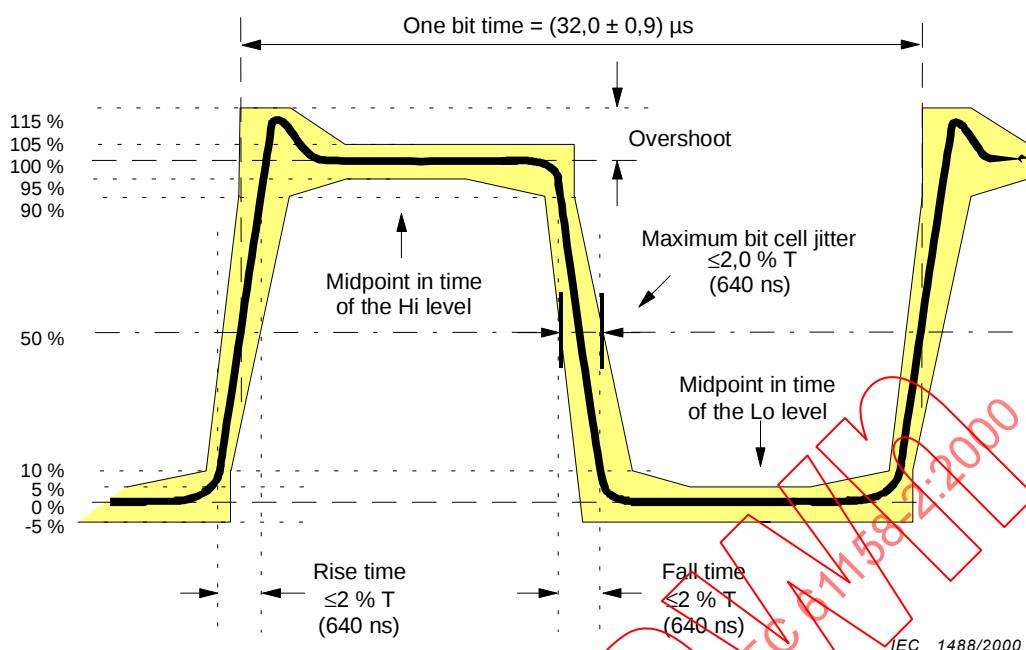
Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 16.3. De plus, le récepteur doit accepter des signaux avec une variation de temps entre deux points de transition de signal (passage à 50 %) adjacents quelconques au moins égale à $\pm 14,0$ % de la durée nominale d'un bit.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteur ayant de meilleures performances que cette spécification, mais en accord avec la tolérance de la gigue d'un bit transmis de la MDS (voir 9.5).

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre les passages à 50 % peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

16.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, il convient que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de la Couche Application contienne une erreur non détectée, due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission, soit inférieure à 1 pour 6×10^9 (une erreur en 20 ans sur 10 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait les prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une séquence de contrôle de trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.



NOTE 0 % effective power is the Lo level state power level.
100 % effective power is the Hi level state power level.

Figure 38 – Optical wave shape template, 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU

16.4 Receive circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 16.4 are summarized in table 34.

16.4.1 Receiver operating range

The specified receiver sensitivity range is:

- 30,0 dBm to –10,0 dBm effective power for low sensitivity;
- 40,0 dBm to –20,0 dBm effective power for high sensitivity.

16.4.2 Maximum received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 16.3. In addition, the receiver shall accept signals with time variation between any two adjacent signal transition points (50 % crossing) of $\pm 14,0$ % nominal bit time or less.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification, but in accordance with the tolerance of the received bit cell jitter of the MDS (see 9.5).

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between 50 % crossing may be half of one bit time or one bit time.

16.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments, the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 6×10^9 (one error in 20 years at 10 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit frame check sequence at the Data Link Layer.

Un élément de communication qui inclut une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre, fonctionnant avec des trames contenant 32 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 10 messages/s, avec des signaux de –25,0 dBm, ne doit pas produire plus de 10 erreurs de trames détectées sur 60 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements électromagnétiques ou électriques suivants:

- a) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- b) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans des environnements de bruits suivants:

- 1) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiée dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- 2) des essais de perturbations à hautes fréquences telles que spécifiées en 3.1 de la CEI 60255-22-1, (tension d'essai classe III, respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

Tableau 34 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au CPIC) (fibre 62,5/125 µm)	Limites pour 31,25 kbit/s	
	Système basse sensibilité	Système grande sensibilité
Dynamique de fonctionnement du récepteur	–30,0 dBm à –10,0 dBm	–40,0 dBm à –20,0 dBm
Gigue maximale du bit reçu	±14,0 % durée nominale d'un bit	

16.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sortie ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 3 750 et 7 500 durées nominales de bit durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption, après une période de 3 s ± 50 %.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 8 % ($\approx 1/12,5$) du temps disponible.

16.6 Spécifications du support

16.6.1 Connecteur

Les connecteurs de câble, s'ils sont utilisés, doivent être conformes aux prescriptions de la présente norme (voir annexe A). Les raccordements permanents (épissures) peuvent être utilisés.

A communication element which includes a 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU operating with frames containing 32 random user data bits, at an average of 10 messages per second, with signals of –25 dBm, shall produce no more than 10 detected frame errors in 60 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- a) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specifications shall also be satisfied after, but not during, operation in the following noise environments:

- 1) 8 kV electrical discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- 2) high frequency disturbance tests as specified in 3.1 of IEC 60255-22-1 (test voltage class III, 2,5 kV and 1 kV peak values of first half cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test, it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

Table 34 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU

Receive circuit characteristics (values referred to the CPIC) (62,5/125 µm fibre)	Limits for 31,25 kbit/s	
	Low sensitivity system	High sensitivity system
Receiver operating range	–30,0 dBm to –10,0 dBm	–40,0 dBm to –20,0 dBm
Maximum received bit cell jitter	±14,0 % nominal bit time	

16.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 3 750 and 7 500 nominal bit times during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of 3 s ± 50 %.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 8 % ($\approx 1/12,5$) of the available time.

16.6 Medium specifications

16.6.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be in accordance with the requirements of this standard (see annex A). Permanent terminations (splices) may also be used.

16.6.2 Câble à fibre optique

Le câble utilisé pour tester la conformité des dispositifs de Bus de Terrain ou des étoiles actives optiques avec une MAU optique en mode double fibre à 31,25 kbit/s, aux prescriptions du présent article doit être un câble optique avec une ou plusieurs fibres optiques dont les caractéristiques sont les suivantes:

- diamètre du coeur (μm): $62,5 \pm 3$
- diamètre de la gaine (μm): 125 ± 3
- concentricité coeur/gaine (%): ≤ 6
- non-circularité du coeur (%): ≤ 6
- non-circularité de la gaine (%): ≤ 2
- diamètre du revêtement primaire (μm): 250 ± 15
- ouverture numérique: $0,275 \pm 0,015$
- atténuation à 850 nm (dB/km): $\leq 3,0$
- bande passante à 850 nm (MHz.km): ≥ 200

NOTE Des fibres de tests alternatives sont autorisées. L'utilisation des fibres 50 μm et 100 μm est décrite à l'annexe E.

16.6.3 Etoile passive optique

NOTE Pour plus d'informations, se reporter à l'annexe C.

16.6.4 Etoile active optique

16.6.4.1 Définition

Un dispositif ou module opto-électronique qui reçoit un signal, l'amplifie et le retransmet (la régénération temporelle est optionnelle).

16.6.4.2 Fonctionnement

Le paragraphe 15.6.4.2 s'applique.

16.6.4.3 Caractéristiques d'émission et de réception

a) Caractéristiques de niveaux

Les spécifications des niveaux d'émission et de réception sont les mêmes que celles d'une MAU optique (voir 16.3.2 et 16.4.1). Les caractéristiques de niveaux et les caractéristiques spectrales sont mesurées à une température de 25 °C.

Ces spécifications, résumées dans le tableau 35, concernent les points suivants:

- longueur d'onde du pic d'émission;
- largeur spectrale à mi-hauteur typique;
- puissance effective couplée;
- dynamique de fonctionnement du récepteur.

16.6.2 Fibre optic cable

The cable used for testing Fieldbus devices or optical active stars with a 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU for conformance to the requirements of this clause shall be a fibre optic cable with one or more fibre optic waveguides, whose characteristics are as follows:

- core diameter (μm): $62,5 \pm 3$
- cladding diameter (μm): 125 ± 3
- core/cladding concentricity (%): ≤ 6
- no circularity core (%): ≤ 6
- no circularity cladding (%): ≤ 2
- external primary coating diameter (μm): 250 ± 15
- numerical aperture: $0,275 \pm 0,015$
- attenuation for 850 nm (dB/km): $\leq 3,0$
- bandwidth for 850 nm (MHz.km): ≥ 200

NOTE Alternate test fibres are allowed. Operation using a 50 μm and 100 μm alternate test fibres is described in annex E.

16.6.3 Optical passive star

NOTE For more information see annex C.

16.6.4 Optical active star

16.6.4.1 Definition

An opto-electronic device or module in an optical communication system, that receives a signal, amplifies it and retransmits it (retiming is optional).

16.6.4.2 Operating

Subclause 15.6.4.2 applies.

16.6.4.3 Transmit and receive characteristics

a) Level characteristics

Transmit and receive level specifications are the same as those of an optical MAU (see 16.3.2 and 16.4.1). Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C.

These specifications, summarized in table 35, concern the following points:

- peak emission wavelength;
- typical half-intensity wavelength;
- effective launch power;
- receiver operating range.

Tableau 35 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 31,25 kbit/s en mode double fibre

Caractéristiques spectrales et niveaux d'émission et de réception (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 31,25 kbit/s (fibre 62,5/125 µm)	
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 ± 30) nm	
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)	≤50 nm	
Puissance effective couplée niveau Hi	(−11,5 ± 1,5) dBm	
Dynamique de fonctionnement du récepteur (puissance effective)	Système basse sensibilité	Système haute sensibilité
	−30,0 dBm à −10,0 dBm	−40,0 dBm à −20,0 dBm

b) Caractéristiques temporelles

Les spécifications temporelles d'émission et de réception d'une étoile active optique concernent (tableau 36):

- les temps de montée et de descente du signal émis;
- la déformation temporelle des signaux due à une étoile active optique.

Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C. Pour une étoile active optique qui possède la fonction de régénération temporelle, les caractéristiques temporelles sont les mêmes que celles d'une MAU optique.

Tableau 36 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 31,25 kbit/s en mode double fibre

Caractéristiques temporelles (valeurs rapportées au CPIC)	Limites pour 31,25 kbit/s
Temps de montée et de descente du signal émis (10 % à 90 % du signal crête-crête)	≤2 % durée nominale d'un bit
Déformation temporelle maximale entre port optique d'entrée et un port optique de sortie (voir note 1)	±3 % durée nominale d'un bit
Temps de propagation d'un bit de donnée entre port optique d'entrée et un port optique de sortie pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	≤2 durées nominales d'un bit
Gigue maximale d'un bit transmis pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	±2,0 % durée nominale d'un bit
NOTE 1 La déformation temporelle due à une étoile optique active est égale à la différence temporelle entre la largeur d'un même bit, d'une même enveloppe ou tout autre terme approprié.	
NOTE 2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.	

17 Unité de liaison au support (MAU) à 1,0 Mbit/s en double fibre sur support optique

17.1 Généralités

17.1.1 Objet

L'objet de cet article est de donner les spécifications de fonctionnement et les spécifications optiques d'une MAU à support optique. Le débit binaire doit être de 1 Mbit/s ± 0,01 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée instantanée d'un bit doit être égale à (1,0 ± 0,015) µs.

**Table 35 – Transmit and receive level and spectral specifications
for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical active star**

Transmit level and spectral characteristics values referred to the CPIC with standard test fibre	Limits for 31,25 kbit/s (62,5/125 µm fibre)	
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 ± 30) nm	
Typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤50 nm	
Effective launch power Hi level	(–11,5 ± 1,5) dBm	
Receiver operating range (effective power)	Low sensitivity system	High sensitivity system
	–30,0 dBm to –10,0 dBm	–40,0 dBm to –20,0 dBm

b) Timing characteristics

Transmit and receive timing specifications of an optical active star concern (table 36):

- rise and fall times of the transmitted signal;
- temporal deformation of signals due to an optical active star.

Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C. For an optical active star which as the timing regenerative function, the timing characteristics are the same as those of an optical MAU.

**Table 36 – Timing characteristics for a 31,25 kbit/s, dual fibre mode,
optical active star**

Timing characteristics (values referred to the CPIC)	Limits for 31,25 kbit/s
Rise and fall times of transmitted signals (10 % to 90 % of peak-peak signal)	≤2 % nominal bit time
Maximum temporal deformation between optical input port and optical output port (see note 1)	±3 % nominal bit time
Propagation time of a data bit between an optical input port and any output ports for an optical active star with timing regenerative function (see note 2)	≤2 nominal bit times
Maximum transmitted bit cell jitter for an optical active star with timing regenerative function (see note 2)	±2,0 % nominal bit time
NOTE 1 The temporal deformation due to an optical active star is the temporal difference of width of a same physical bit, bit pattern, waveform, or other appropriate term.	
NOTE 2 Only for optical active star with timing regenerative function.	

17 Medium Attachment Unit (MAU): 1,0 Mbit/s, dual fibre mode, optical medium

17.1 General

17.1.1 Object

The object of this clause is to give the operating and optical specifications of the 1 Mbit/s optical MAU. The transmitted bit rate shall be 1 Mbit/s ± 0,01 % average over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be (1,0 ± 0,015) µs.

Le support du réseau est constitué d'une paire de guides d'onde optique permettant une bidirectionnalité en utilisant séparément les fibres pour chaque direction de propagation du signal. Ces fibres optiques connectent un dispositif au CPIC d'un Bus de Terrain.

17.1.2 Nomenclature

Les termes utilisés dans cet article sont plus spécifiques que ceux définis dans l'article 3. Les définitions données en 15.1.2 s'appliquent, à l'exception de 15.1.2.5, 15.1.2.14 et 15.1.2.19, remplacées par ce qui suit:

17.1.2.5 chemin optique élémentaire

liaison point à point réalisée avec une paire de fibres optiques, permettant une bidirectionnalité par l'utilisation de deux fibres séparées pour chaque direction de propagation du signal.

17.1.2.14 étoile optique passive

dispositif passif dans lequel un signal optique provenant d'une fibre d'entrée est réparti sur un nombre plus élevé de fibres de sortie.

17.1.2.19 fibre de test standard

fibre optique silice dont les caractéristiques nominales sont compatibles avec la CEI 60793-2 [type de fibre: A1b (62.5/125)].

Les caractéristiques de la fibre de test sont données en 17.6.2. La longueur de la fibre de test standard est de 1 m.

17.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU optique à 1,0 Mbit/s fonctionne dans un réseau constitué des composants suivants:

- a) câble optique;
- b) dispositifs (contenant au moins un élément de communication);
- c) connecteurs;
- d) étoiles optiques passives;
- e) étoiles optiques actives.

17.2.1 Topologies

Une MAU optique doit fonctionner dans un réseau avec une topologie en étoile. Les dispositifs sont connectés aux étoiles optiques par des chemins optiques élémentaires. Les étoiles optiques sont interconnectées par des chemins optiques élémentaires.

17.2.2 Règles de configuration du réseau

Règle 1: tous les dispositifs du réseau fonctionnent au même débit binaire.

Règle 2: le nombre total d'étoiles optiques actives entre deux dispositifs ne doit pas excéder quatre.

Règle 3: le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 40 durées nominales de bit.

NOTE Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable que la part du temps de retournement d'un dispositif quelconque du réseau, qui est introduite par une PhE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée, n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL-PhL ou l'interface MDS-MAU soient accessibles, la part du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée, ni testée au regard de la conformité.

Règle 4: le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

The network medium consists of a pair of fibre optic waveguides providing bidirectionality by use of a separate fibre for each direction of signal propagation. These dual fibres connect to the CPIC of a Fieldbus device.

17.1.2 Nomenclature

Terms used in this clause are more specific than defined in clause 3. The definitions given in 15.1.2 apply, except 15.1.2.5, 15.1.2.14 and 15.1.2.19, which are replaced as follows:

17.1.2.5 elementary optical path

point-to-point bidirectional link with a pair of fibre optic waveguides providing bidirectionality by use of separate fibre for each direction of signal propagation.

17.1.2.14 optical passive star

passive device in which a signal from an input fibre is distributed among a larger number of output optical fibres.

17.1.2.19 standard test fibre

silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with IEC 60793-2 [fibre type: A1b (62,5/125)].

Test fibre characteristics are given in 17.6.2. The length of the standard test fibre is 1 m.

17.2 Network specifications

NOTE A 1,0 Mbit/s optical MAU operates in a network composed of the following components:

- a) optical cable;
- b) devices (containing at least one communication element);
- c) connectors;
- d) optical passive stars;
- e) optical active stars.

17.2.1 Topologies

An optical MAU shall operate in a network with a star topology. Devices are connected to the optical stars by elementary optical paths. Optical stars are interconnected by elementary optical paths.

17.2.2 Network configuration rules

Rule 1: all network devices operate at the same bit rate.

Rule 2: the total number of optical active stars between any two devices shall not exceed four.

Rule 3: the maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 40 nominal bit times.

NOTE For network efficiency, the part of the turn-around time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed five bit times, no more than two bit times of which should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL-PhL interface or the MDS-MAU interface, that part of the turn-around time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified or conformance tested.

Rule 4: the Fieldbus shall be capable of continuing operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Règle 5: la configuration du réseau ne doit pas avoir de boucle fermée. Le chemin entre deux dispositifs quelconques doit être unique.

Règle 6: les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- a) chaque canal (câble) doit satisfaire les règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- c) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques sur deux canaux quelconques ne doit pas alors excéder cinq durées de bits;
- d) les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est à dire que les canaux 1,2,3... vus par la Gestion de Station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1,2,3...;
- e) si le système est configuré (par la gestion de station) pour émettre seulement sur un canal, toutes les réponses associées devront être transmises sur le même canal.

17.3 Spécifications du circuit d'émission

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 17.3 sont regroupées dans les tableaux 37 et 38.

17.3.1 Configuration de test

Le niveau de sortie et les spécifications spectrales et temporelles sont mesurés au bout d'une fibre de test standard de 1 m de longueur raccordée au CPIC.

17.3.2 Spécification du niveau de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 1,0 Mbit/s doit être conforme aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie et aux caractéristiques spectrales. Les caractéristiques spectrales et le niveau de sortie sont mesurés à une température de 25 °C. Le niveau de sortie est la puissance effective d'un niveau haut (Hi). Les spécifications du niveau de sortie sont présentées dans le tableau 37.

Tableau 37 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s

Niveau émis et caractéristiques spectrales (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 1,0 Mbit/s (fibre 62,5/125 µm)
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 ± 30) nm
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)	≤50 nm
Ratio d'extinction	≥20:1
Puissance effective couplée pour un niveau haut (Hi)	(−11,5 ± 1,5) dBm
Suroscillation des transitions	≤15 % de la puissance effective

17.3.3 Spécifications temporelles de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 1,0 Mbit/s, doit être conforme aux spécifications temporelles de sortie suivantes (voir figure 39). Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C. Les spécifications temporelles de sortie sont présentées dans le tableau 38.

Rule 5: the network configuration shall not have a closed loop. The path between any two devices is single.

Rule 6: the following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment or equipment between two redundant segments;
- c) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;
- d) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channels 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...;
- e) if the system is configured (by Station Management) to transmit only one channel, any associated response shall be transmitted on the same channel.

17.3 Transmit circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 17.3 are summarized in tables 37 and 38.

17.3.1 Test configuration

The output level, spectral and timing specifications are measured at the end of 1 m standard test fibre connected to the CPIC.

17.3.2 Output level specification

A 1,0 Mbit/s optical MAU transmit circuit shall conform to the following output level and spectral requirements. Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C. Output level is the effective launch power of a Hi level. Output level specification is shown in table 37.

**Table 37 – Transmit level and spectral specification summary
for 1,0 Mbit/s optical MAU**

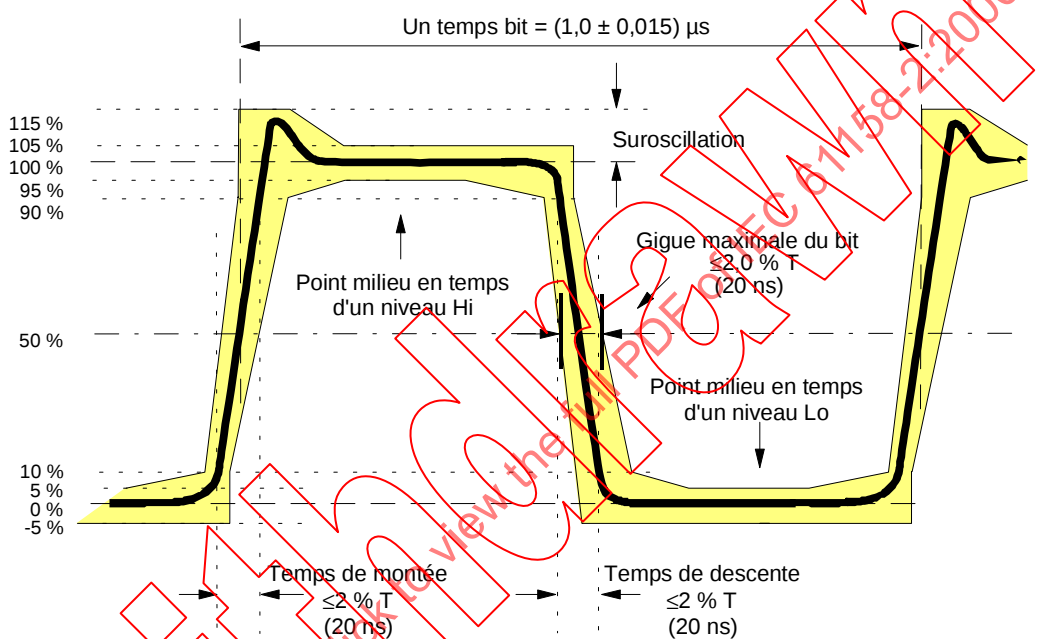
Transmit level and spectral characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 1,0 Mbit/s (62,5/125 µm fibre)
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 ± 30) nm
Typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤50 nm
Extinction ratio	≥20:1
Effective launch power Hi level	(−11,5 ± 1,5) dBm
Overshoot of transitions	≤15% effective power

17.3.3 Output timing specification

A 1,0 Mbit/s optical MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements (see figure 39). Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C. Output timing specification is shown in table 38.

Tableau 38 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques temporelles d'émission (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 1,0 Mbit/s
Débit binaire émis (1,0 Mbit/s MAU optique)	1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %
Durée instantanée d'un bit (1,0 Mbit/s)	(1,0 $\pm$ 0,015) μ s
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête-crête)	$\leq$ 2,0 % durée nominale d'un bit
Différence entre temps de montée et de descente	$\leq$ 0,5 durée nominale d'un bit
Gigue maximale du bit émis	$\pm$ 2,0 % durée nominale d'un bit



NOTE Le 0 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Lo.
Le 100 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Hi.

Figure 39 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s

17.4 Spécifications du circuit de réception

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 17.4 sont regroupées dans le tableau 39.

17.4.1 Dynamique de fonctionnement du récepteur

La dynamique de sensibilité du récepteur est de:

- 30,0 dBm à –10,0 dBm, puissance effective pour la basse sensibilité;
- 40,0 dBm à –20,0 dBm, puissance effective pour la grande sensibilité.

**Table 38 – Transmit timing specification summary
for 1,0 Mbit/s optical MAU**

Transmit timing characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 1,0 Mbit/s
Transmitted bit rate (1,0 Mbit/s optical MAU)	1,0 Mbit/s $\pm$ 0,01 %
Instantaneous bit time (1,0 Mbit/s)	1,0 μ s $\pm$ 0,015 μ s
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-peak signal)	$\leq$ 2,0 % nominal bit time
Difference between rise and fall times	$\leq$ 0,5% nominal bit time
Maximum transmitted bit cell jitter	$\pm$ 2,0% nominal bit time

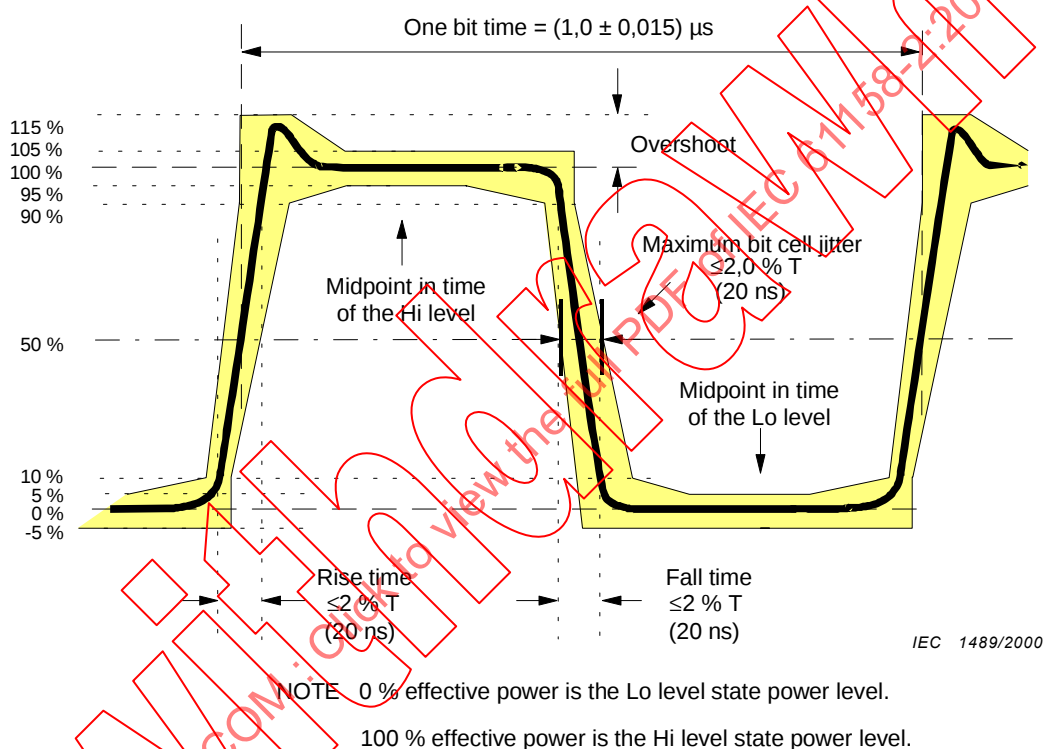


Figure 39 – Optical wave shape template, 1,0 Mbit/s optical MAU

17.4 Receive circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 17.4 are summarized in table 39.

17.4.1 Receiver operating range

The specified receiver sensitivity range is:

- 30,0 dBm to –10,0 dBm effective power for low sensitivity;
- 40,0 dBm to –20,0 dBm effective power for high sensitivity.

17.4.2 Gigue maximale du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 17.3. De plus, le récepteur doit accepter des signaux avec une variation de temps entre deux points de transition de signal (passage à 50 %) adjacents quelconques au moins égale à $\pm 14,0$ % de la durée nominale d'un bit.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteur ayant de meilleures performances que cette spécification, mais en accord avec la tolérance de la gigue d'un bit transmis de la MDS (voir 9.5).

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre les passages à 50 % peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

17.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, il convient que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de la Couche Application contienne une erreur non détectée, due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission, soit inférieure à 1 pour 10^{12} (une erreur en 20 ans sur 1 600 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait les prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une séquence de contrôle de trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Un élément de communication qui inclut une MAU optique à 1,0 Mbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 1 600 messages/s, avec des signaux de $-25,0$ dBm, ne doit pas produire plus de six erreurs de trames détectées sur 100 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements électromagnétiques ou électriques suivants:

- a) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- b) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans des environnements de bruits suivants:

- 1) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiée dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- 2) des essais de perturbations à hautes fréquences telles que spécifiées en 3.1 de la CEI 60255-22-1. Tension d'essai classe III (respectivement $2,5$ kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

Tableau 39 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au CPIC) (fibre 62,5/125 μ m)	Limites pour 1,0 Mbit/s	
	Système basse sensibilité	Système grande sensibilité
Dynamique de fonctionnement du récepteur	$-30,0$ dBm à $-10,0$ dBm	$-40,0$ dBm à $-20,0$ dBm
Gigue maximale du bit reçu	$\pm 14,0$ % durée nominale d'un bit	

17.4.2 Maximum received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 17.3. In addition, the receiver shall accept signals with time variation between two adjacent signal transition points (50 % crossing) of $\pm 14,0$ % nominal bit time or less.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification but in accordance with the tolerance of the received bit cell jitter of the MDS (see 9.5).

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between 50 % crossing may be half of one bit time or one bit time.

17.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments, the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 10^{12} (one error in 20 years at 1 600 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit frame check sequence at the Data Link Layer.

A communication element which includes a 1,0 Mbit/s optical MAU operating with frames containing 64 random user data bits, at an average of 1 600 messages/s, with signals of -25 dBm, shall produce no more than six detected frame errors in 100 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- a) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specifications shall also be satisfied after, but not during, operation in the following noise environments:

- 1) 8 kV electrical discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test, it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- 2) high frequency disturbance tests as specified in 3.1 of IEC 60255-22-1 (test voltage class III, 2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

Table 39 – Receive circuit specification summary for 1,0 Mbit/s, optical MAU

Receive circuit characteristics (values referred to the CPIC) (62,5/125 μ m fibre)	Limits for 1,0 Mbit/s	
	Low sensitivity system	High sensitivity system
Receiver operating range	$-30,0$ dBm to $-10,0$ dBm	$-40,0$ dBm to $-20,0$ dBm
Maximum received bit cell jitter	$\pm 14,0$ % nominal bit time	

17.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sortie ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 3 750 et 7 500 durées nominales de bit durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption, après une période de 500 ms $\pm$ 50 %.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 3 % ($\approx$ 1/32) du temps disponible.

17.6 Spécifications du support

17.6.1 Connecteur

Les connecteurs de câble, s'ils sont utilisés, doivent être conforme aux prescriptions de la présente norme (voir annexe A). Les raccordements permanents (épissures) peuvent être utilisés.

17.6.2 Câble à fibre optique

Le câble utilisé pour tester la conformité des dispositifs de Bus de Terrain ou des étoiles actives optiques avec une MAU optique à 1,0 Mbit/s, aux prescriptions du présent article doit être un câble optique avec une ou plusieurs fibres optiques dont les caractéristiques sont les suivantes:

- diamètre du coeur (μ m): $62,5 \pm 3$
- diamètre de la gaine (μ m): 125 ± 3
- concentricité coeur/gaine (%): ≤ 6
- non-circularité du coeur (%): ≤ 6
- non-circularité de la gaine (%): ≤ 2
- diamètre du revêtement primaire (μ m): 250 ± 15
- ouverture numérique: $0,275 \pm 0,015$
- atténuation à 850 nm (dB/km): $\leq 3,0$
- bande passante à 850 nm (MHz.km): ≥ 200

NOTE Des fibres de tests alternatives sont autorisées. L'utilisation des fibres 50 μ m et 100 μ m est décrite à l'annexe E.

17.6.3 Etoile passive optique

NOTE Pour plus d'informations se reporter à l'annexe C.

17.6.4 Etoile active optique

17.6.4.1 Définition

Un dispositif ou module opto-électronique qui reçoit un signal, l'amplifie et le retransmet (la régénération temporelle est optionnelle).

17.6.4.2 Fonctionnement

Le paragraphe 15.6.4.2 s'applique.

17.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 3 750 and 7 500 nominal bit times, during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of 500 ms $\pm$ 50 %.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 3 % ($\approx 1/32$) of the available time.

17.6 Medium specifications

17.6.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be in accordance with the requirements of this standard (see annex A). Permanent terminations (splices) may also be used.

17.6.2 Fibre optic cable (standard test fibre)

The cable used for testing Fieldbus devices or optical active stars with a 1,0 Mbit/s optical MAU for conformance to the requirements of this clause shall be a fibre optic cable with two fibre optic waveguides, whose characteristics are as follows:

- core diameter (μm): $62,5 \pm 3$
- cladding diameter (μm): 125 ± 3
- core/cladding concentricity (%): ≤ 6
- no circularity core (%): ≤ 6
- no circularity cladding (%): ≤ 2
- external primary coating diameter (μm): 250 ± 15
- numerical aperture: $0,275 \pm 0,015$
- attenuation for 850 nm (dB/km): $\leq 3,0$
- bandwidth for 850 nm (MHz.km): ≥ 200

NOTE Alternate test fibres are allowed. Operation using a 50 μm or 100 μm alternate test fibre is described in annex E.

17.6.3 Optical passive star

NOTE For more information, see annex C.

17.6.4 Optical active star

17.6.4.1 Definition

An opto-electronic device or module in an optical communication system, that receives a signal, amplifies it and retransmits it (retiming is optional).

17.6.4.2 Operating

Subclause 15.6.4.2 applies.

17.6.4.3 Caractéristiques d'émission et de réception

a) Caractéristiques de niveaux

Les spécifications des niveaux d'émission et de réception sont les mêmes que celles d'une MAU optique (17.3.2 et 17.4.1). Les caractéristiques de niveaux et les caractéristiques spectrales sont mesurées à une température de 25 °C. Ces spécifications sont résumées dans le tableau 40:

Tableau 40 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques spectrales et niveaux d'émission et de réception (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 1,0 Mbit/s (fibre 62,5/125 µm)	
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 ± 30) nm	
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm	
Ratio d'extinction	≥ 20:1	
Puissance effective couplée niveau Hi	(-11,5 ± 1,5) dBm	
Dynamique de fonctionnement du récepteur (puissance effective)	Système basse sensibilité	Système haute sensibilité
	-30,0 dBm à -10,0 dBm	-40,0 dBm –20,0 dBm

b) Caractéristiques temporelles

Les spécifications temporelles d'émission et de réception d'une étoile active optique concernent (voir tableau 41):

- les temps de montée et de descente du signal émis;
- la déformation temporelle des signaux due à une étoile active optique.

Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C. Pour une étoile active optique qui possède la fonction de régénération temporelle, les caractéristiques temporelles sont les mêmes que celles d'une MAU optique.

Tableau 41 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 1,0 Mbit/s

Caractéristiques temporelles (valeurs rapportées au CPIC)	Limites pour 1,0 Mbit/s
Temps de montée et de descente du signal émis (10 % à 90 % du signal crête-crête)	≤ 2 % durée nominale d'un bit
Déformation temporelle maximale entre port optique d'entrée et un port optique de sortie (voir note 1)	± 3 % durée nominale d'un bit
Temps de propagation d'un bit de donnée entre port optique d'entrée et un port optique de sortie pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	≤ 2 durées nominales d'un bit
Gigue maximale d'un bit transmis pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	± 2,0 % durée nominale d'un bit
NOTE 1 La déformation temporelle due à une étoile optique active est égale à la différence temporelle entre la largeur d'un même bit, d'une même enveloppe ou tout autre terme approprié.	
NOTE 2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.	

17.6.4.3 Transmit and receive characteristics

a) Level characteristics

Transmit and receive level specifications are the same as those of an optical MAU (17.3.2 and 17.4.1). Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C. These specifications are summarized in table 40:

Table 40 – Transmit and receive level and spectral specifications for 1,0 Mbit/s optical active star

Transmit level and spectral characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 1,0 Mbit/s (62,5/125 µm fibre)	
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 ± 30) nm	
Typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm	
Extinction ratio	$\geq 20:1$	
Effective launch power Hi level	$(-11,5 \pm 1,5)$ dBm	
Receiver operating range (effective power)	Low sensitivity system	High sensitivity system
	$-30,0$ dBm to $-10,0$ dBm	$-40,0$ dBm to $-20,0$ dBm

b) Timing characteristics

Transmit and receive timing specifications of an optical active star concern (see table 41):

- rise and fall times of the transmitted signal;
- temporal deformation of signals due to an optical active star.

Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C. For the optical active stars which have the timing regenerative function, the timing characteristics are the same as those of an optical MAU.

Table 41 – Timing characteristics of a 1,0 Mbit/s optical active star

Timing characteristics (values referred to the CPIC)	Limits for 1,0 Mbit/s
Rise and fall times of transmitted signals (10 % to 90 % of peak-peak signal)	≤ 2 % nominal bit time
Maximum temporal deformation between optical input ports and optical output ports (see note 1)	± 3 % nominal bit time
Propagation time of a data bit between an optical input port and any output ports for an active star with timing regenerative function (see note 2)	≤ 2 nominal bit times
Maximum transmitted bit cell jitter for an optical active star with timing regenerative function (see note 2)	$\pm 2,0$ % nominal bit time
NOTE 1 The temporal deformation due to an optical active star is the temporal difference of width of a same physical bit, bit pattern, waveform, or other appropriate term.	
NOTE 2 Only for optical active stars with timing regenerative function.	

18 Unité de liaison au support (MAU) à 2,5 Mbit/s en double fibre sur support optique

18.1 Généralités

18.1.1 Objet

L'objet de cet article est de donner les spécifications de fonctionnement et les spécifications optiques d'une MAU optique à 2,5 Mbit/s. Le débit binaire doit être de 2,5 Mbit/s $\pm$ 0,01 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée instantanée d'un bit doit être égale à (400 ± 6) ns.

Le support du réseau est constitué d'une paire de guides d'onde optique permettant une bidirectionnalité en utilisant séparément les fibres pour chaque direction de propagation du signal. Ces fibres optiques connectent un dispositif au CPIC d'un Bus de Terrain.

18.1.2 Nomenclature

Les termes utilisés dans cet article sont plus spécifiques que ceux définis dans l'article 3. Les définitions données en 15.1.2 s'appliquent, à l'exception de 15.1.2.5, 15.1.2.14, 15.1.2.15 et 15.1.2.19, remplacées par ce qui suit:

18.1.2.5 chemin optique élémentaire

liaison point à point réalisée avec une paire de fibres optiques, permettant une bidirectionnalité par l'utilisation de deux fibres séparées pour chaque direction de propagation de signal

18.1.2.14 étoile optique passive

dispositif passif dans lequel un signal optique provenant d'une fibre d'entrée est réparti sur un nombre plus élevé de fibres de sortie

18.1.2.15 étoile optique active

dispositif du module opto-électronique actif qui reçoit un signal, l'amplifie et le retransmet (la régénération temporelle est optionnelle)

18.1.2.19 fibre de test standard

fibre optique silice dont les caractéristiques nominales sont compatibles avec la CEI 60793-2 [type de fibre: A1b (62,5/125)].

Les caractéristiques de la fibre de test sont données en 18.6.2. La longueur de la fibre de test standard est de 1 m.

18.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU optique à 2,5 Mbit/s fonctionne dans un réseau constitué des composants suivants:

- a) câble optique;
- b) dispositifs (contenant au moins un élément de communication);
- c) connecteurs;
- d) étoiles optiques passives;
- e) étoiles optiques actives.

18.2.1 Topologies

Une MAU optique doit fonctionner dans un réseau avec une topologie en étoile. Les dispositifs sont connectés aux étoiles optiques par des chemins optiques élémentaires. Les étoiles optiques sont interconnectées par des chemins optiques élémentaires.

18 Medium Attachment Unit (MAU): 2,5 Mbit/s, dual fibre mode, optical medium

18.1 General

18.1.1 Object

The object of this clause is to give the operating and optical specifications of the 2,5 Mbit/s optical MAU. The transmitted bit rate shall be 2,5 Mbit/s $\pm$ 0,01 % average over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be (400 ± 6) ns.

The network medium consists of a pair of fibre optic waveguides providing bidirectionality by use of a separate fibre for each direction of signal propagation. These dual fibres connect to the CPIC of a Fieldbus device.

18.1.2 Nomenclature

Terms used in this clause are more specific than those defined in clause 3. The definitions given in 15.1.2 apply, except 15.1.2.5, 15.1.2.14, 15.1.2.15 and 15.1.2.19, which are replaced as follows:

18.1.2.5 elementary optical path

point-to-point bidirectional link with a pair of fibre optic waveguides providing bidirectionality by use of separate fibre for each direction of signal propagation.

18.1.2.14 optical passive star

passive device in which a signal from an input fibre is distributed among a larger number of output optical fibres.

18.1.2.15 optical active star

opto-electronic device or module that receives a signal, amplifies it and retransmits it (retiming is optional).

18.1.2.19 standard test fibre

silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with the IEC 60793-2 [fibre type: A1b (62,5/125)].

Test fibre characteristics are given in 18.6.2. The length of the standard test fibre is 1 m.

18.2 Network specifications

NOTE A 2,5 Mbit/s optical MAU operates in a network composed of the following components:

- a) optical cable;
- b) devices (containing at least one communication element);
- c) connectors;
- d) optical active stars;
- e) optical passive stars.

18.2.1 Topologies

An optical MAU shall operate in a network with a star topology. Devices are connected to the optical stars by elementary optical paths. Optical stars are interconnected by elementary optical paths.

18.2.2 Règles de configuration du réseau

Les règles données en 17.2.2 s'appliquent.

18.3 Spécifications du circuit d'émission

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 18.3 sont regroupées dans les tableaux 42 et 43.

18.3.1 Configuration de test

Le niveau de sortie et les spécifications spectrales et temporelles sont mesurés au bout d'une fibre de test standard de 1 m de longueur raccordée au CPIC.

18.3.2 Spécification du niveau de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 2,5 Mbit/s doit être conforme aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie et aux caractéristiques spectrales. Les caractéristiques spectrales et le niveau de sortie sont mesurés à une température de 25 °C. Le niveau de sortie est la puissance effective d'un niveau haut (Hi). Les spécifications du niveau de sortie sont présentées dans le tableau 42.

Tableau 42 – Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s

Niveau émis et caractéristiques spectrales (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 2,5 Mbit/s (fibre 62,5/125 µm)
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 ± 30) nm
Largeur spectrale typique à mi-hauteur ($\Delta\lambda$)	≤50 nm
Puissance effective couplée pour un niveau haut (Hi)	(−11,5 ± 1,5) dBm
Suroscillations des transitions	≤15 % de la puissance effective
Ratio d'extinction	≥20:1

18.3.3 Spécifications temporelles de sortie

Le circuit d'émission d'une MAU optique à 2,5 Mbit/s doit être conforme aux spécifications temporelles de sortie suivantes (voir figure 40). Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C. Les spécifications temporelles de sortie sont présentées dans le tableau 43.

Tableau 43 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques temporelles d'émission (valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard)	Limites pour 2,5 Mbit/s
Débit binaire émis (2,5 Mbit/s MAU optique)	2,5 Mbit/s ± 0,01 %
Durée instantanée d'un bit (2,5 Mbit/s)	(400 ± 6) ns
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête-crête)	≤2,0 % durée nominale d'un bit
Différence entre temps de montée et de descente	≤0,5 % durée nominale de bit
Gigue maximale du bit émis	±2,0 % durée nominale d'un bit

18.2.2 Network configuration rules

The rules given in 17.2.2 apply.

18.3 Transmit circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 18.3 are summarized in tables 42 and 43.

18.3.1 Test configuration

The output level, spectral and timing specifications are measured at the end of 1 m standard test fibre connected to the CPIC.

18.3.2 Output level specification

A 2,5 Mbit/s optical MAU transmit circuit shall conform to the following output level and spectral requirements. Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C. Output level is the effective launch power of a Hi level. Output level specification is shown in table 42.

Table 42 – Transmit level and spectral specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU

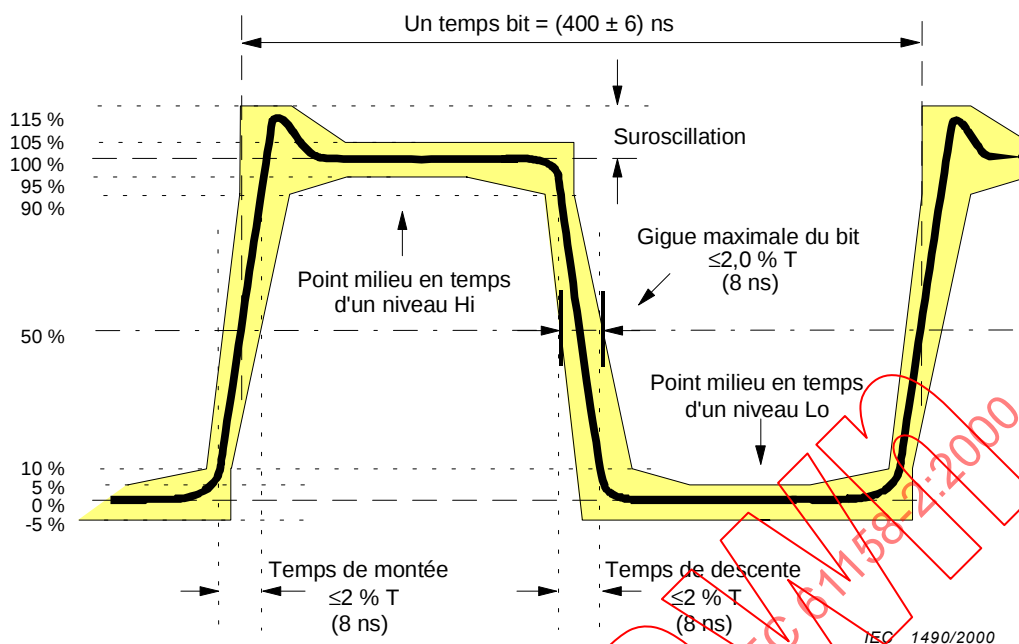
Transmit level and spectral characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 2,5 Mbit/s (62,5/125 µm fibre)
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 ± 30) nm
Typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤50 nm
Effective launch power Hi level	(−11,5 ± 1,5) dBm
Overshoot of transitions	≤15 % of effective power
Extinction ratio	≥20:1

18.3.3 Output timing specification

A 2,5 Mbit/s optical MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements (see figure 40). Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C. Output timing specification is shown below in table 43.

Table 43 – Transmit timing specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU

Transmit timing characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 2,5 Mbit/s
Transmitted bit rate (2,5 Mbit/s optical MAU)	2,5 Mbit/s ± 0,01 %
Instantaneous bit time (2,5 Mbit/s)	(400 ± 6) ns
Rise and fall times (10 % to 90 % of peak-peak signal)	≤2,0 % nominal bit time
Difference between rise and fall times	≤0,5 % nominal bit time
Maximum transmitted bit cell jitter	±2,0 % nominal bit time



NOTE Le 0 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Lo.

Le 100 % de la puissance effective est le niveau de puissance du niveau Hi.

Figure 40 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s

18.4 Spécifications du circuit de réception

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 18.4 sont regroupées dans le tableau 44.

18.4.1 Dynamique de fonctionnement du récepteur

La dynamique de sensibilité du récepteur est de:

- a) –30,0 dBm à –10,0 dBm, puissance effective pour la basse sensibilité;
- b) –40,0 dBm à –20,0 dBm, puissance effective pour la grande sensibilité.

18.4.2 Gigue maximale du bit reçu

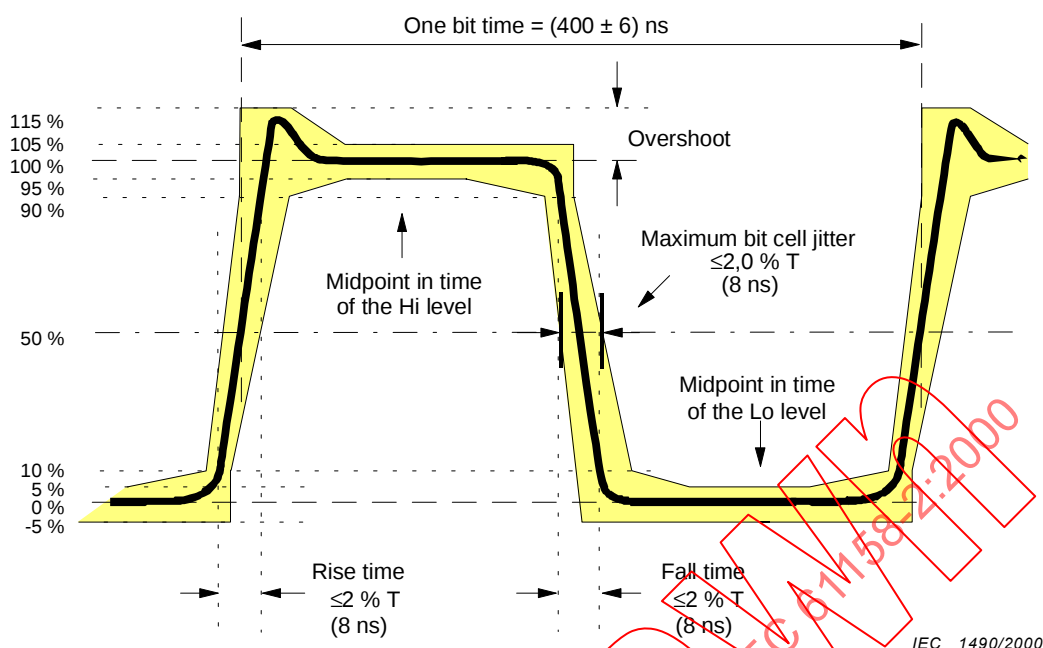
Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 18.3. De plus, le récepteur doit accepter des signaux avec une variation de temps entre deux points de transition de signal (passage à 50 %) adjacents quelconques au moins égale à $\pm 14,0$ % de la durée nominale d'un bit.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteur ayant de meilleures performances que cette spécification, mais en accord avec la tolérance de la gigue d'un bit transmis de la MDS (voir 9.5).

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre les passages à 50 % peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

18.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruit normalisés, la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de la Couche Application contienne une erreur non détectée, due au fonctionnement des entités de Couche Physique et Liaison de Données chargées de leur transmission, soit inférieure à 1 pour 10^{12} (une erreur en 20 ans sur 1 600 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait les prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une séquence de contrôle de trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.



NOTE 0 % effective power is the Lo level state power level.
100 % effective power is the Hi level state power level.

Figure 40 – Optical wave shape template, 2,5 Mbit/s optical MAU

18.4 Receive circuit specifications

NOTE For ease of reference, the requirements of 18.4 are summarized in table 44.

18.4.1 Receiver operating range

The specified receiver sensitivity range is:

- 30,0 dBm to –10,0 dBm effective power for low sensitivity;
- 40,0 dBm to –20,0 dBm effective power for high sensitivity.

18.4.2 Maximum received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 18.3. In addition, the receiver shall accept signals with the time variation between two adjacent signal transition points (50 % crossing) of $\pm 14,0$ % nominal bit time or less.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification, but in accordance with the tolerance of the received bit cell jitter of the MDS (see 9.5).

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between 50 % crossing may be half of one bit time or one bit time.

18.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments, the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 10^{12} (one error in 20 years at 1 600 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit frame check sequence at the Data Link Layer.

Un élément de communication qui inclut une MAU optique à 2,5 Mbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 64 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenne de 1 600 messages/s, avec des signaux de –25,0 dBm, ne doit pas produire plus de six erreurs de trames détectées sur 100 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements électromagnétiques ou électriques suivants:

- a) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- b) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans des environnements de bruits suivants:

- 1) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiée dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- 2) des essais de perturbations à hautes fréquences telles que spécifiées en 3.1 de la CEI 60255-22-1, (tension d'essai classe III, respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit se rétablir de toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

Tableau 44 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au CPIC) (fibre 62,5/125 µm)	Limites pour 2,5 Mbit/s	
	Système basse sensibilité	Système grande sensibilité
Dynamique de fonctionnement du récepteur	–30,0 dBm à –10,0 dBm	–40,0 dBm à –20,0 dBm
Gigue maximale du bit reçu	±14,0 % durée nominale d'un bit	

18.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sortie ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 3 750 et 7 500 durées nominales de bit durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption, après une période de 500 ms ± 50 %.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 3 % ($\approx 1/32$) du temps disponible.

18.6 Spécifications du support

18.6.1 Connecteur

Les connecteurs de câble, s'ils sont utilisés, doivent être conformes aux prescriptions de la présente norme (voir annexe A). Les raccordements permanents (épissures) peuvent être utilisés.

A communication element, which includes a 2,5 Mbit/s optical MAU operating with frames containing 64 random user data bits, at an average of 1 600 messages/s, with signals of –25 dBm, shall produce no more than six detected frame errors in 100 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- a) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specifications shall also be satisfied after but not during operation in the following noise environments:

- 1) 8 kV electrical discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- 2) high frequency disturbance tests as specified in 3.1 of IEC 60255-22-1 (test voltage class III, 2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

Table 44 – Receive circuit specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU

Receive circuit characteristics (values referred to the CPIC) (62,5/125 µm fibre)	Limits for 2,5 Mbit/s	
	Low sensitivity system	High sensitivity system
Receiver operating range	–30,0 dBm to –10,0 dBm	–40,0 dBm to –20,0 dBm
Maximum received bit cell jitter	±14,0 % nominal bit time	

18.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 3 750 and 7 500 nominal bit times during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of 500 ms ± 50 %.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 3 % ($\approx 1/32$) of the available time.

18.6 Medium specifications

18.6.1 Connector

Cable connectors, if used, shall be in accordance with the requirements of this standard (see annex A). Permanent terminations (splices) may also be used.

18.6.2 Câble à fibre optique

Le câble utilisé pour tester la conformité des dispositifs de Bus de Terrain ou des étoiles actives optiques avec une MAU optique à 2,5 Mbit/s, aux prescriptions du présent article doit être un câble optique avec une ou plusieurs fibres optiques dont les caractéristiques sont les suivantes:

- diamètre du coeur (μm): $62,5 \pm 3$
- diamètre de la gaine (μm): 125 ± 3
- concentricité coeur/gaine (%): ≤ 6
- non-circularité du coeur (%): ≤ 6
- non-circularité de la gaine (%): ≤ 2
- diamètre du revêtement primaire (μm): 250 ± 15
- ouverture numérique: $0,275 \pm 0,015$
- atténuation à 850 nm (dB/km): $\leq 3,0$
- bande passante à 850 nm (MHz.km): ≥ 200

NOTE Des fibres de tests alternatives sont autorisées. L'utilisation des fibres 50 μm et 150 μm est décrite à l'annexe E.

18.6.3 Etoile passive optique

NOTE Pour plus d'informations, se reporter à l'annexe C.

18.6.4 Etoile active optique

18.6.4.1 Définition

Un dispositif ou module opto-électronique qui reçoit un signal, l'amplifie et le retransmet (la régénération temporelle est optionnelle).

18.6.4.2 Fonctionnement

Le paragraphe 15.6.4.2 s'applique.

18.6.4.3 Caractéristiques d'émission et de réception

a) Caractéristiques de niveaux

Les spécifications des niveaux d'émission et de réception sont les mêmes que celles d'une MAU optique (voir 18.3.2 et 18.4.1). Les caractéristiques de niveaux et les caractéristiques spectrales sont mesurées à une température de 25 °C. Ces spécifications sont résumées dans le tableau 45.

Tableau 45 – Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques spectrales et niveaux d'émission et de réception valeurs rapportées au CPIC avec une fibre de test standard	Limites pour 2,5 Mbit/s (fibre 62,5/125 μm)	
Longueur d'onde du pic d'émission (λ_p)	(850 $\pm$ 30) nm	
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm	
Ratio d'extinction	$\geq 20:1$	
Puissance effective couplée niveau Hi	(–11,5 $\pm$ 1,5) dBm	
Dynamique de fonctionnement du récepteur (puissance effective)	Système basse sensibilité	Système haute sensibilité
	–30,0 dBm à –10,0 dBm	–40,0 dBm à –20,0 dBm

18.6.2 Fibre optic cable (standard test fibre)

The cable used for testing Fieldbus devices or optical active stars with a 2,5 Mbit/s optical MAU for conformance to the requirements of clause shall be a fibre optic cable with two fibre optic waveguides, whose characteristics are as follows:

- core diameter (μm): $62,5 \pm 3$
- cladding diameter (μm): 125 ± 3
- core/cladding concentricity (%): ≤ 6
- no circularity core (%): ≤ 6
- no circularity cladding (%): ≤ 2
- external primary coating diameter (μm): 250 ± 15
- numerical aperture: $0,275 \pm 0,015$
- attenuation for 850 nm (dB/km): $\leq 3,0$
- bandwidth for 850 nm (MHz.km): ≥ 200

NOTE Alternate test fibres are allowed. Operation using a 50 μm or 100 μm alternate test fibre is described in annex E.

18.6.3 Optical passive star

NOTE For more information, see annex C.

18.6.4 Optical active star

18.6.4.1 Definition

An opto-electronic device or module in an optical communication system that receives a signal, amplifies it and retransmits it (retiming is optional).

18.6.4.2 Operating

Subclause 15.6.4.2 applies.

18.6.4.3 Transmit and receive characteristics

a) Level characteristics

Transmit and receive level specifications are the same as those of an optical MAU (see 18.3.2 and 18.4.1). Level and spectral characteristics are measured at a temperature of 25 °C. These specifications are given in table 45.

**Table 45 – Transmit and receive level and spectral specifications
for 2,5 Mbit/s optical active star**

Transmit level and spectral characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 2,5 Mbit/s (62,5/125 μm fibre)	
Peak emission wavelength (λ_p)	(850 $\pm$ 30) nm	
Typical half-intensity wavelength ($\Delta\lambda$)	≤ 50 nm	
Extinction ratio	$\geq 20:1$	
Effective launch power (Hi level)	(–11,5 $\pm$ 1,5) dBm	
Receiver operating range (effective power)	Low sensitivity system	High sensitivity system
	–30,0 to –10,0 dBm	–40,0 to –20,0 dBm

b) Caractéristiques temporelles

Les spécifications temporelles d'émission et de réception d'une étoile active optique concernent (voir tableau 46):

- les temps de montée et de descente du signal émis;
- la déformation temporelle des signaux due à une étoile active optique.

Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C. Pour une étoile active optique qui possède la fonction de régénération temporelle, les caractéristiques temporelles sont les mêmes que celles d'une MAU optique.

Tableau 46 – Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 2,5 Mbit/s

Caractéristiques temporelles (valeurs rapportées au CPIC)	Limites pour 2,5 Mbit/s
Temps de montée et de descente du signal émis (10 % à 90 % du signal crête-crête)	≤ 2 % durée nominale d'un bit
Déformation temporelle maximale entre port optique d'entrée et un port optique de sortie (voir note 1)	± 3 % durée nominale d'un bit
Temps de propagation d'un bit de donnée entre port optique d'entrée et un port optique de sortie pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	≤ 2 durées nominales d'un bit
Gigue maximale d'un bit transmis pour une étoile active optique avec une fonction de régénération temporelle (voir note 2)	$\pm 2,0$ % durée nominale d'un bit
NOTE 1 La déformation temporelle due à une étoile optique active est égale à la différence temporelle entre la largeur d'un même bit, d'une même enveloppe ou tout autre terme approprié.	
NOTE 2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.	

b) Timing characteristics

Transmit and receive timing specifications of an optical active star concern (see table 46):

- rise and fall times of the transmitted signal;
- temporal deformation of signals due to an optical active star.

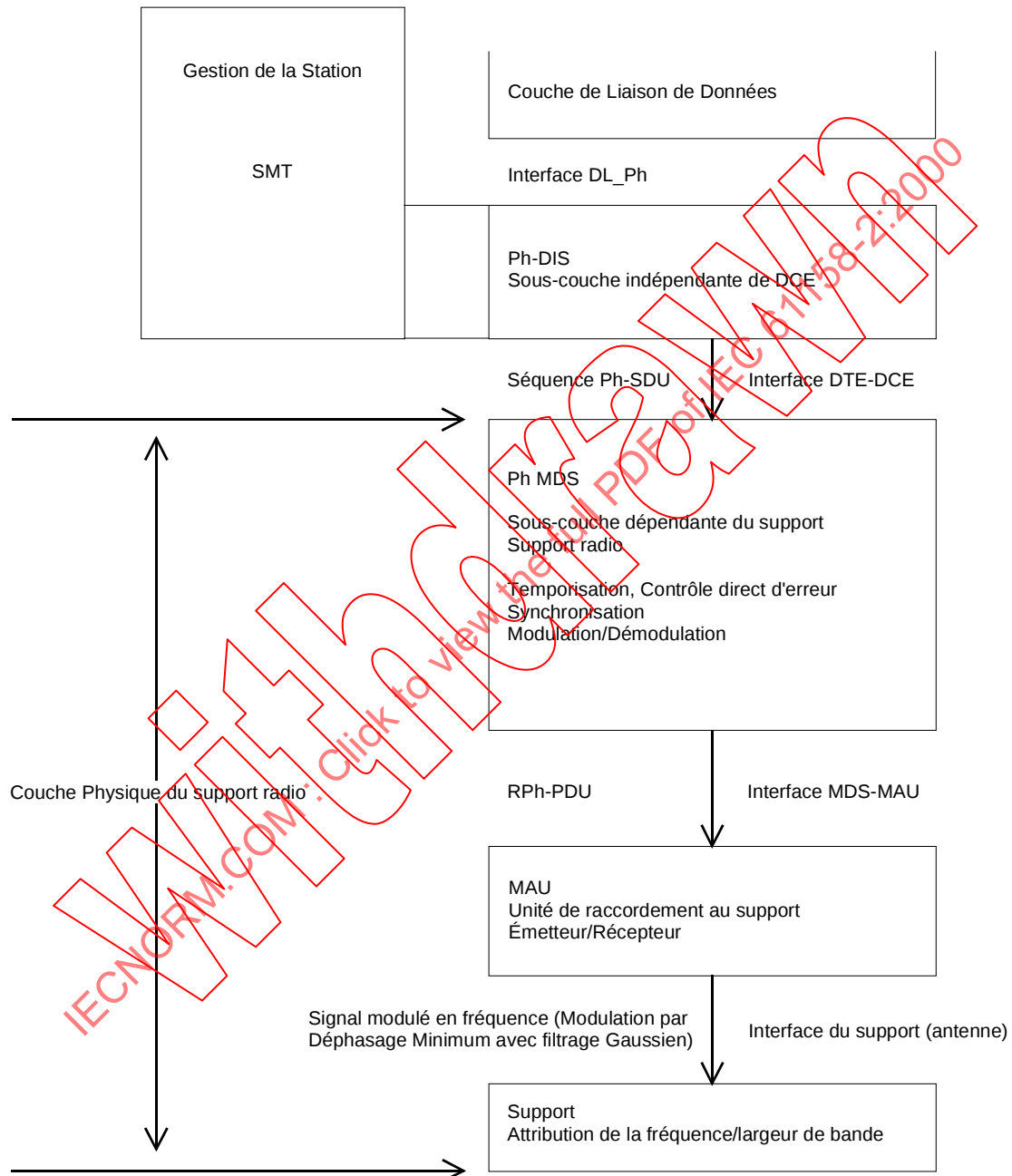
Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C. For the optical active stars which have the timing regenerative function, the timing characteristics are the same as those of an optical MAU.

Table 46 – Timing characteristics of a 2,5 Mbit/s optical active star

Timing characteristics (values referred to the CPIC)	Limits for 2,5 Mbit/s
Rise and fall times of transmitted signals (10 % to 90 % of peak-peak signal)	≤ 2 % nominal bit time
Maximum temporal deformation between optical input ports and optical output ports (see note 1)	± 3 % nominal bit time
Propagation time of a data bit between an optical input port and any output ports for an active star with timing regenerative function (see note 2)	≤ 2 nominal bit times
Maximum transmitted bit cell jitter for an optical active star with timing regenerative function (see note 2)	$\pm 2,0$ % nominal bit time
NOTE 1 The temporal deformation due to an optical active star is the temporal difference of width of a same physical bit, bit pattern, waveform, or other appropriate term.	
NOTE 2 Only for optical active stars with timing regenerative function.	

19 Sous-couche dépendante du support (MDS) support radio à faible vitesse

NOTE La sous-couche dépendante du support (MDS) fait partie de l'équipement de communication de données (DCE), voir la figure 41. Elle échange la séquence Ph-SDU série au travers de l'interface DL-Ph définie à l'article 5 et communique les bits résultants au travers de l'interface de l'unité de raccordement au support MDS. Les fonctions principales de la MDS sont la séparation de la séquence Ph-SDU en trames radio, le calcul et le traitement du contrôle direct d'erreur des données et l'addition et la détection/suppression de l'en-tête et des mots/délimateurs de synchronisation. La MDS réalise également les fonctions de temporisation et de synchronisation.

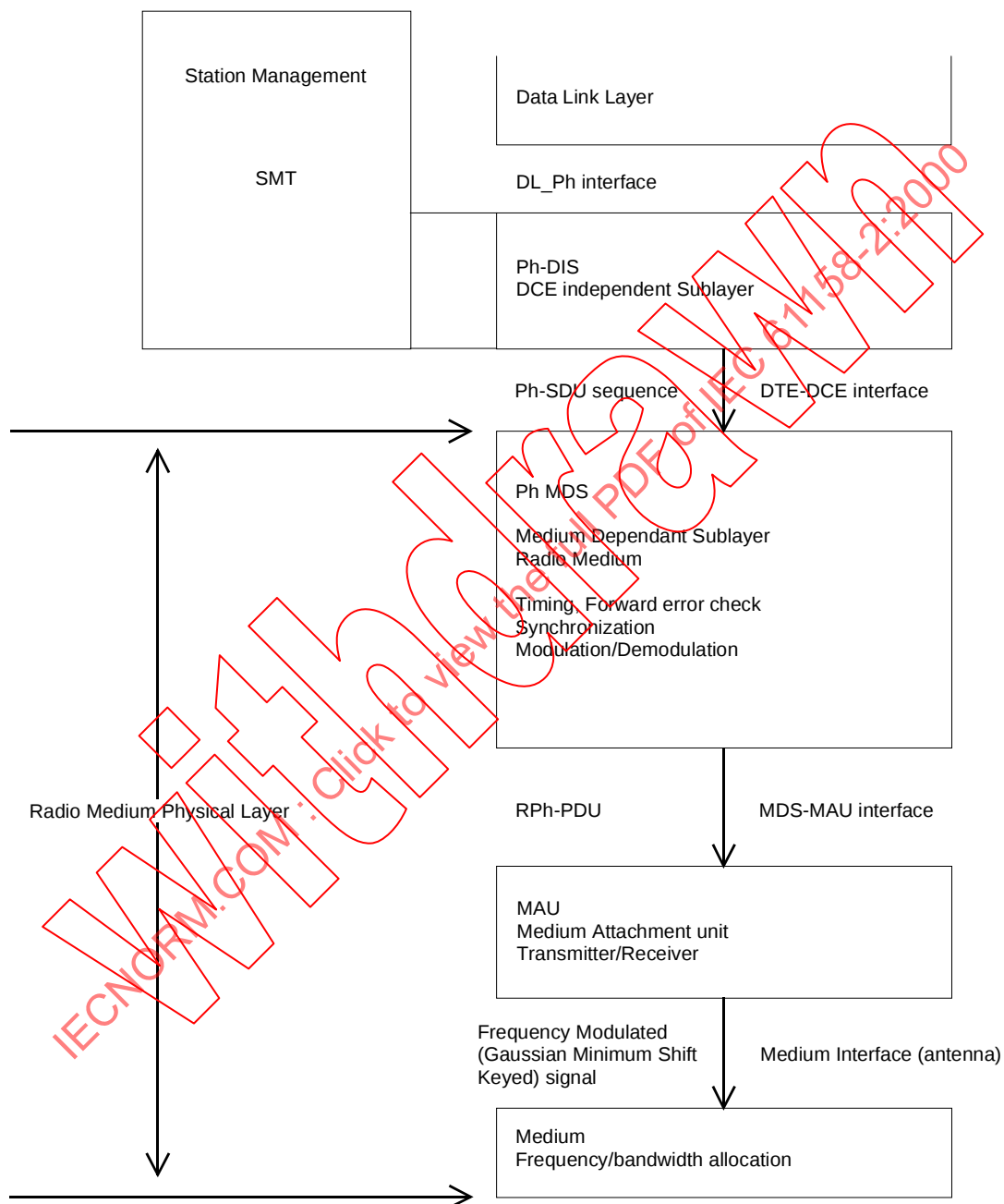


IEC 1491/2000

Figure 41 – Modèle général de la couche physique avec le support radio à faible vitesse

19 Medium Dependent Sublayer (MDS) low speed Radio medium

NOTE The Medium Dependent Sublayer (MDS) is part of the Data communications equipment (DCE), see figure 41. It exchanges serial Ph-SDU sequence across the DL-Ph interface defined in clause 5 and communicates the resulting bits across the MDS-Medium Attachment Unit interface. The main MDS functions are the separation of Ph-SDU sequence into radio frames, computation and processing of forward error check data and addition and detection/removal of preamble and synchronization words/delimiters. The MDS also carries out timing and synchronization functions.

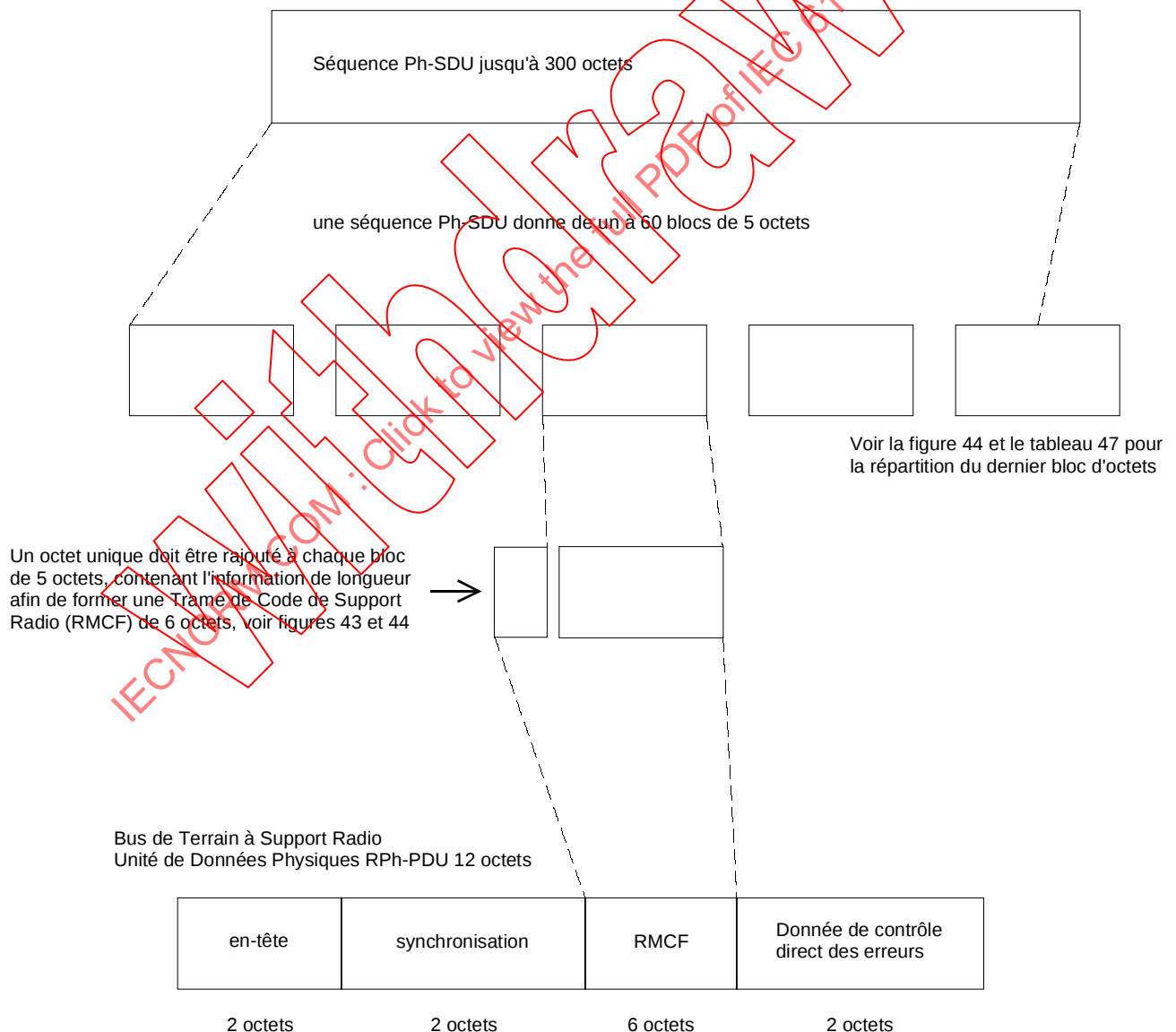


IEC 1491/2000

Figure 41 – General Model of the Physical Layer with the low speed radio medium

19.1 Couche Physique Radio – Unités des données de Protocole (RPh-PDU)

La MDS du bus de terrain à support radio doit diviser les données de la séquence série Ph-SDU transférée à partir du DIS au travers de l'interface DTE-DCE pour produire une ou plusieurs trames de code de bus de terrain à support radio de la façon illustrée aux figures 42, 43 et 44. Chacune de ces trames doit comporter jusqu'à 5 octets d'information de la séquence Ph-SDU. Lorsque la séquence Ph-SDU ne contient pas un multiple exact de 5 octets, la dernière trame sera remplie avec des octets contenant l'octet blanc tel qu'il est défini en 19.6. Un octet unique doit être rajouté à chacun de ces blocs de 5 octets, contenant l'information de longueur et la fin du code de la séquence Ph-SDU de la façon indiquée dans le tableau 47 pour former une trame de code de bus de terrain à support radio (RMCF). Cet octet doit être placé après le mot de synchronisation, voir les figures 43 et 44. L'information de longueur doit spécifier le nombre d'octets dans la RMCF (1 à 5) contenant l'information de la séquence Ph-SDU. Le bus de terrain à support radio doit rendre compte à l'entité Couche de Liaison de Données correspondante, au travers du DIS, de toute séquence Ph-SDU qui ne contient pas un code de longueur légal comme le sixième octet dans chaque RMCF ou ne contient pas de code de fin de séquence avant un nombre supérieur au nombre maximum d'octets de la séquence Ph-SDU comme indication de données Ph (Ph-IDU, erreur).



IEC 1492/2000

Figure 42 – Trames de code du bus de terrain à support radio et unités de données physiques radio pour toutes les trames d'une séquence Ph-SDU correspondante sauf la dernière

19.1 Radio Physical Protocol Data Units (RPh-PDU)

The radio medium Fieldbus MDS shall divide the serial Ph-SDU sequence data transferred from the DIS across the DTE-DCE interface to produce one or more radio medium Fieldbus code frames as shown in figures 42, 43 and 44. Each of these frames shall have up to 5 octets of Ph-SDU sequence information. Where the Ph-SDU sequence does not contain an exact multiple of 5 octets, the last frame will be padded with octets containing the idle octet as defined in 19.6. To each of these 5 octet blocks a single octet shall be added containing length information and end of Ph-SDU sequence code as shown in table 47 to form a radio medium Fieldbus code frame (RMCF). This octet shall be placed after the synchronization word, see figures 43 and 44. The length information shall specify the number of octets in the RMCF (1 to 5) containing Ph-SDU sequence information. The radio medium Fieldbus MDS shall report to the corresponding Data Link Layer entity, via the DIS, any Ph-SDU sequence that does not have a legal length code as the sixth octet in every RMCF or does not have an end of sequence code before more than the maximum number of Ph-SDU sequence octets as Ph-data indication (Ph-IDU, error).

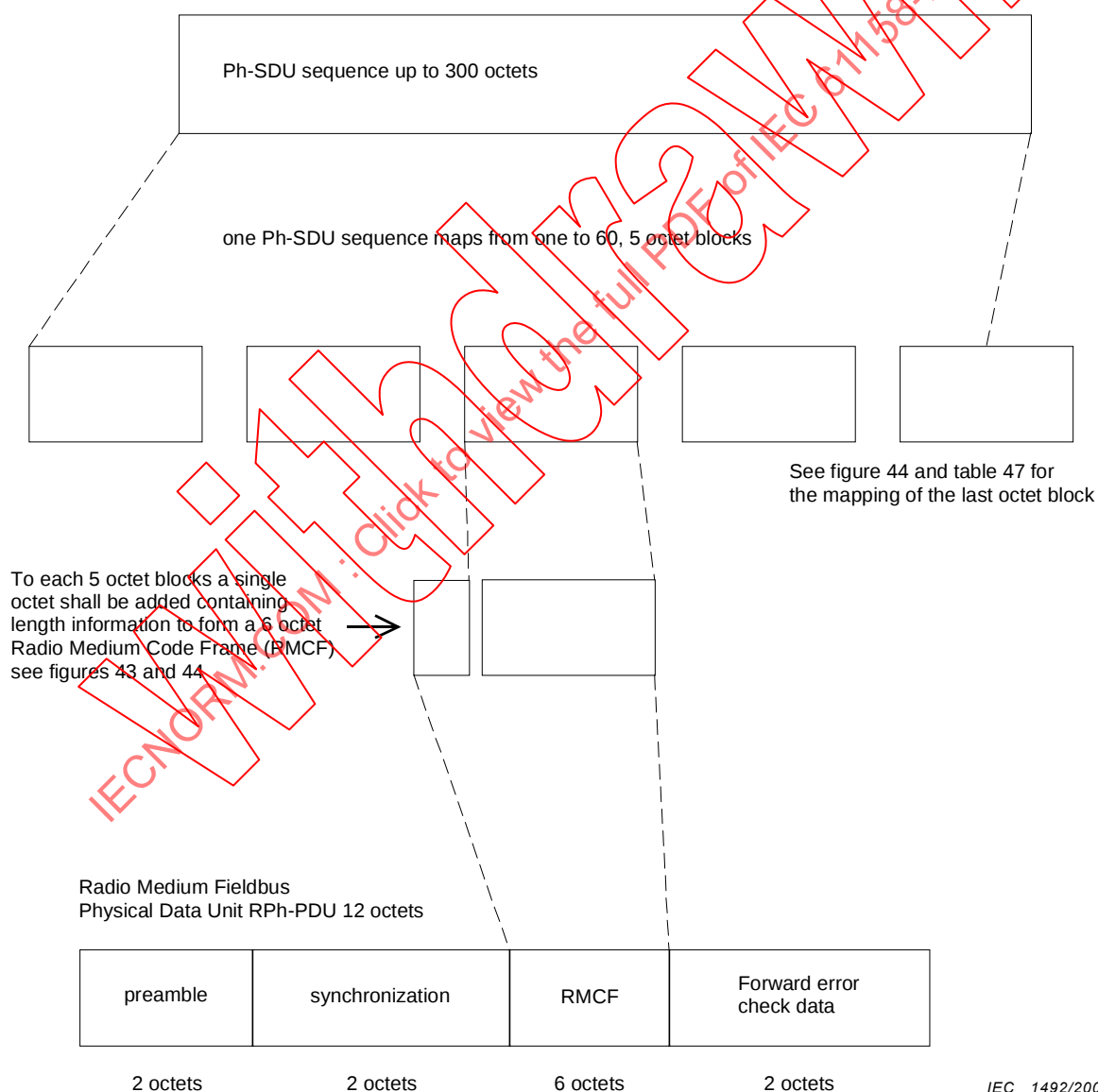


Figure 42 – Radio Medium Fieldbus codeframes and Radio Physical Data Units for all but the last codeframe of a corresponding Ph-SDU sequence

octet 1 code de longueur et de fin de séquence Ph-SDU
octet 2 partie de la séquence Ph-SDU
octet 3 partie de la séquence Ph-SDU
octet 4 partie de la séquence Ph-SDU
octet 5 partie de la séquence Ph-SDU
octet 6 partie de la séquence Ph-SDU

Trame de code du support radio

Bit	8	7	6	5	4	3	2	1	
							CRC MSB		octet 1
	Contrôle de parité	CRC LSB							octet 2

Octets 1 et 2 du contrôle direct d'erreurs

IEC 1493/2000

Figure 43 – Trame de code du bus de terrain à support radio et octets de la correction directe d'erreurs

octet 1 length and end of Ph-SDU sequence code
octet 2 part of Ph-SDU sequence
octet 3 part of Ph-SDU sequence
octet 4 part of Ph-SDU sequence
octet 5 part of Ph-SDU sequence
octet 6 part of Ph-SDU sequence

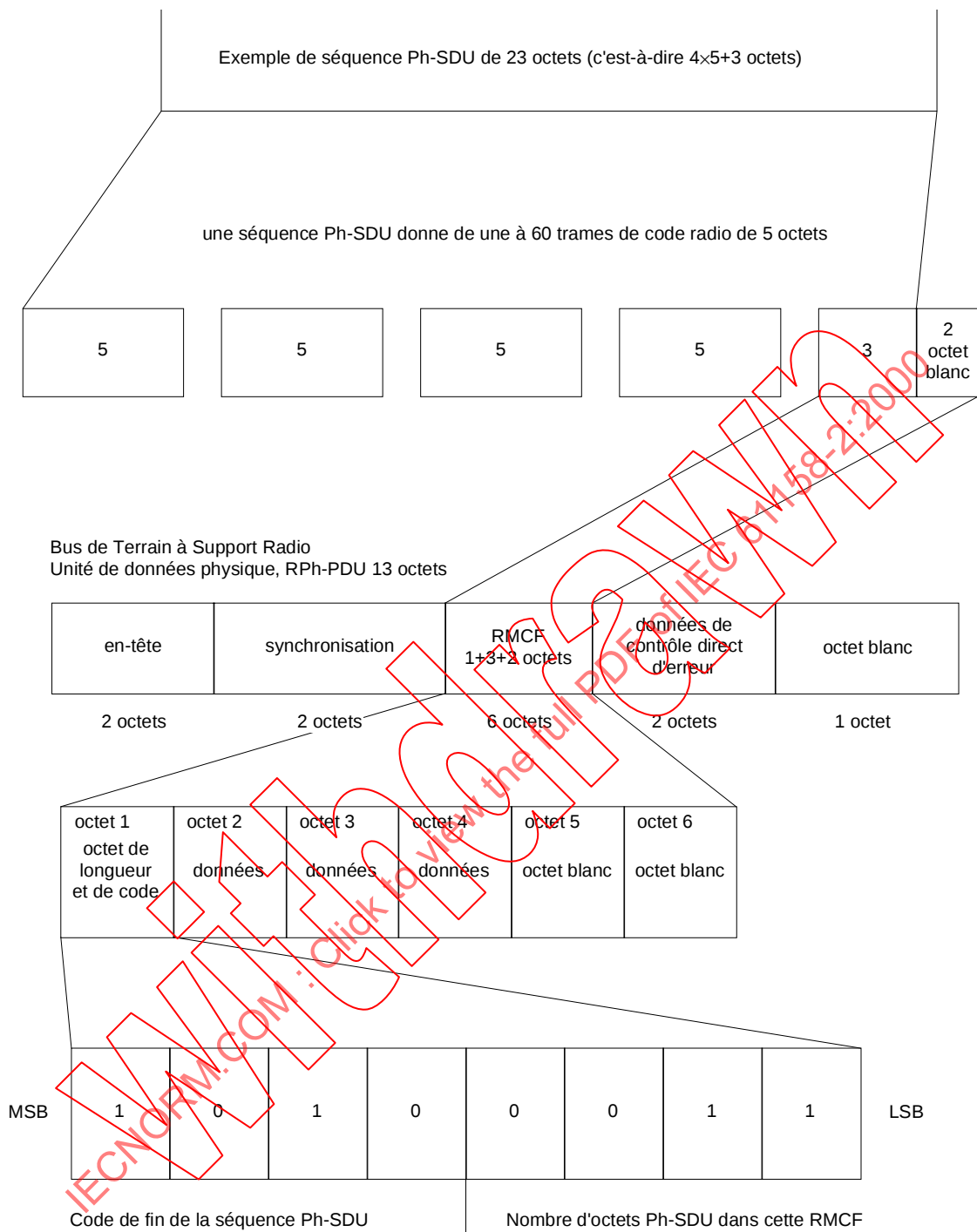
Radio Medium Codeframe

Bit	8	7	6	5	4	3	2	1	
							CRC MSB		octet 1
	Check Parity	CRC LSB							octet 2

Forward error check octets 1 and 2

IEC 1493/2000

Figure 43 – Radio medium fieldbus codeframe and forward error correction octets



IEC 1494/2000

Figure 44 – Exemple de trames de code du bus de terrain à support radio et d'unités de données physiques radio de la dernière trame de code de l'encodage d'une séquence Ph-SDU

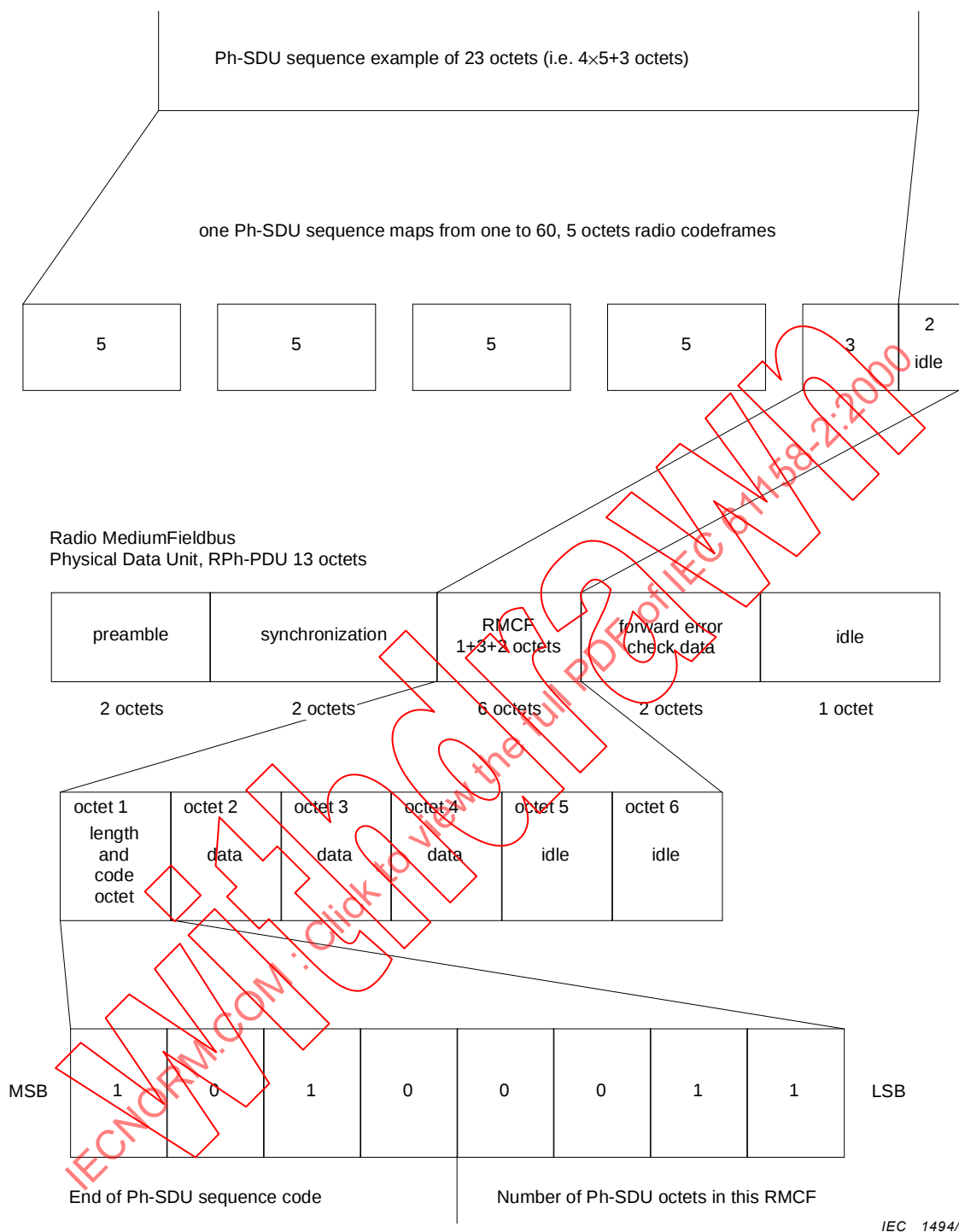


Figure 44 – Radio Medium Fieldbus codeframes and Radio Physical Data Units example of last codeframe of a Ph-SDU sequence encoding

Tableau 47 – Code de longueur et de fin de séquence Ph-SDU

Code de fin de séquence	Signification du code de fin de séquence	Code de longueur	Signification du code de longueur
0101	Pas de fin de séquence	0001	1 octet dans la séquence PH-SDU dans la RMCF
1010	Fin de séquence	0010	2 octets dans la séquence PH-SDU dans la RMCF
Tous les autres codes sont illégaux		0011	3 octets dans la séquence PH-SDU dans la RMCF
		0100	4 octets dans la séquence PH-SDU dans la RMCF
		0101	5 octets dans la séquence PH-SDU dans la RMCF
		Tous les autres codes sont illégaux	

A ces RMCF de 6 octets, la MDS du bus de terrain à support radio doit rajouter le Ph-FEC (données de correction directe d'erreurs), l'en-tête et les mots de synchronisation pour produire la RPh-PDU illustrée à la figure 42. Réciproquement, la MDS du bus de terrain à support radio doit supprimer l'en-tête et les mots de synchronisation, effectuer la correction directe d'erreurs sur une RPh-PDU reçue pour produire la séquence Ph-SDU correspondante. La séquence de transmission doit être de la gauche vers la droite de la façon illustrée à la figure 42, c'est-à-dire l'en-tête en premier suivi du mot de synchronisation, les données de l'interface Ph, Ph-FEC et, finalement, un mot blanc s'il s'agit de la dernière trame de code d'un bus de terrain à support radio d'une séquence Ph-SDU unique.

Une séquence Ph-SDU doit avoir une longueur maximale de 300 octets.

19.2 Débit Ph-SDU

Le débit de la séquence Ph-SDU doit être accordé sur la vitesse de l'unité de raccordement du support du bus de terrain à support radio raccordée.

19.3 Calcul Ph-FEC

Les données de la correction directe d'erreurs Ph-FEC doivent être calculées sur chaque RMCF de 6 octets utilisant l'algorithme suivant. 15 bits de contrôle sont rattachés aux 48 bits d'information (octets 1 à 6), voir figure 43, en les encodant dans un code cyclique (63,48). Pour l'encodage, les 48 bits d'information doivent être considérés comme étant des coefficients d'un polynôme contenant les termes décroissants de x^{62} à x^{15} . Ce polynôme doit être divisé par le polynôme générateur:

$$x^{15}+x^{14}+x^{13}+x^{11}+x^4+x^2+1$$

Les 15 bits de contrôle (octet 1 et bit 1 à 7 de l'octet 2 des données de contrôle direct d'erreurs) doivent correspondre aux coefficients des termes de x^{14} à x^0 dans le polynôme restant trouvé après avoir effectué la division. Le bit 7 de l'octet 2 des données de contrôle direct d'erreurs doit être inversé et le bit 8 doit être rajouté de telle façon que l'intégralité de cette combinaison des 64 bits de la RMCF plus les données de contrôle direct d'erreurs ait une parité paire.

NOTE Un contrôle direct d'erreurs est nécessaire pour amener le taux d'erreurs résiduel du support radio au niveau de celui constaté généralement sur un support filaire afin de garantir que les performances d'erreur des deux supports ont le même ordre de grandeur. Un code de correction direct d'erreurs possède les propriétés de corriger tout train d'erreurs unique jusqu'à une longueur de 5 ou moins. Il est recommandé de configurer de telles corrections.

Table 47 – Length and end of Ph-SDU sequence code

End of sequence code	Meaning of end of sequence code	Length code	Meaning of length code
0101	Not end of sequence	0001	1 octet in PH-SDU sequence in RMCF
1010	End of sequence	0010	2 octets in PH-SDU sequence in RMCF
All other codes illegal		0011	3 octets in PH-SDU sequence in RMCF
		0100	4 octets in PH-SDU sequence in RMCF
		0101	5 octets in PH-SDU sequence in RMCF
		All other codes illegal	

To these 6 octet RMCFs the radio medium Fieldbus MDS shall add computed Ph-FEC (forward error correction data), preamble and synchronization words to produce the RPh-PDU shown in figure 42. Conversely, the radio medium Fieldbus MDS shall remove the preamble and synchronization words, perform the forward error correction on a received RPh-PDU to produce corresponding Ph-SDU sequence. Transmission sequence shall be from left to right as shown in figure 42, i.e. preamble first followed by synchronization word, Ph interface data, Ph-FEC and finally an idle word if it is the last radio medium Fieldbus code frame of a single Ph-SDU sequence.

A Ph-SDU sequence shall have a maximum length of 300 octets.

19.2 Ph-SDU throughput

The Ph-SDU sequence throughput shall be matched to the speed of the connected radio medium Fieldbus Medium Attachment Unit.

19.3 Ph-FEC calculation

The Ph-FEC forward error correction data shall be calculated on each 6 octet RMCF using the following algorithm. 15 check bits are appended to the 48 information bits (octets 1 to 6) see figure 43, by encoding them in a (63,48) cyclic code. For encoding, the 48 information bits shall be considered to be the coefficients of a polynomial having terms from x^{62} down to x^{15} . This polynomial shall be divided by the generating polynomial:

$$x^{15}+x^{14}+x^{13}+x^{11}+x^4+x^2+1$$

The 15 check bits (octet 1 and bit 1 to 7 of octet 2 of the forward error check data) shall correspond to the coefficients of the terms from x^{14} to x^0 in the remainder polynomial found at the completion of the division. Bit 7 of octet 2 of the forward error check data shall be inverted and bit 8 shall be added such that the whole of the 64 bit combination of RMCF plus forward error check data has even parity.

NOTE A forward error check is required to bring the residual error rate of the radio medium up to that typically seen on a wired medium to ensure that error performance on the two media is in the same order of magnitude. The forward error correction code has the property that any single error burst of length 5 or less can be corrected. It is recommended that such correction be implemented.

19.4 En-tête

Pour synchroniser les temps binaires, on doit transmettre un en-tête au début de chaque RPh-PDU, celui-ci étant composé de la séquence binaire suivante, indiquée de la gauche vers la droite dans l'ordre de transmission:

1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0

La séquence doit contenir un minimum de 16 bits commençant toujours par un 1 et se terminant par un zéro. La séquence peut être étendue pour permettre l'établissement d'une liaison et l'utilisation avec des répéteurs.

19.5 Mot de synchronisation

La séquence suivante de 16 bits, montrée de la gauche vers la droite dans l'ordre de transmission, doit précéder immédiatement la RMCF pour permettre l'établissement du verrouillage de trame du bus de terrain à support radio dans la MDS du bus de terrain à support radio récepteur:

1,1,0,0,0,1,0,0,1,1,0,1,0,1,1,1

19.6 Octet blanc

L'octet blanc suivant doit être transmis à la fin de la formation des trames de code du bus de terrain à support radio correspondant à une séquence Ph-SDU, et pour inclure tout octet de données non utilisé dans la dernière RPh-PDU correspondant à 1 Ph-SDU:

1,1,1,1,1,1,1,1

19.7 Réception Ph-SDU

Lors de la réception, la MDS du bus de terrain à support radio doit détecter les erreurs suivantes:

- a) gigue du bit pendant l'en-tête et la synchronisation;
- b) période de bit en-dehors des limites pendant l'en-tête et la synchronisation;
- c) pas de mot de synchronisation pendant la période de temporisation égale au nombre maximum de bits dans une RPh-PDU multiplié par 1,5 fois la période d'un bit, pendant l'attente d'une fin du code de la séquence Ph-SDU;
- d) pas de fin de séquence Ph-SDU dans les 300 octets à partir du début de la séquence.

Chacune de ces erreurs doit être signalée comme une indication Ph-DATA (Ph-IDU, erreur).

La MDS du bus de terrain à support radio doit supprimer l'en-tête, la synchronisation et les octets blancs de la RPh-PDU, réaliser la correction directe d'erreurs et assembler la séquence PH-SDU avant de transférer la séquence Ph-SDU au DIS. Si la MDS réceptrice d'un bus de terrain à support radio ne détecte pas de code de fin de séquence Ph-SDU après la correction directe d'erreurs dans un RMCF entrante dans les 300 octets à partir du début de la trame Ph-PDU tel qu'il est défini par la première trame de code du bus de terrain à support radio après la détection de l'en-tête, la MDS du bus de terrain à support radio doit le signaler à l'entité Couche de Liaison de Données correspondante au travers du DIS sous la forme d'une indication Ph-DATA (Ph-IDU, frame_too_long).

19.4 Preamble

In order to synchronize the bit times a preamble shall be transmitted at the beginning of each RPh-PDU consisting of the following sequence of bits, shown from left to right in order of transmission:

1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0

The sequence shall contain a minimum of 16 bits starting always with a 1 and ending with a zero. The sequence may be extended to allow for link establishment and for use with repeaters.

19.5 Synchronization word

The following sequence of 16 bits, shown from left to right in the order of transmission shall immediately precede the RMCF to allow establishment of radio medium Fieldbus framing in the receiving radio medium Fieldbus MDS:

1,1,0,0,0,1,0,0,1,1,0,1,0,1,1,1

19.6 Idle octet

The following idle octet shall be transmitted at the end of the formation of the radio medium Fieldbus codeframes corresponding to one Ph-SDU sequence, and to pack any unused data octets in the last RPh-PDU corresponding to 1 Ph-SDU:

1,1,1,1,1,1,1,1

19.7 Ph-SDU reception

At reception, the radio medium Fieldbus MDS shall detect the following errors:

- a) bit cell jitter during preamble and synchronization;
- b) bit period outside limits during preamble and synchronization;
- c) no synchronization word in time-out period, equal to the maximum number of bits in an RPh-PDU multiplied by 1,5 times the bit period, while waiting for an end of Ph-SDU sequence code;
- d) no end of Ph-SDU sequence within 300 octets of the start of the sequence.

Any of these errors shall be reported as Ph-DATA indication (Ph-IDU, error).

The radio medium Fieldbus MDS shall remove the preamble, synchronization and idle octets from the RPh-PDU, perform the forward error correction and assemble the PH-SDU sequence before transferring the Ph-SDU sequence to the DIS. If a receiving radio medium Fieldbus MDS does not detect an end of Ph-SDU sequence code after forward error correction in an incoming RMCF within 300 octets from the beginning of the Ph-PDU frame as defined by the first radio medium Fieldbus codeframe after detecting preamble, the radio medium Fieldbus MDS shall report to the corresponding Data Link Layer entity via the DIS, as Ph-DATA indication (Ph-IDU, frame_too_long).

19.8 Temporisation et synchronisation

- a) Pendant la réception d'une séquence Ph-SDU, les circuits de récupération de l'horloge contrôleront si la période des bits de la RPh-SDU précédente est comprise entre 90 % et 110 % de la période binaire nominale dans la résolution de l'horloge de la MDS du bus de terrain à support radio.
- b) Pendant la réception d'une séquence Ph-SDU, les circuits de récupération de l'horloge contrôleront si la temporisation du mot de synchronisation est incluse dans 1 durée de bit des mots de synchronisation précédents de la même Ph-SDU.

Les déviations hors de ces limites doivent être signalées à l'entité de la Couche de Liaison de Données correspondante, au travers du DIS correspondant, sous la forme d'une indication Ph-DATA (Ph-IDU, erreur).

NOTE Ces prescriptions de signalisation de la gigue de bit et des variations de la période sont spécifiées afin d'éviter des erreurs de dérive totale des bits qui pourraient réduire l'intégrité des données.

19.9 Intervalle post-transmission

Après la transmission d'une Ph-PDU, il doit y avoir une période minimale pendant laquelle ne doit pas commencer une transmission postérieure. Pendant la même période minimale après la réception d'une Ph-PDU, l'entité de la couche physique réceptrice doit ignorer tous les signaux reçus. Une entité MDS du bus de terrain à support radio doit définir un intervalle post-transmission minimal de 0 périodes de bit nominales. La période peut être étendue, mais non réduite, par la gestion de la station ou par une entité MAU associée du bus de terrain à support radio.

NOTE L'intervalle post-transmission est mis à 0 car il y a déjà 8 bits d'intervalle fournis par l'octet blanc.

19.10 Obliquité du signal inter-canal

Si le dispositif est configuré par la gestion de la station pour recevoir couramment sur plus d'un canal, le retard différentiel maximal autorisé entre deux canaux actifs utilisant le même type de support, tel qu'il est mesuré à partir du premier bit d'une séquence Ph-SDU reçue, ne doit pas dépasser cinq durées binaires nominales. Cette période peut être étendue, mais non réduite, par la gestion de la station de la façon indiquée au tableau 1. La séquence d'extension de l'intervalle telle qu'elle est donnée au tableau 1 doit être définie comme étant quatre durées de bit nominales.

20 Interface MDS – MAU: Support radio

NOTE L'Unité de Raccordement au Support (MAU) est une partie séparée optionnelle d'un élément de communication qui se raccorde directement au support ou au travers de composants passifs. Pour les variantes de signalisation électrique, la MAU est l'émetteur-récepteur qui fournit le décalage de niveau et la formation de l'onde pour les signaux émis et reçus. L'interface MAU relie la MAU à la MDS. Les services sont définis comme des signaux physiques afin de faciliter l'exposition optionnelle de cette interface. Le tableau 48 indique le jeu minimal de services nécessaires au niveau de l'interface MDS – MAU. Voir l'article 6 pour les services de gestion. La MAU du bus de terrain accepte des données binaires brutes pour la modulation sur la fréquence porteuse en utilisant les techniques de Modulation par Déphasage Minimum avec filtrage Gaussien (MDMG).

20.1 Services

Si l'interface MDS – MAU est exposée, elle doit supporter au moins le jeu de services nécessaires donnés dans le tableau 48 et spécifiés en 20.2.

19.8 Timing and synchronization

- a) During reception of a Ph-SDU sequence the clock recovery circuits will check the period of the bits from subsequent RPh-SDUs to be within 90 % to 110 % of the nominal bit period within the resolution of the radio medium Fieldbus MDS clock.
- b) During reception of a Ph-SDU sequence the clock recovery circuits will check the synchronization word timing to be within 1 bit time of previous synchronization words of the same Ph-SDU.

Deviation outside these limits shall be reported to the corresponding Data Link Layer entity, via the corresponding DIS, as Ph-DATA indication (Ph-IDU, error).

NOTE These requirements for reporting bit jitter and period variation are specified to avoid full bit slip errors which could reduce data integrity.

19.9 Post transmission gap

After transmission of a Ph-PDU, there shall be a minimum period during which a subsequent transmission shall not commence. For the same minimum period after receipt of a Ph-PDU, the receiving Physical Layer Entity shall ignore all received signals. A radio medium Fieldbus MDS entity shall set a minimum post transmission gap of 6 nominal bit times. The period may be extended, but not reduced, by station management or by an associated radio medium Fieldbus MAU entity.

NOTE The post transmission gap is set at 0 as there are already 8 bits of gap provided by the idle octet.

19.10 Inter-channel signal skew

If the device is configured by station management to receive concurrently on more than one channel, then the maximum accepted differential delay between two active channels, using the same media type, as measured from the first bit of a receiving Ph-SDU sequence, shall not exceed five nominal bit times. This period may be extended, but not reduced, by station management as given in table 1. The gap extension sequence as given in table 1 shall be defined as four nominal bit times.

20 MDS – MAU interface: Radio medium

NOTE The Medium Attachment Unit (MAU) is an optionally separate part of a communication element which connects to the medium directly or via passive components. For electrical signalling variants the MAU is the transceiver, which provides level shifting and wave shaping for transmitted and received signals. The MAU interface links the MAU to the MDS. The services are defined as physical signals to facilitate this interface being optionally exposed. Table 48 lists the minimum set of required services at the MDS – MAU interface. See clause 6 for management services. Fieldbus MAU accepts raw bit data for modulation onto the carrier frequency using Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK) modulation techniques.

20.1 Services

If the MDS – MAU interface is exposed it shall support at least the required set of services given in table 48 and specified in 20.2.

Tableau 48 – Services minimaux au niveau de l'interface MDS – MAU

Service	Abréviation	Direction
Nécessaire:		
émission	TxS	Vers MAU
téception	RxS	De MAU
émission autorisée	TxE	Vers MAU
En option:		
bouclage autorisé	LbE	Vers MAU

20.2 Spécifications des services

20.2.1 Emission (TxS)

Le service Émission (TxS) doit transférer la séquence du signal Ph-PDU encodé au travers de l'interface MDS – MAU vers la MAU où la séquence doit être transmise sur le support si Émission Autorisée (TxE) est mis au niveau logique 1 (niveau haut).

20.2.2 Réception (RxS)

Le service Réception (RxS) doit transférer la séquence du signal Ph-PDU encodé ou le silence au travers de l'interface MAU – MDS vers l'entité MDS. Le RxS doit renvoyer un écho du signal émis au travers de TxS en recevant simultanément les émissions du support.

20.2.3 Emission autorisée (TxE)

Le service Emission Autorisée (TxE) doit fournir à une entité MDS la fonction d'autoriser une MAU à émettre. L'état d'autorisation doit être mis au niveau logique 1 (niveau haut) au commencement de l'émission de l'en-tête puis ensuite être mis au niveau logique 0 (niveau bas) après que le dernier bit du délimiteur de fin a été émis.

Si des supports redondants sont utilisés et que la méthode de mise en oeuvre de la redondance est de recevoir sur tous les canaux mais de n'émettre que sur un seul, le canal (câble) qui est couramment utilisé pour l'émission doit alors être sélectionné en mettant son TxE au niveau logique 1 (niveau haut). Tous les canaux qui ne sont pas couramment utilisés pour l'émission doivent être bloqués en mettant le TxE au niveau logique 0 (niveau bas).

20.2.4 Bouclage autorisé (LbE)

Si le service optionnel illustré à la figure 28 de bouclage autorisé est utilisé, il doit bloquer l'étage de sortie final du circuit d'émission de la MAU, raccorder la sortie de l'étage précédent du circuit d'émission de la MAU au circuit de réception de la MAU et déconnecter le circuit de réception de la MAU du support. L'état du Bouclage Autorisé ne doit pas changer pendant que la MAU est en émission ou en réception.

NOTE Il s'agit d'un service de confirmation qui n'a qu'une signification locale et qui fournit à un dispositif une fonction permettant de tester l'intégrité et la fonctionnalité des circuits de la couche physique en excluant le support.

20.3 Caractéristiques du signal

Les caractéristiques de temporisation doivent être compatibles avec celles spécifiées dans les prescriptions de la présente norme pour la MDS concernée.

Si l'interface MDS – MAU est exposée, elle doit fonctionner avec des niveaux de signal tels qu'ils sont indiqués dans le tableau 49. Les deux côtés de l'interface doivent fonctionner avec la même valeur de V_{DD} .

Table 48 – Minimum services at MDS – MAU interface

Service	Abbreviation	Direction
Required:		
Transmit Signal	TxS	To MAU
Receive Signal	RxS	From MAU
Transmit Enable	TxE	To MAU
Optional:		
Loopback Enable	LbE	To MAU

20.2 Service specifications

20.2.1 Transmit Signal (TxS)

The Transmit Signal service (TxS) shall transfer the encoded Ph-PDU signal sequence across the MDS – MAU interface to the MAU, where the sequence shall be transmitted onto the medium if the Transmit Enable (TxE) is set to logic 1 (high level).

20.2.2 Receive Signal (RxS)

The Receive Signal service (RxS) shall transfer the encoded Ph-PDU signal sequence or silence across the MAU – MDS interface to the MDS entity. The RxS shall echo the signal transmitted via TxS by simultaneously receiving the transmissions from the medium.

20.2.3 Transmit Enable (TxE)

The Transmit Enable service (TxE) shall provide an MDS entity with the facility to enable an MAU to transmit. The enable state shall be set to logic 1 (high level) at the commencement of preamble transmission and then set to logic 0 (low level) after the last bit of the end delimiter has been transmitted.

If redundant media are in use and the method of implementing redundancy is to receive on all channels but transmit on only one, then the channel (cable) which is currently used for transmission shall be selected by setting its TxE to logic 1 (high level). All channels which are not currently in use for transmission shall be disabled by setting the TxE to logic 0 (low level).

20.2.4 Loopback Enable (LbE)

If the optional Loopback Enable service shown in figure 28 is used, it shall disable the final output stage of the MAU transmit circuit, connect the output of the previous stage of the MAU transmit circuit to the MAU receive circuit and disconnect the MAU receive circuit from the medium. The state of the Loopback Enable shall not change while the MAU is transmitting or receiving.

NOTE This is confirmation service of local significance only which provides a device with the facility to test the integrity and functionality of the Physical Layer circuitry, excluding the medium.

20.3 Signal characteristics

Timing characteristics shall be compatible with those specified in the requirements of this standard for the relevant MDS.

If the MDS – MAU interface is exposed it shall operate with signal levels as shown in table 49. Both sides of the interface shall operate with the same value of V_{DD} .

Tableau 49 – Niveaux de signal pour une interface MDS – MAU exposée

Symbole	Paramètre	Conditions	Limites	Unités	Remarques
V_{ol}	Tension de sortie maximale au niveau bas	$ I_{sortie} = \pm 100 \mu A$	0,1	V	Voir note 1
		$I_{sortie} = +1,6 \text{ mA}$	0,4	V	
V_{oh}	Tension de sortie minimale au niveau haut	$ I_{sortie} = \pm 100 \mu A$	$V_{DD} - 0,1$	V	Voir note 1
		$I_{sortie} = -0,8 \text{ mA}$	$V_{DD} - 0,8$	V	Voir note 2
V_{il}	Tension d'entrée maximale au niveau bas		$0,2 V_{DD}$	V	
V_{ih}	Tension d'entrée minimale au niveau haut		$0,7 V_{DD}$	V	Voir note 3

NOTE 1 Offre la possibilité de commander deux charges CMOS typiques.

NOTE 2 La compatibilité de l'entrée CMOS avec une sortie TTL nécessite une résistance de «tirage» entre l'entrée du signal et V_{DD} .

NOTE 3 Compatible avec une sortie CMOS pour $3,0 \text{ V} < ou = V_{DD} < ou = 5,5 \text{ V}$. La compatibilité avec une sortie TTL ($4,75 \text{ V} < ou = V_{DD} < ou = 5,25 \text{ V}$) nécessite une résistance de «tirage» entre l'entrée du signal et V_{DD} .

20.4 Mode de communication

Le mode de communication au niveau de cette interface doit permettre l'émission et la réception simultanées.

20.5 Caractéristiques de temporisation

L'interface MDS – MAU doit fonctionner correctement avec un débit de Ph-SDU compris entre 1 kbit/s et 1,1 fois le débit binaire le plus élevé défini pour la MAU.

NOTE Les débits binaires disponibles dans une application sont définis dans la Déclaration de Conformité de la Mise en Oeuvre du Protocole (PICS).

21 Unité de raccordement au support: support radio à faible vitesse

21.1 Débit binaire d'émission

Le débit binaire de la MAU du bus de terrain à support radio doit être de $4\,800 \text{ bit/s} \pm 0,2 \%$ sur une trame ayant une longueur minimale de 24 octets.

NOTE Cela permettra de traiter cinq messages Ph-PDU de 35 octets par seconde, ou trois messages de 75 octets, ce qui est considéré comme étant suffisant pour le domaine d'application du support radio à faible vitesse. La majorité des applications de bus de terrain à support radio dans l'industrie de traitement où un support à faible vitesse et à faible consommation est nécessaire sont uniquement destinées à la surveillance, où 1 message par minute émettant la moyenne, le minimum et le maximum d'une valeur mesurée est suffisant. Même pour des applications de commande, plus de 80 % des boucles dans les industries de traitement peuvent être traitées à raison d'une mise à jour par seconde ou moins. Les usines ayant des vitesses supérieures et les lignes de courte distance des applications de traitement sur site seront traitées dans les supports radio à plus grande vitesse.

21.2 Spécifications du réseau

NOTE Le réseau doit être composé de combinaisons des types de matériels suivants.

- Câble
- Modules répéteurs radio composés de dispositifs avec une couche physique à support radio
- Barrières de sécurité intrinsèque
- Coupleurs
- Dispositifs (peuvent ou non être alimentés par le réseau)
- Connecteurs
- Alimentations
- Alimentations/dispositifs combinés
- Antennes
- Terminaisons

Table 49 – Signal levels for an exposed MDS – MAU interface

Symbol	Parameter	Conditions	Limits	Units	Remarks
V_{ol}	Maximum low-level output voltage	$ I_{out} = \pm 100 \mu A$	0,1	V	See note 1
		$I_{out} = +1,6 \text{ mA}$	0,4	V	
V_{oh}	Minimum high-level output voltage	$ I_{out} = \pm 100 \mu A$	$V_{DD} - 0,1$	V	See note 1
		$I_{out} = -0,8 \text{ mA}$	$V_{DD} - 0,8$	V	See note 2
V_{il}	Maximum low-level input voltage		$0,2 V_{DD}$	V	
V_{ih}	Minimum high-level input voltage		$0,7 V_{DD}$	V	See note 3

NOTE 1 Provides the capability to drive two typical CMOS loads.

NOTE 2 CMOS input compatibility with TTL output requires a "pull-up" resistor from signal input to V_{DD} .

NOTE 3 Compatible with CMOS output for $3,0 \text{ V} < \text{or} = V_{DD} < \text{or} = 5,5 \text{ V}$. Compatibility with TTL output ($4,75 \text{ V} < \text{or} = V_{DD} < \text{or} = 5,25 \text{ V}$) requires a "pull-up" resistor from signal input to V_{DD} .

20.4 Communication mode

The communication mode at this interface shall allow simultaneous transmission and reception.

20.5 Timing characteristics

The MDS – MAU interface shall function correctly with a Ph-SDU throughput of between 1 kbit/s and 1,1 times the highest stated MAU bit rate.

NOTE The bit rates available in an implementation are stated in the Protocol Implementation Conformance Statement (PICS).

21 Medium Attachment Unit: Low speed radio medium

21.1 Transmitted bit rate

The radio medium Fieldbus MAU transmitted Bit rate shall be $4\,800 \text{ bit/s} \pm 0,2 \%$ over a frame having a minimum length of 24 octets.

NOTE This will allow five Ph-PDU messages of 35 octets per second to be handled, or three messages of 75 octets which is considered sufficient for the application area of the low speed radio medium. Most radio fieldbus applications in the process industries where the low speed, low power medium is required, are for monitoring only, where 1 message per minute sending the average, minimum and maximum of a measured value is sufficient. Even for control applications, more than 80 % of loops in the process industries can be handled at 1 update per second or slower. Higher speed factory and short distance line of site process applications will be handled by the higher speed radio media.

21.2 Network specification

NOTE The network shall be composed of combinations of the following types of hardware.

- Cable
- Radio transponder modules composed of devices with a radio medium Physical Layer
- Intrinsic safety barriers
- Couplers
- Devices (may or may not be powered from the network)
- Connectors
- Power supplies
- Combined power supplies/devices
- Antennas
- Terminators

21.2.1 Topologies proposées

La MAU du bus de terrain à support radio doit fonctionner dans un réseau utilisant un canal radio unique pour chaque réseau. Chaque réseau doit être capable de fonctionner comme un bus de terrain séparé ou comme un segment radio entre deux segments physiques séparés d'un bus de terrain filaire.

21.2.2 Règles de configuration du réseau

Une MAU radio à faible vitesse est nécessaire pour la conformité aux prescriptions de cette partie de la CEI 61158 lorsqu'elle est utilisée dans un réseau conforme à ces règles.

Règle 1: Le retard de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 20 durées binaires nominales.

Règle 2: La partie du temps de rotation d'un dispositif qui est provoquée par une entité Couche Physique entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise, contenant une réponse associée immédiate, ne doit pas excéder cinq durées binaires.

Règle 3: Les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes mis en oeuvre avec des supports redondants:

- a) chaque canal (fréquence) doit être conforme aux règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de segment non redondant entre deux segments redondants;
- c) les répéteurs doivent également être redondants;
- d) si le système est configuré (par la gestion de la station) pour émettre sur plus d'un canal simultanément, alors la différence de temps de propagation entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder cinq durées binaires;
- e) les numéros des canaux doivent être maintenus au travers du bus de terrain, c'est-à-dire que le canal 1,2,3... de la gestion de la station doit toujours être raccordé aux canaux physiques 1,2,3...

Règle 4: Tous les éléments de communication d'un bus de terrain utilisant un support radio doivent fonctionner au même débit binaire et utiliser le même canal radio.

NOTE 1 Cette règle définit la communication de base comme étant semi-duplex. Un seul canal doit être utilisé pour un bus de terrain du type radio unique avec tous les dispositifs utilisant le canal radio unique et un seul dispositif émettant à un moment donné, (toutefois tous les dispositifs peuvent recevoir au même moment) tel que cela est contrôlé par la couche de liaison.

Règle 5: Plus d'un bus de terrain à support radio indépendant peut fonctionner sur le même site physique, mais chaque réseau séparé doit alors fonctionner sur un canal radio différent.

Règle 6: Un canal radio spécifique de bus de terrain à support radio doit définir une zone géographique (ou «CELLULE») sur laquelle fonctionnera ce réseau et aucun autre réseau utilisant le même canal radio ne doit fonctionner dans cette cellule. Les réseaux dans les cellules voisines doivent utiliser des canaux radio différents et il doit être possible de mettre en oeuvre des réseaux dans des cellules non voisines en utilisant la même fréquence. Les cellules non voisines utilisant des récepteurs de classe 1 dont les centres géographiques sont éloignés de moins de 40 m l'un de l'autre doivent utiliser des canaux radio différents. Les cellules non voisines utilisant des récepteurs de classe 2 dont les centres géographiques sont à moins de 400 m l'un de l'autre doivent utiliser des canaux radio différents. Les cellules non voisines utilisant des récepteurs de classe 3 dont les centres géographiques sont à moins de 4 000 m l'un de l'autre doivent utiliser des canaux radio différents.

NOTE 2 Voir la figure 45 pour la structure cellulaire utilisant des réseaux de bus de terrain à support radio couvrant un grand site industriel. Des exemples de topologies sont donnés dans les figures 46 et 47. Ces trois figures sont incluses dans un but explicatif et n'impliquent pas une mise en oeuvre particulière.

21.2.1 Topologies provided

The radio medium Fieldbus MAU shall operate in a network using a single radio channel for each network. Each network shall be capable of operating as a separate Fieldbus or as a radio segment between two physically separate segments of a wired Fieldbus.

21.2.2 Network configuration rules

A low speed radio MAU shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when used in a network which complies with these rules.

Rule 1: The maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 20 nominal bit times.

Rule 2: That part of the turnaround time of a device which is introduced by a Physical Layer entity between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame, containing an associated immediate response, shall not exceed five bit times.

Rule 3: The following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel (frequency) shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment between two redundant segments;
- c) repeaters shall also be redundant;
- d) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously, then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;
- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channel 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...

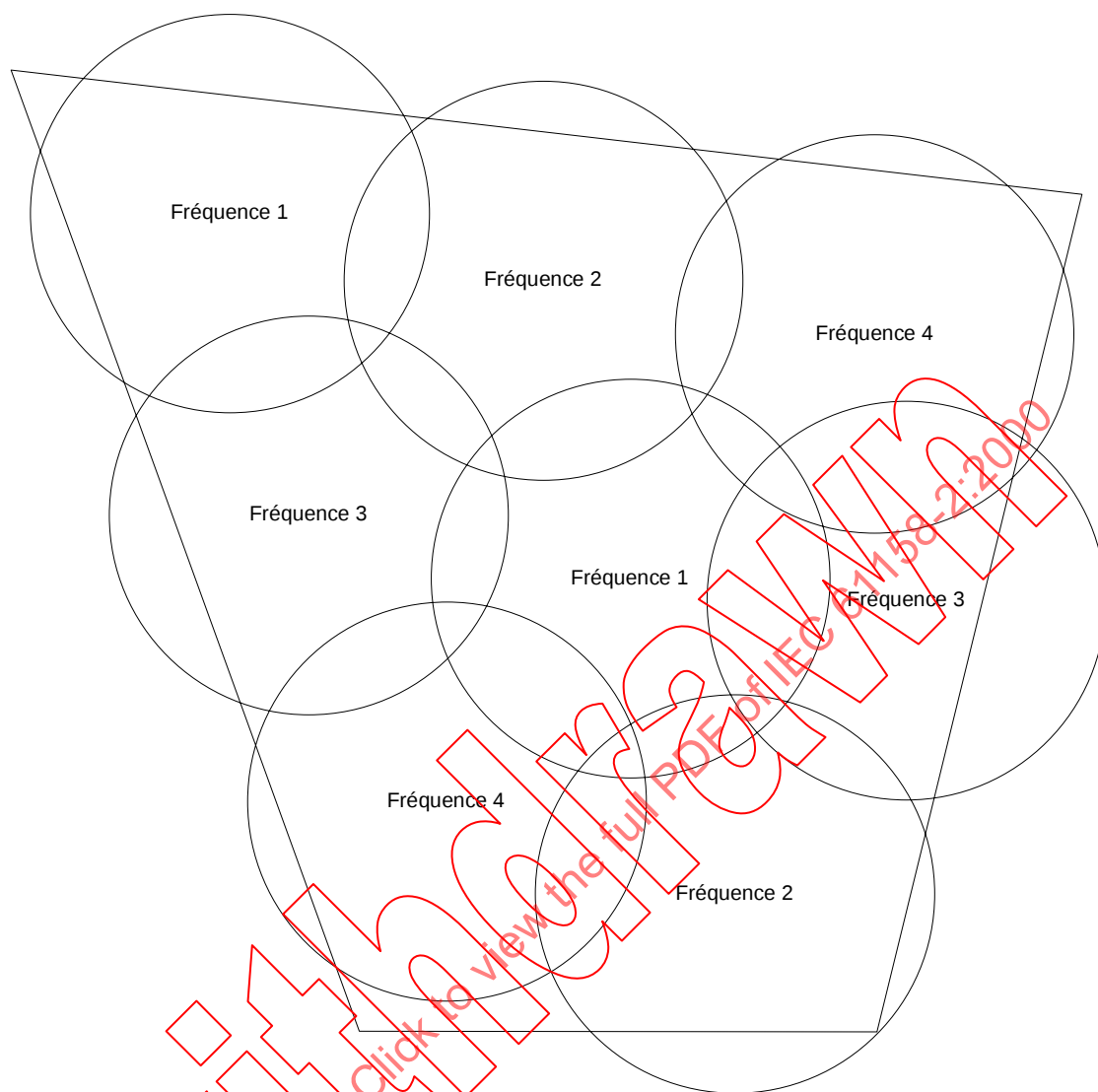
Rule 4: All communicating elements on one Fieldbus using radio medium shall operate at the same bit rate and use the same radio channel.

NOTE 1 This rule defines the basic communication as half duplex. Only one channel shall be used for a single radio Fieldbus with all devices using the single radio channel and only one device transmitting at any one time, (however all devices can receive at the same time) as controlled by the link layer.

Rule 5: More than one independent radio medium fieldbus may operate in the same physical location, but then each separate network shall operate on a different radio channel.

Rule 6: A specific radio medium Fieldbus radio channel shall define a geographical area (or "CELL") over which that network will operate and no other network using the same radio channel shall operate in that cell. Networks in adjacent cells shall use different radio channels and it shall be possible to implement networks in non-adjacent cells using the same frequency. Non adjacent cells using class 1 receivers whose geographic centres are less than 40 m apart shall use different radio channels. Non adjacent cells using class 2 receivers whose geographic centres are less than 400 m apart shall use different radio channels. Non adjacent cells using class 3 receivers whose geographic centres are less than 4 000 m apart shall use different radio channels.

NOTE 2 See figure 45 for the cellular structure using radio medium Fieldbus networks covering a large industrial site. Examples of the topologies are given in figures 46 and 47. These three figures are included for explanatory purposes and do not imply a particular implementation.

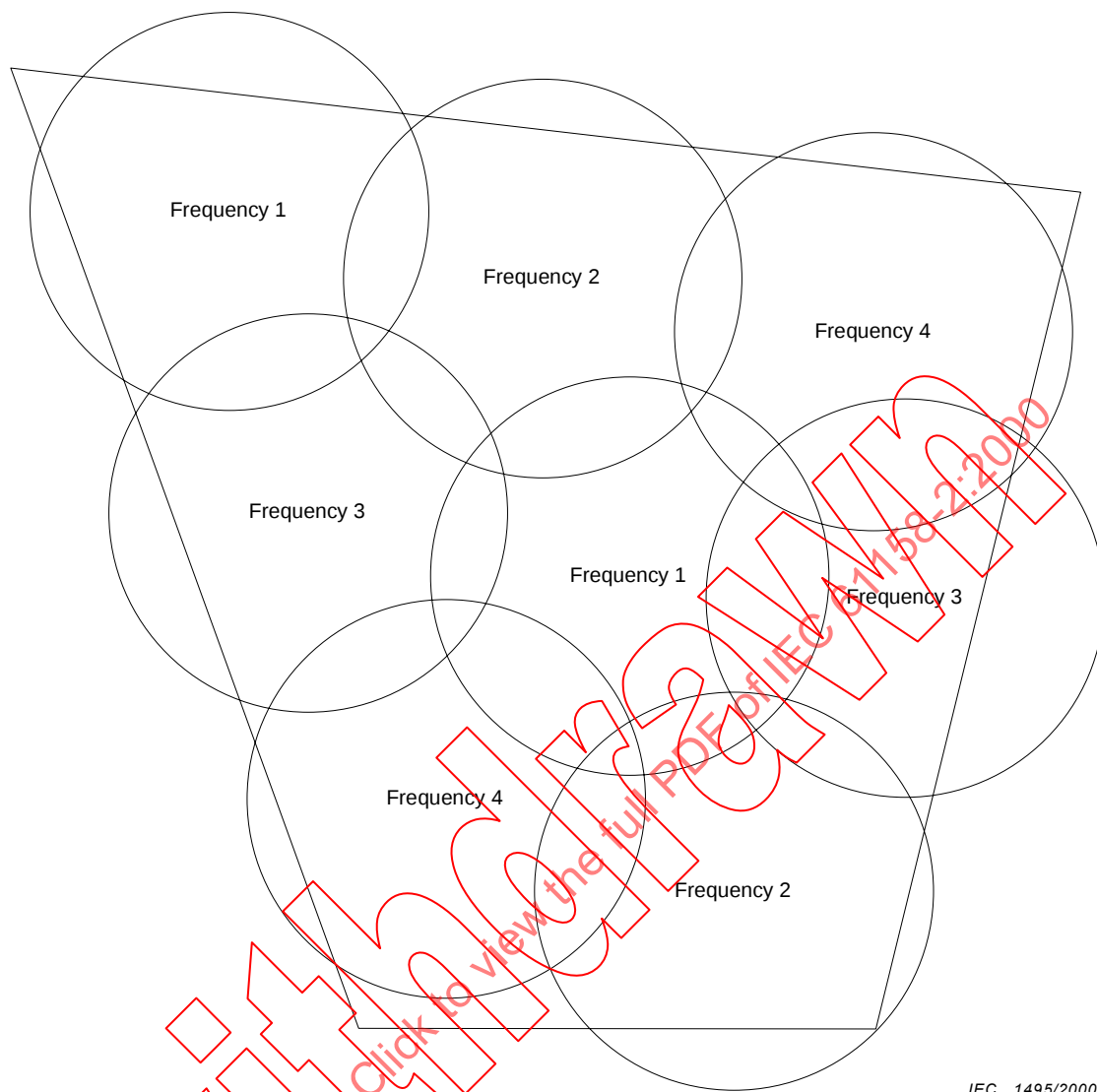


IEC 1495/2000

Figure 45 – Topologie des cellules radio et réutilisation des fréquences

NOTE 3 Le nombre et les fréquences des canaux disponibles dépend de l'attribution des fréquences dans chaque pays et, au sein de ce pays, l'utilisation du spectre radioélectrique dans la localité de l'installation spécifique. Du fait de l'utilisation historique du spectre radioélectrique, il ne sera pas possible d'harmoniser les fréquences internationales de l'application bus de terrain pendant un certain temps, notamment aux fréquences basses nécessaires pour des raisons techniques dans les industries de traitement. En conséquence, il n'est pas possible de spécifier les canaux radio dans la présente norme. Il convient que les réalisateurs contactent leur autorité locale qui réglemente la radio afin d'obtenir une copie de la documentation concernée traitant de la disponibilité des canaux et des spécifications d'usage de ces canaux.

NOTE 4 La présente norme ne définit pas la façon dont est générée, modifiée ou transmise la porteuse, car celle-ci sera spécifique à l'application en fonction de la portée, des exigences en matière d'alimentation et des réglementations locales. La couche de gestion du réseau peut inclure en option un service permettant de lire et de définir la fréquence porteuse en mégahertz jusqu'à trois chiffres après la virgule.

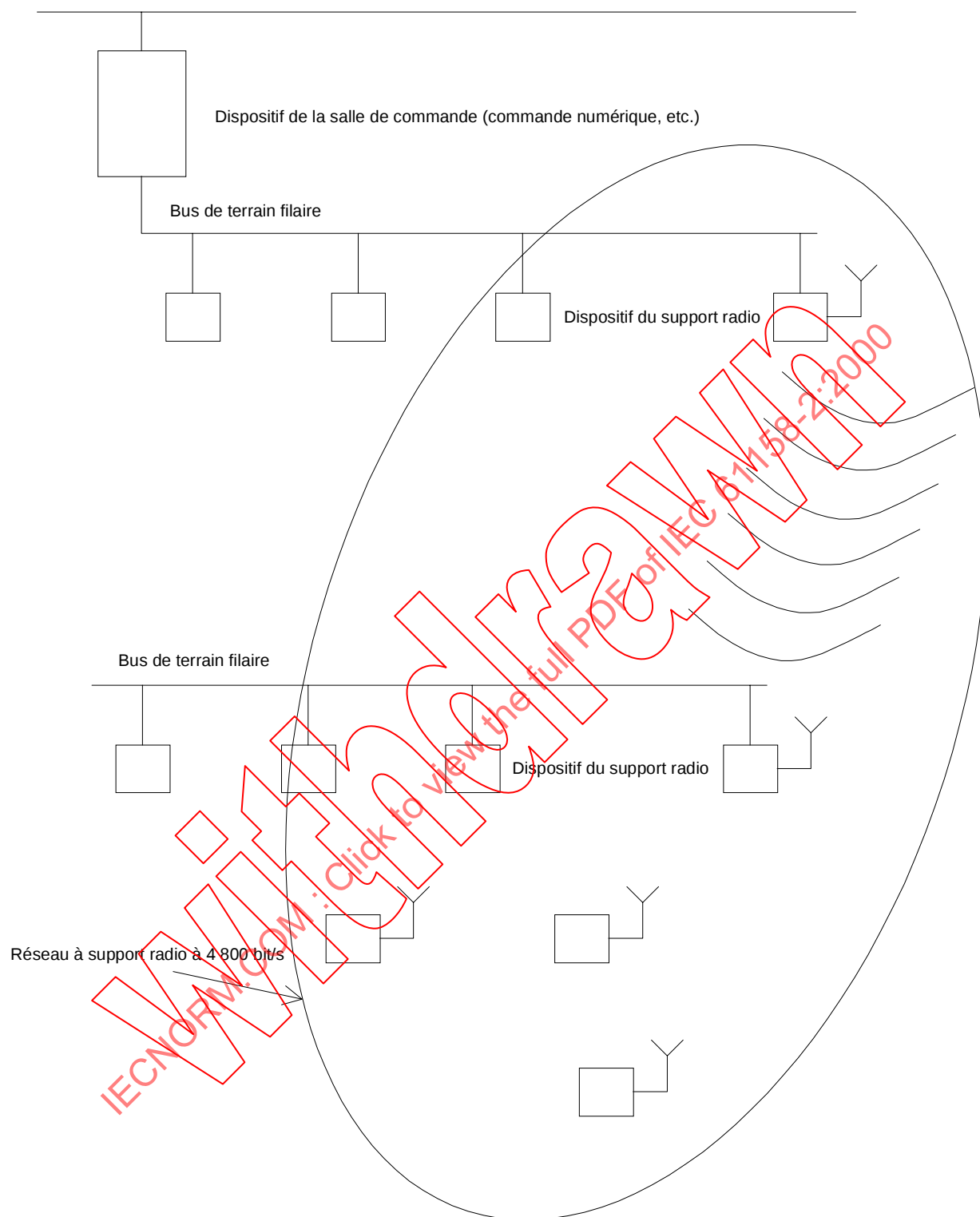


IEC 1495/2000

Figure 45 – Cellular radio topology and reuse of frequencies

NOTE 3 The number and frequencies of channels available depend on the frequency allocations in each country and within that country the use of the radio spectrum in the locality of the specific installation. Due to historic use of radio spectrum it will not be possible to harmonise international frequencies for Fieldbus use for some time, especially at the lower frequencies needed for technical reasons in the process industries; therefore, it is not possible to specify the radio channels in this standard. Implementers should contact their local radio regulatory body for a copy of the relevant documentation covering channel availability and specifications for the use of those channels.

NOTE 4 This standard does not define how the carrier is generated, changed or communicated, as this will be application-specific, depending on range, power supply requirements and local regulations. The network management layer may optionally include a service to read and or set the carrier frequency in megahertz to three places after the decimal point.



IEC 1496/2000

Figure 46 – Topologie des segments radio entre des segments filaires

NOTE 5 Il convient que la conception du réseau prenne en compte les différentes vitesses auxquelles les dispositifs du bus de terrain à support radio à faible vitesse et les dispositifs du bus de terrain à autre support fonctionnent dans une application particulière.

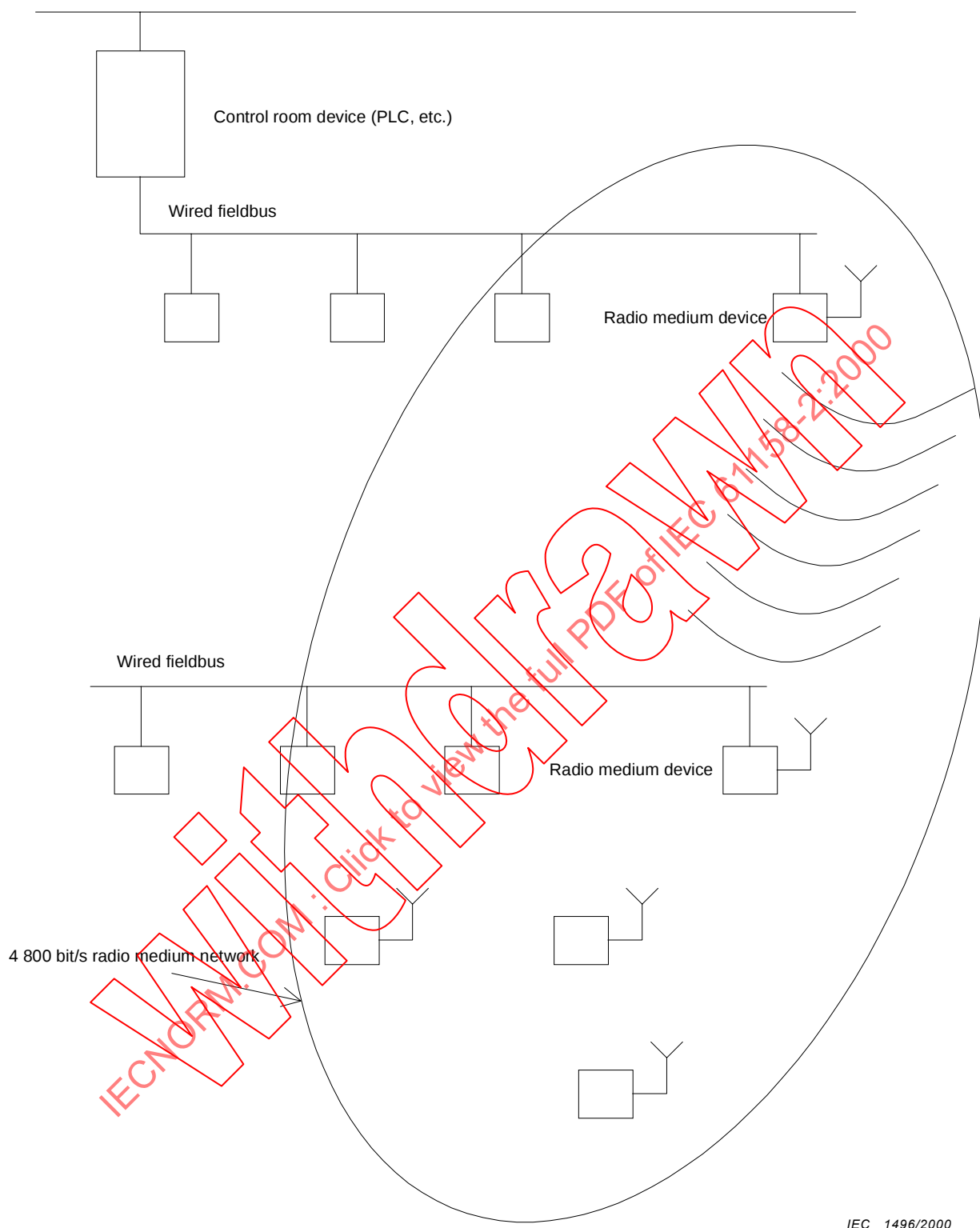
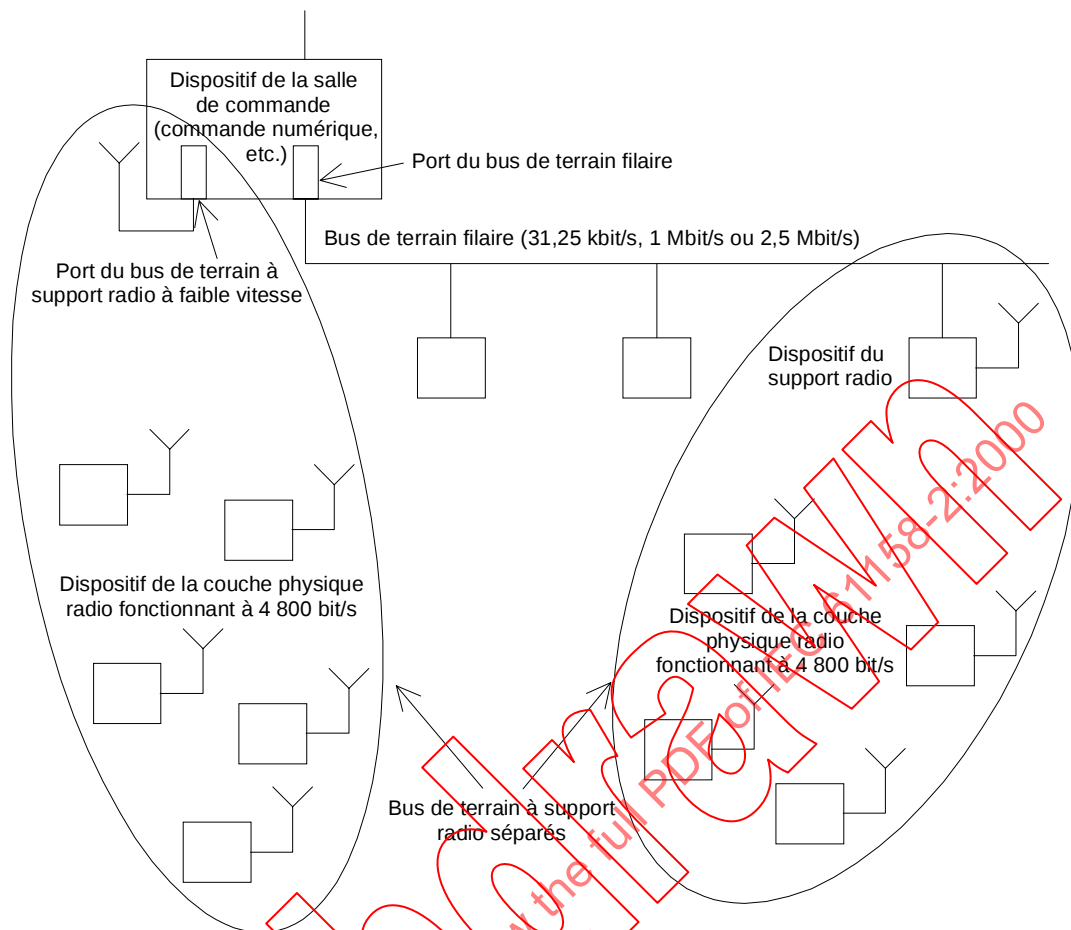


Figure 46 – Radio segment between wired segments topology

NOTE 5 Network design should take into account the different speed at which the low speed radio medium Fieldbus devices and other medium Fieldbus devices are operating in a particular implementation.



IEC 1497/2000

Figure 47 – Topologie combinée de bus de terrain à support radio et filaires

Règle 7: Il doit être possible d'utiliser des répéteurs de radiocommunication pour étendre la portée d'une installation spécifique, sous réserve que le temps de propagation global entre deux dispositifs de part et d'autre d'une chaîne de répéteurs n'excède pas 20 durées binaires. Ces répéteurs utiliseront des canaux ayant des fréquences différentes.

21.3 Antennes

La MAU du bus de terrain à support radio doit pouvoir être raccordée à une antenne combinée unique servant à la fois à l'émetteur et au récepteur.

NOTE Il est possible d'utiliser tout type d'antenne conforme à la réglementation locale en vigueur sur toute installation. Cela inclut les antennes directionnelles, les antennes distantes, les antennes montées sur mât. La réglementation locale peut définir une limite supérieure pour la Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente (PIRE) dans toute direction dans laquelle celle-ci risque d'être dépassée en cas d'utilisation d'antennes directionnelles. Une antenne peut être partagée par plus d'un dispositif ou service sous réserve qu'elle soit capable de traiter les deux fréquences de façon appropriée.

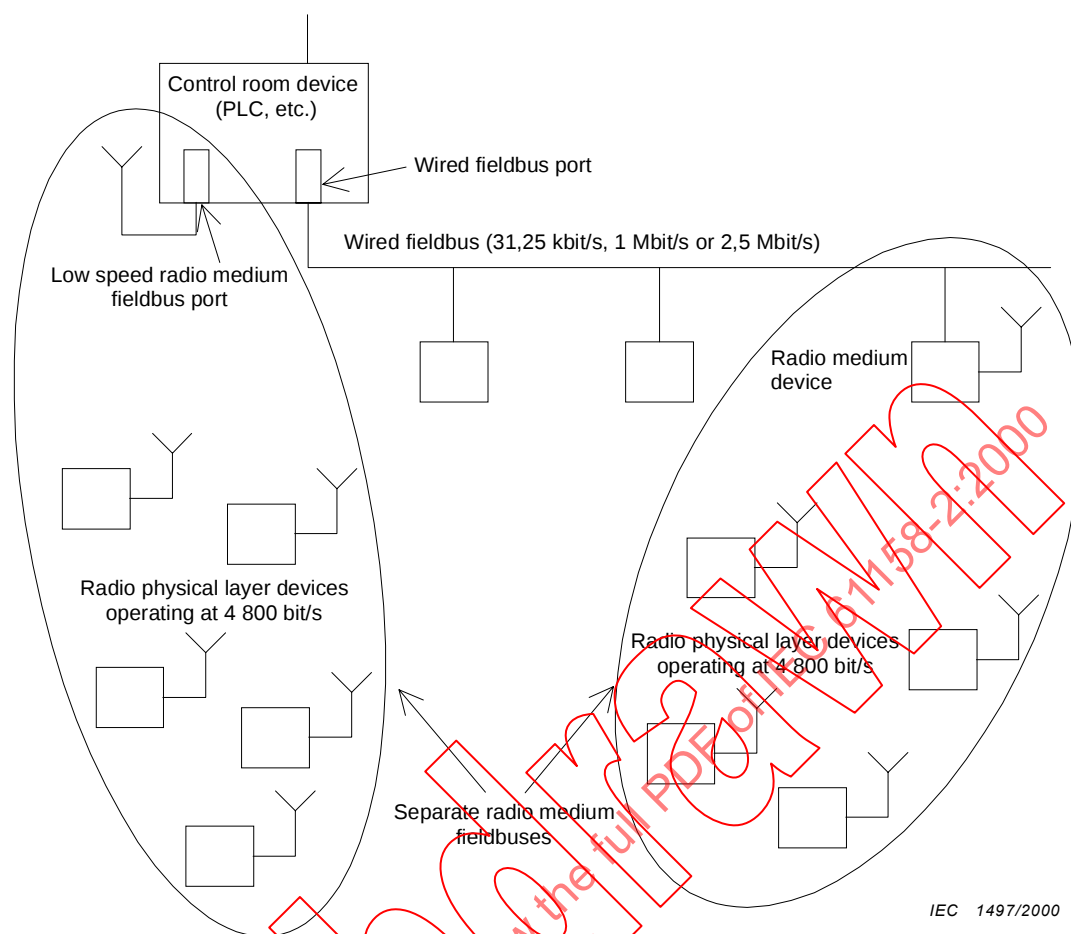


Figure 47 – Mixed wired and radio medium fieldbus topology

Rule 7: It shall be possible to use radio repeaters to extend the range of a specific installation, providing that the overall propagation time between any two devices on either side of a chain of repeaters does not exceed 20 bit times. These repeaters will use different frequency channels.

21.3 Antennas

The radio medium Fieldbus MAU shall be suitable for use with a single combined antenna connection for both the receiver and transmitter.

NOTE Any type of antenna can be used subject to the local radio regulations in force at any one installation. This includes directional antennas, remote, mast mounted antennas. The local regulations may set an upper limit to the Effective Radiated Power (ERP) in any one direction which may be violated if directional antennas are used. An antenna may be shared by more than one device or service providing it will handle both frequencies adequately.

21.4 Inhibition du dialogue

La MAU doit contenir une possibilité d'interruption automatique pour empêcher les signaux émis d'atteindre le support. Le matériel au sein de la MAU (sans message externe autre que la détection des signaux de sortie ou de la perditance au travers de la fonction d'émission) doit fournir une fenêtre de 2 s à 4 s pendant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame dépasse cette durée, la fonction d'inhibition du dialogue doit empêcher les signaux de sortie supplémentaires d'atteindre le support et doit désactiver l'écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour indiquer la détection du dialogue à la MDS.

La MAU doit réinitialiser la fonction d'interruption automatique après une période de $50 \text{ s} \pm 50 \%$.

NOTE Cela inhibe le trafic du bus pendant un maximum de 8 % ($< \text{ou} = 1/12,5$) du temps disponible.

21.5 Interface aérienne commune

21.5.1 Fréquences des canaux

Les fréquences porteuses des canaux devant être utilisées pour le bus de terrain à support radio doivent être définies par les réglementations et les documents d'homologation du pays d'utilisation de l'application spécifique et, en conséquence, ne font pas partie de la présente norme mais pourraient être rajoutées en annexe dans un rapport technique pour des pays spécifiques.

NOTE Ce rapport technique contiendrait les spécifications des canaux utilisables au Royaume Uni.

Les largeurs de bande des canaux doivent être de 12,5 kHz, même lorsque les réglementations locales sur la radiocommunication permettent une largeur de bande supérieure. Le nombre de canaux doit être déterminé par les réglementations locales, et lorsque celles-ci spécifient des largeurs de bande attribuables d'un multiple entier de 12,5 kHz, il est alors possible d'utiliser des canaux spéciaux pour le bus de terrain à support radio en divisant les canaux autorisables.

La précision de la fréquence des canaux sera telle qu'elle est spécifiée par les réglementations locales sur la radiocommunication ou auront une variation inférieure ou égale $\pm 0,001 \%$ de la fréquence centrale nominale entre cette fréquence et la fréquence centrale réelle dans les plages de tensions d'alimentation et de températures de l'application, la précision la plus grande devant être retenue. Un contrôle automatique de la fréquence peut être utilisé sur le récepteur.

21.5.2 Modulation

La modulation employée doit être la Modulation par Déphasage Minimum à deux niveaux formée par un filtre Gaussien (MDMG) avec une constante de filtrage B_n de $0,41 \pm 0,2 \%$ où B_n = largeur de bande du filtre multipliée par la durée du symbole. Avec un B_n de 0,41, la forme d'onde filtrée d'un symbole est étalée sur 2,439 durées de symbole, voir figure 48.

21.4 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 2 s and 4 s during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of $50 \text{ s} \pm 50 \%$.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 8 % ($< \text{or} = 1/12,5$) of the available time.

21.5 Common air interface

21.5.1 Channel frequencies

Channel carrier frequencies to be used for the radio medium Fieldbus shall be defined by the regulations and type approval documents of the country of final end use of specific implementations and are therefore not part of this standard, but could be added as appendices in a technical report for specific countries.

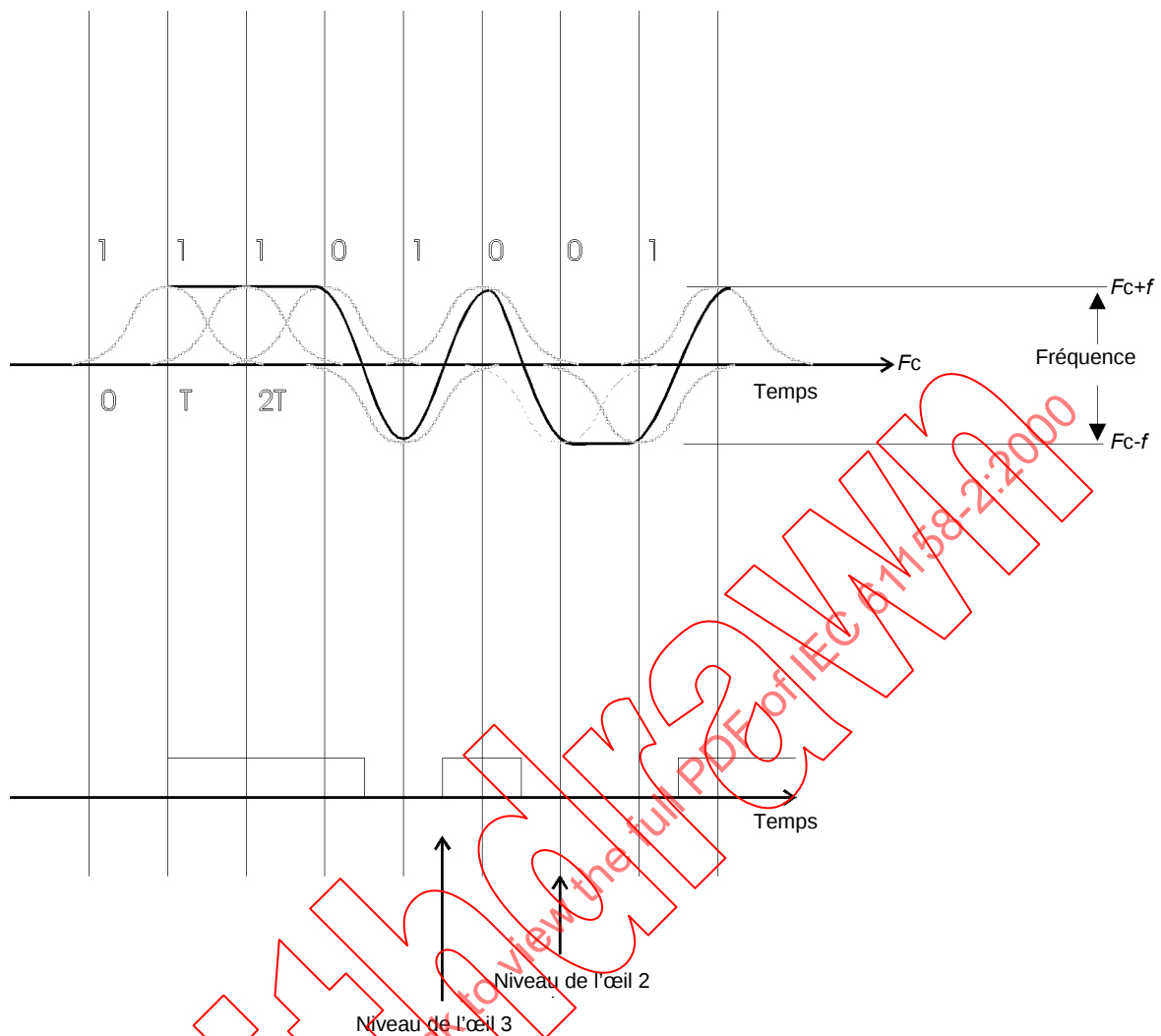
NOTE This technical report should contain the channel specifications for use in the United Kingdom.

Channel bandwidths shall be 12,5 kHz, even where local radio regulations allow a greater bandwidth. The number of channels shall be determined by the local regulations, and where these specify allowable bandwidths of an integral multiple of 12,5 kHz then extra radio medium Fieldbus channels may be used by subdividing the allowable channels.

Channel frequency accuracy will be as specified by the local radio regulations or giving a delta of less than or equal to $\pm 0,001 \%$ of the nominal centre frequency between this frequency and the actual centre frequency over the supply voltage and temperature ranges of the implementation, whichever is the greater accuracy. Automatic frequency control may be used at the receiver.

21.5.2 Modulation

The modulation employed shall be 2-level Minimum Frequency Shift Keying shaped by a Gaussian filter (GMSK) with a filter constant B_n of $0,41 \pm 0,2 \%$ where B_n = bandwidth of the filter multiplied by the symbol time. With a B_n of 0,41 the filtered wave form of one symbol is spread over 2,439 symbol times, see figure 48.

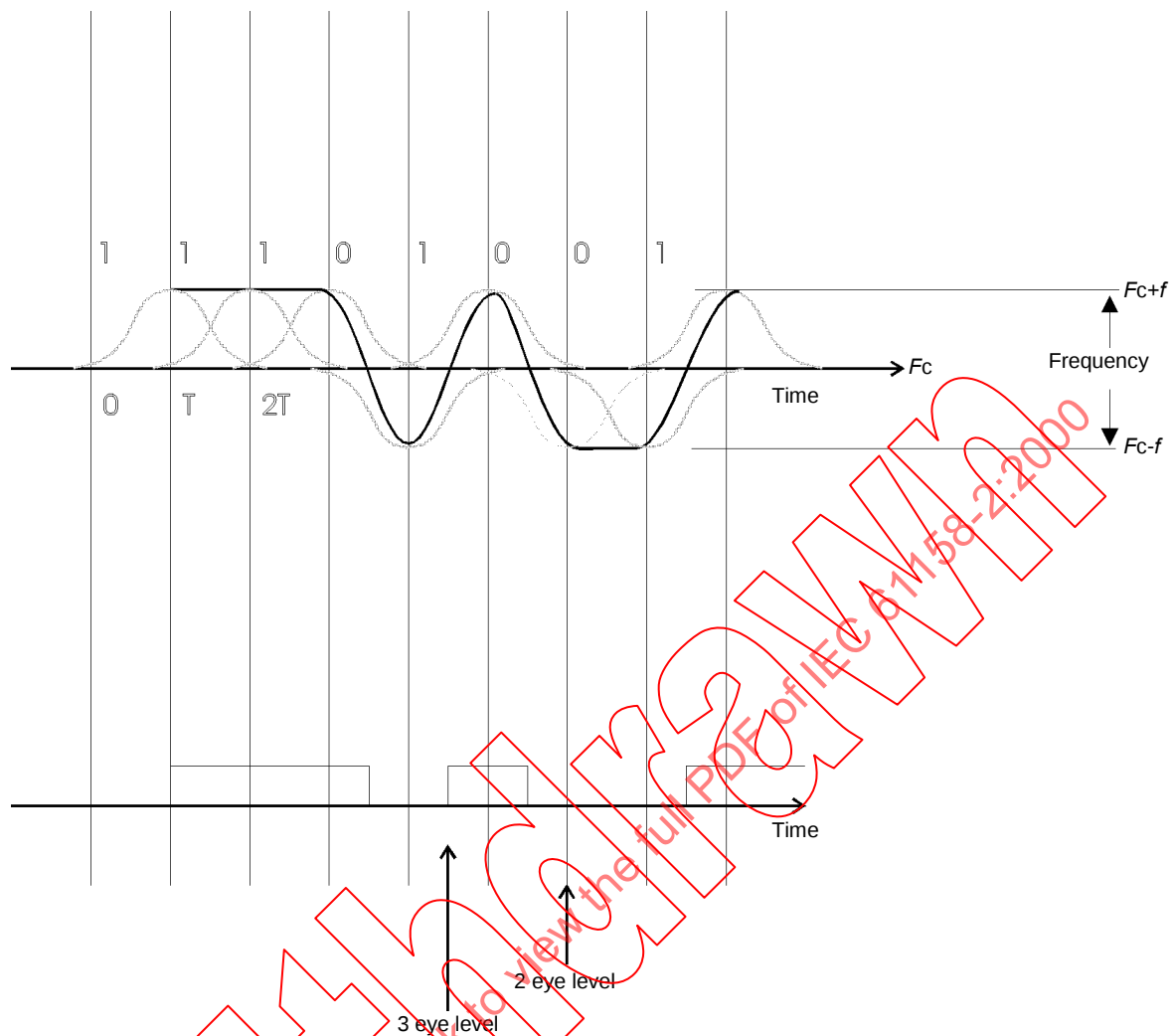


IEC 1498/2000

Figure 48 – Modulation par Déphasage Minimum avec filtrage gaussien avec $B_n=0,41$

Un 1 binaire doit être encodé à une fréquence supérieure à la fréquence porteuse ($F_c + f$); un 0 binaire doit être encodé à une fréquence inférieure à la fréquence porteuse ($F_c - f$), où f est le débit binaire divisé par quatre.

NOTE 1 L'enveloppe RF est illustrée à la figure 49.



IEC 1498/2000

Figure 48 – Gaussian Minimum Shift Keying modulation with $B_n = 0,41$

A binary 1 shall be encoded as a frequency higher than the carrier frequency ($F_c + f$); a binary 0 shall be encoded as a frequency lower than the carrier frequency ($F_c - f$), where f is the bit rate divided by four.

NOTE 1 The RF envelope is shown in figure 49.

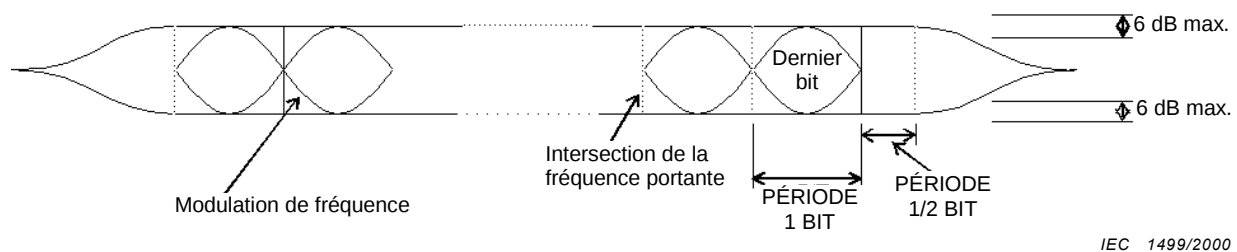


Figure 49 – Enveloppe radio utilisant GMSK

NOTE 2 Le décalage en fréquence pour la modulation par déphasage minimal est défini comme étant $1/4 \cdot T$ où T est la durée binaire ou la durée d'un symbole pour un système de signalisation binaire.

L'amplitude de l'enveloppe RF doit se trouver à moins de 3 dB de l'enveloppe finale au débit du premier bit émis.

21.5.3 Caractéristiques de l'émetteur

Celles-ci doivent dépendre de la réglementation locale et des spécifications d'homologation en vigueur dans le pays d'utilisation. Il doit être possible de régler la puissance isotrope rayonnée équivalente de l'antenne sur le maximum autorisé par les réglementations locales.

NOTE Cela est nécessaire pour assurer qu'un dispositif radioélectrique voisin, similaire ou non, mais fonctionnant aux fréquences de la réglementation locale ou à une fréquence proche à la puissance maximale autorisée ne couvre pas un signal de puissance inférieure d'un dispositif de bus de terrain.

21.5.4 Performances du récepteur

NOTE 1 La prescription de la sensibilité du récepteur dépendra de la réglementation locale pour toute installation; la présente spécification contient cependant la prescription minimale.

Un récepteur dans un dispositif conforme à la présente norme doit être conforme à l'une des classes suivantes de performance du récepteur.

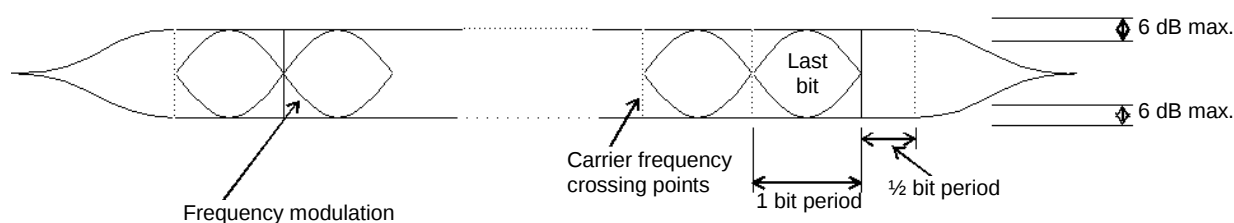
NOTE 2 Ces classes garantissent que les constructeurs fournissent aux utilisateurs une indication claire de l'usage possible d'un dispositif particulier ou d'un jeu de dispositifs pour une application spécifique.

NOTE 3 Ce paragraphe traite des performances du sous-système récepteur radio uniquement face aux interférences radioélectriques typiques présentées au travers de l'étage d'entrée du récepteur. Il ne traite pas de la performance relative à la CEM du dispositif complet du bus de terrain.

Classe 1

On doit utiliser une configuration d'essai composée d'une ligne de portée de 40 m entre l'émetteur et le récepteur. La Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente (PIRE) de l'antenne de l'émetteur doit être réglée sur le maximum autorisé par la réglementation locale, pour le canal utilisé et un affaiblissement total de 20 dB doit être réglé entre l'antenne du récepteur et le connecteur d'antenne du récepteur.

- a) Avec cette configuration, un élément de communication fonctionnant avec des trames contenant 32 bits de données utilisateur aléatoires avec un débit de trame maximal ne doit pas produire plus de 10 erreurs détectées dans 1 000 trames après la correction directe d'erreurs par la MDS du support radio, et ce sous les environnements de bruit suivants imposés au canal.



IEC 1499/2000

Figure 49 – Radio envelope using GMSK

NOTE 2 The frequency shift for minimum shift keying is defined as $1/4 \cdot T$ where T is the bit time or symbol time for a binary signalling system.

The amplitude of the RF envelope shall be within 3 dB of the final envelope at the start of the first bit being transmitted.

21.5.3 Transmitter characteristics

These shall depend on the local regulations and type approval specifications in force in the country of end use. It shall be possible to set the effective radiated power from the antenna to the maximum allowable under the local regulations.

NOTE This is required to ensure that a nearby radio device whether similar or not but operating under the local radio frequency regulations on a nearby frequency at maximum power allowed does not swamp a lower power signal from a fieldbus device.

21.5.4 Receiver performance

NOTE 1 The receiver sensitivity requirement will depend on the local radio regulations for any one installation, however, this specification contains the minimum requirement.

A receiver in a device adhering to this standard shall conform with one of the following classes of receiver performance.

NOTE 2 These classes ensure that vendors give the users a clear indication of the applicability of a particular device or set of devices to a specific application.

NOTE 3 This subclause covers performance of the radio receiver subsystem only in the face of typical radio interference imposed via the receiver input stage. It does not cover EMC related performance of the complete fieldbus device.

Class 1

A test set-up shall be used consisting of a 40 m line of site range from transmitter to receiver. The Effective Radiated Power (ERP) from the transmitter antenna shall be set at the maximum allowed in the local regulations, for the channel in use and a 20 dB loss total shall be set in the receiving antenna to the receiver's antenna connector.

- a) With this set-up, a communication element operating with frames containing 32 random user data bits with maximum frame rate, shall produce no more than 10 detected errors in 1 000 frames after forward error correction by the radio medium MDS, under the following noise environments imposed on the channel.

- 1) Champ électromagnétique de 10V/m tel qu'il est spécifié dans la CEI 61000-4-3 avec un indice de sévérité de 3, mais pas avec une fréquence se trouvant à moins de 25 kHz de la fréquence centrale du canal du réseau du bus de terrain à support radio soumis aux essais.
- 2) Transitoires électriques rapides telles qu'elles sont spécifiées dans la CEI 61000-4-4 avec un indice de sévérité de 3.

La spécification ci-dessus du taux d'erreurs doit également être satisfaite après, mais pas pendant, les environnements de bruit suivants:

- i) décharge électrostatique de 8 kV aux parties métalliques apparentes de la façon spécifiée dans la CEI 61000-4-2 avec un indice de sévérité de 3. Si le dispositif subit une perte provisoire de fonctionnalité en raison de cet essai, il doit retrouver toute sa fonctionnalité sans intervention de l'opérateur en moins de 3 s après la fin de cet essai;
 - ii) essai de perturbation à haute fréquence tel qu'il est spécifié dans la CEI 60255-22-1, tension d'essai classe III (valeurs de crête 2,5 kV et 1 kV du premier demi-cycle, respectivement en mode longitudinal et transversal).
- b) Avec la même configuration d'essai, un élément de communication fonctionnant avec des trames contenant 32 bits de données utilisateur aléatoires avec un débit de trame maximal ne doit pas produire plus de 10 erreurs détectées dans 60 000 trames sous la condition suivante: avec la correction directe d'erreurs (si appliquée par la MDS du support radio), lorsqu'un signal d'onde porteuse interférente non modulée, ou modulée de façon asynchrone, est appliqué à toute fréquence comprise à l'intérieur des plages et avec les intensités de champ correspondantes telles qu'elles sont indiquées dans le tableau 50.

Classe 2

On doit utiliser une configuration d'essai composée d'une ligne de portée de 400 m entre l'émetteur et le récepteur. La Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente (PIRE) de l'antenne de l'émetteur doit être réglée sur le maximum autorisé par la réglementation locale, pour le canal utilisé et un affaiblissement total de 20 dB doit être réglé entre l'antenne du récepteur et le connecteur d'antenne du récepteur.

- a) Avec cette configuration, un élément de communication fonctionnant avec des trames contenant 32 bits de données utilisateur aléatoires avec un débit de trame maximal ne doit pas produire plus de 10 erreurs détectées dans 1 000 trames après la correction directe d'erreurs par la MDS du support radio, et ce sous les environnements de bruit suivants imposés au canal.
 - 1) Champ électromagnétique de 10 V/m tel qu'il est spécifié dans la CEI 61000-4-3 avec un indice de sévérité de 3, mais pas avec une fréquence se trouvant à moins de 25 kHz de la fréquence centrale du canal du réseau du bus de terrain à support radio soumis aux essais.
 - 2) Transitoires électriques rapides telles qu'elles sont spécifiées dans la CEI 61000-4-4 avec un indice de sévérité de 3.

La spécification ci-dessous du taux d'erreurs doit également être satisfaite après, mais pas pendant, les environnements de bruit suivants:

- i) décharge électrostatique de 8 kV aux parties métalliques apparentes de la façon spécifiée dans la CEI 61000-4-2 avec un indice de sévérité de 3. Si le dispositif subit une perte provisoire de fonctionnalité en raison de cet essai, il doit retrouver toute sa fonctionnalité sans intervention de l'opérateur en moins de 3 s après la fin de cet essai;
- ii) essai de perturbation à haute fréquence tel qu'il est spécifié dans la CEI 60255-22-1, tension d'essai classe III (valeurs de crête 2,5 kV et 1 kV du premier demi-cycle, respectivement en mode longitudinal et transversal).

- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3, but not with a frequency which is within 25 kHz of the centre channel frequency of the radio medium Fieldbus network under test.
- 2) Electrical fast transients as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specification shall also be satisfied after, but not during the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
 - ii) high frequency disturbance test as specified in IEC 60255-22-1, test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half cycle in longitude and traverse mode respectively).
- b) With the same test set-up, a communication element operating with frames containing 32 random user data bits with maximum frame rate, shall produce no more than 10 detected errors in 60 000 frames under the following condition: with forward error correction (if applied by the radio medium MDS), when an unmodulated, or asynchronously modulated, interfering carrier wave signal at any frequencies within the ranges and at the corresponding field strengths as shown in table 50 is applied.

Class 2

A test set-up shall be used consisting of a 400 m line of site range from transmitter to receiver. The Effective Radiated Power (ERP) from the transmitter antenna shall be set at the maximum allowed in the local regulations, for the channel in use and a 20 dB loss total shall be set in the receiving antenna to the receivers antenna connector.

- a) With this set-up, a communication element operating with frames containing 32 random user data bits with maximum frame rate, shall produce no more than 10 detected errors in 1 000 frames after forward error correction by the radio medium MDS, under the following noise environments imposed on the channel.
- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3, but not with a frequency which is within 25 kHz of the centre channel frequency of the radio medium Fieldbus network under test.
 - 2) Electrical fast transients as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specification shall also be satisfied after, but not during the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- ii) high frequency disturbance test as specified in IEC 60255-22-1, test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half cycle in longitude and traverse mode respectively).

- b) Avec la même configuration d'essai, un élément de communication fonctionnant avec des trames contenant 32 bits de données utilisateur aléatoires avec un débit de trame maximal ne doit pas produire plus de 10 erreurs détectées dans 60 000 trames sous la condition suivante: avec la correction directe d'erreurs (si appliquée par la MDS du support radio), lorsqu'un signal d'onde porteuse interférente non modulée, ou modulée de façon asynchrone, est appliqué à toute fréquence comprise à l'intérieur des plages et avec les intensités de champ correspondantes telles qu'elles sont indiquées dans le tableau 50.

Classe 3

On doit utiliser une configuration d'essai composée d'une ligne de portée de 4 000 m entre l'émetteur et le récepteur. La Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente (PIRE) de l'antenne de l'émetteur doit être réglée sur le maximum autorisé par la réglementation locale, pour le canal utilisé et un affaiblissement total de 20 dB doit être réglé entre l'antenne du récepteur et le connecteur d'antenne du récepteur.

- a) Avec cette configuration, un élément de communication fonctionnant avec des trames contenant 32 bits de données utilisateur aléatoires avec un débit de trame maximal ne doit pas produire plus de 10 erreurs détectées dans 1 000 trames après la correction directe d'erreurs par la MDS du support radio, et ce sous les environnements de bruit suivants imposés au canal.
- 1) Champ électromagnétique de 10V/m tel qu'il est spécifié dans la CEI 61000-4-3 avec un indice de sévérité de 3, mais pas avec une fréquence se trouvant à moins de 25 kHz de la fréquence centrale du canal du réseau du bus de terrain à support radio soumis aux essais.
 - 2) Transitoires électriques rapides telles qu'elles sont spécifiées dans la CEI 61000-4-4 avec un indice de sévérité de 3.

La spécification ci-dessous du taux d'erreurs doit également être satisfaite après, mais pas pendant, les environnements de bruit suivants:

- i) décharge électrostatique de 8 kV aux parties métalliques apparentes de la façon spécifiée dans la CEI 61000-4-2 avec un indice de sévérité de 3. Si le dispositif subit une perte provisoire de fonctionnalité en raison de cet essai, il doit retrouver toute sa fonctionnalité sans intervention de l'opérateur en moins de 3 s après la fin de cet essai;
 - ii) essai de perturbation à haute fréquence tel qu'il est spécifié dans la CEI 60255-22-1, tension d'essai classe III (valeurs de crête 2,5 kV et 1 kV du premier demi-cycle, respectivement en mode longitudinal et transversal).
- b) Avec la même configuration d'essai, un élément de communication fonctionnant avec des trames contenant 32 bits de données utilisateur aléatoires avec un débit de trame maximal ne doit pas produire plus de 10 erreurs détectées dans 60 000 trames sous la condition suivante: avec la correction directe d'erreurs (si appliquée par la MDS du support radio), lorsqu'un signal d'onde porteuse interférente non modulée, ou modulée de façon asynchrone, est appliqué à toute fréquence comprise à l'intérieur des plages et avec les intensités de champ correspondantes telles qu'elles sont indiquées dans le tableau 50.

- b) With the same test set-up, a communication element operating with frames containing 32 random user data bits with maximum frame rate, shall produce no more than 10 detected errors in 60 000 frames under the following condition: with forward error correction (if applied by the radio medium MDS), when an unmodulated, or asynchronously modulated, interfering carrier wave signal at any frequencies within the ranges and at the corresponding field strengths as shown in table 50 is applied.

Class 3

A test set-up shall be used consisting of a 4 000 m line of site range from transmitter to receiver. The Effective Radiated Power (ERP) from the transmitter antenna shall be set at the maximum allowed in the local regulations, for the channel in use and a 20 dB total loss shall be set in the receiving antenna to the receivers antenna connector.

- a) With this set up, a communication element operating with frames containing 32 random user data bits with maximum frame rate, shall produce no more than 10 detected errors in 1 000 frames after forward error correction by the radio medium MDS, under the following noise environments imposed on the channel.
- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3, but not with a frequency which is within 25 kHz of the centre channel frequency of the radio medium Fieldbus network under test.
 - 2) Electrical fast transients as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The above error rate specification shall also be satisfied after, but not during the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
 - ii) high frequency disturbance test as specified in IEC 60255-22-1, test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half cycle in longitude and traverse mode respectively).
- b) With the same test set-up, a communication element operating with frames containing 32 random user data bits with maximum frame rate, shall produce no more than 10 detected errors in 60 000 frames under the following condition: with forward error correction (if applied by the radio medium MDS), when an unmodulated, or asynchronously modulated, interfering carrier wave signal at any frequencies within the ranges and at the corresponding field strengths as shown in table 50 is applied.

Tableau 50 – Fréquences parasites pour les essais des performances du récepteur

Plage de fréquences en MHz	Intensité du champ en dB ($\mu\text{V/m}$)
25 à 800	120
800 à 4 000	110
Excepté dans la bande suivante autour de la fréquence centrale	Où l'intensité du champ parasite doit être de
± 60	100
$\pm 0,3$	80
$\pm 0,2$	75
$\pm 0,1$	65
$< \pm 0,1$	20
NOTE Les valeurs indiquées dans ce tableau sont considérées comme suffisantes pour garantir le fonctionnement en présence d'émissions de radiodiffusion connues en provenance de sources de grande puissance telles que les émissions de télévision. Il peut cependant également exister des niveaux supérieurs à proximité de certaines stations. Le signal de l'élément émetteur de la MAU du bus de terrain à support radio et la porteuse parasite sont supposés avoir la même polarité.	

21.5.5 Traitement ultérieur

NOTE Les performances du récepteur peuvent être améliorées par traitement ultérieur et, afin de réduire le taux d'erreurs binaires de la Ph-PSU passée au travers de la couche MDS du bus de terrain à support radio, la mise en oeuvre du récepteur de la MAU du bus de terrain à support radio peut inclure des algorithmes de traitement ultérieur qui utilisent la connaissance et la structure des formes d'ondes radioélectriques brutes imposées par la présente norme, tant qu'il peut être démontré que cette fonction de traitement ultérieur n'affecte en rien la temporisation dans le pire des cas.

Le traitement ultérieur, s'il est mis en oeuvre, ne doit pas affecter les contraintes de temporisation imposées par la présente norme.

21.5.6 Temps de rotation émission réception

Les temps de rotation émission vers réception et réception vers émission ne doivent pas être supérieurs à 10 durées binaires.

21.5.7 Réjection de données aléatoires et circuit de détection de porteuse

La MAU du bus de terrain à support radio ne doit pas permettre la réception de données aléatoires lorsqu'il n'existe aucune porteuse.

NOTE Cela peut être réalisé par un circuit de détection de porteuse ou par des méthodes de détection des bits redondants.

21.6 Spécifications du dispositif

21.6.1 Fonctionnement pendant les essais de réception et la mise sous tension/hors tension

Le bus de terrain doit être capable de fonctionner de façon continue pendant les essais de réception, la mise sous tension, la mise hors tension, le raccordement ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données provoquées pendant de telles opérations doivent être détectées. Les dispositifs doivent inhiber les émissions radioélectriques pendant qu'ils sont eux-mêmes mis sous tension ou hors tension.

21.6.2 Défaillances du dispositif

La défaillance de tout élément de communication (à l'exception du dialogue) ne doit pas interférer avec les transactions entre les autres éléments de communication pendant plus de 1 000 ms.

Table 50 – Interfering frequencies for testing receiver performance

Frequency range in MHz	Field strength in dB (µV/m)
25 to 800	120
800 to 4 000	110
Except where within following band around the centre frequency	Where the interfering field strength shall be
±60	100
±0,3	80
±0,2	75
±0,1	65
< ±0,1	20

NOTE The values quoted in this table are considered sufficient to ensure operation in the presence of known broadcast transmissions from high power sources such as for television transmission, however, even greater levels can be experienced in close proximity to some stations. The signal from the radio medium Fieldbus MAU transmitting element and the interfering carrier are assumed to have the same polarisation.

21.5.5 Post processing

NOTE Receiver performance can be improved by post processing, and in order to decrease the bit error rate of Ph-PSUs passed to the radio medium Fieldbus MDS layer, the radio medium Fieldbus MAU receiver implementations may include post processing algorithms that use the knowledge and structure of the raw radio wave forms imposed by this standard, so long as this post processing function can be shown in the worst case not to cause any timing violations.

Post processing if implemented shall not violate any timing constraints imposed by this standard.

21.5.6 Transmit receive turnaround time

The transmit receive and the receive to transmit turnaround times shall be no more than 10 bit times.

21.5.7 Random data rejection and carrier detect circuit

The radio medium Fieldbus MAU shall not allow the reception of random data when no carrier is present.

NOTE This can be provided by a carrier detect circuit or by redundant bit detection methods.

21.6 Device specifications

21.6.1 Operation during commissioning and power up/down

The Fieldbus shall be capable of continued operation while a device is being commissioned, powered up, powered down, connected or disconnected. Data errors induced during such operations shall be detected. Devices shall inhibit radio transmission during their own power up or down operation.

21.6.2 Device failures

Failure of any communication element (with the exception of jabber) shall not interfere with transactions between other communication elements for more than 1 000 ms.

22 Unité de Liaison au Support (MAU) en mode tension à 31,25 kbit/s sur support filaire avec option faible puissance

NOTE 1 La MAU en mode tension à 31,25 kbit/s donne accès simultanément à un réseau de communication et à un réseau de distribution d'alimentation optionnel. Les dispositifs rattachés au réseau communiquent via le support et peuvent être ou ne pas être alimentés par lui. Si leur alimentation se fait par le bus, elle est distribuée sous forme d'une tension et d'un courant continu, et les signaux de communication sont superposés à l'alimentation continue. Dans les applications à Sécurité Intrinsèque, la puissance disponible peut limiter le nombre de dispositifs.

NOTE 2 Le support du réseau est constitué de câble à paire torsadée. Quelle que soit la topologie, tous les dispositifs rattachés au réseau, sauf éventuellement le dispositif en train d'émettre, sont à haute impédance pour éviter toute charge significative du réseau. Des formes d'ondes trapézoïdales sont utilisées afin de réduire les émissions électromagnétiques.

NOTE 3 Les topologies linéaires et arborescentes sont admises. Dans l'une et l'autre topologie, un réseau comprend un câble tronc, muni de terminaisons aux deux extrémités. Dans la topologie linéaire, les ramifications sont distribuées tout au long du tronc. Dans la topologie arborescente, les ramifications sont concentrées à une extrémité du tronc. Une ramification peut raccorder plus d'un dispositif au réseau, le nombre de dispositifs dépendant de la longueur de la ramification.

NOTE 4 A la fréquence d'alimentation (continue), les dispositifs apparaissent au réseau comme des drains de courant, avec une vitesse de variation limitée du courant d'alimentation tiré sur le support. Cela évite que les variations transitoires du courant de charge n'interfèrent avec les signaux de communication.

NOTE 5 La présente partie de la CEI 61158 spécifie une option à faible puissance qui permet aux dispositifs de réduire l'énergie qu'ils tirent du réseau quand ils ne transmettent pas.

NOTE 6 Pour diminuer les oscillations et la résonance sur le réseau, l'impédance de l'alimentation est spécifiée comme une fonction de l'impédance de terminaison du bus telle que la réactance totale du réseau soit minimisée dans la bande de fréquences 50 Hz à 39 kHz.

22.1 Débit binaire émis

Le débit binaire émis doit être de 31,25 kbit/s $\pm$ 0,2 %, moyenné sur une trame ayant une longueur minimale de 16 octets. La durée de bit instantanée doit être de 32 μ s $\pm$ 0,9 μ s.

22.2 Spécifications du réseau

NOTE Une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s fonctionne dans un réseau composé des éléments suivants:

- a) câble;
- b) terminaisons;
- c) coupleurs;
- d) dispositifs (contenant au moins un élément de communication).

Un réseau filaire en mode tension à 31,25 kbit/s peut inclure de façon optionnelle les éléments suivants:

- e) connecteurs;
- f) sources d'alimentation;
- g) dispositifs comprenant des sources d'alimentation;
- h) Barrières de Sécurité Intrinsèque.

22.2.1 Topologies

Une MAU à support filaire doit fonctionner dans un réseau à topologie linéaire, constitué d'un tronc, muni de terminaisons à chaque extrémité comme spécifié en 22.7.5, auquel les éléments de communications sont raccordés via des coupleurs et des ramifications.

NOTE 1 Le coupleur et l'élément de communication peuvent être intégrés dans un même dispositif (c'est-à-dire ramification de longueur nulle).

NOTE 2 La topologie arborescente, avec tous les éléments de communication situés aux extrémités du tronc, est considérée comme un cas particulier de bus linéaire pour les besoins de la présente partie de la CEI 61158.

NOTE 3 Plusieurs éléments de communication peuvent être raccordés au tronc en un même point au moyen d'un coupleur multivoie. Un coupleur actif peut être utilisé pour étendre une ramification jusqu'à une longueur qui nécessite une terminaison afin d'éviter les réflexions et les distorsions. Des répéteurs actifs peuvent être utilisés pour étendre la longueur du tronc au-delà de celle d'un seul tronçon, dans la mesure où les règles de configuration du réseau le permettent.

22 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, voltage mode, wire medium, with low-power option

NOTE 1 The 31,25 kbit/s voltage-mode MAU simultaneously provides access to a communication network and to an optional power distribution network. Devices attached to the network communicate via the medium and may or may not be powered from it. If bus powered, power is distributed as direct voltage and current, and communication signals are superimposed on the d.c. power. In Intrinsically Safe applications, available power may limit the number of devices.

NOTE 2 The network medium consists of twisted pair cable. Independent of topology, all attached devices, other than possibly the transmitting device, are high impedance to prevent significant network loading. Trapezoidal waveforms are used to reduce electromagnetic emissions.

NOTE 3 Bus and tree topologies are supported. In either topology, a network contains one trunk cable, terminated at both ends. In the bus topology, spurs are distributed along the length of the trunk. In the tree topology, spurs are concentrated at one end of the trunk. A spur may connect more than one device to the network, the number of devices depending on spur length.

NOTE 4 At the power frequency (d.c.), devices appear to the network as current sinks, with a limited rate of change of the supply current drawn from the medium. This prevents transient changes in load current from interfering with communication signals.

NOTE 5 This part of IEC 61158 specifies a low-power option that allows devices to reduce their current draw from the network when not transmitting.

NOTE 6 To minimize oscillations and ringing on the network, the power supply impedance is specified as a function of the bus terminator impedance such that the total network reactance is minimized over the frequency range 50 Hz to 39 kHz.

22.1 Transmitted bit rate

The transmitted bit rate shall be $31,25 \text{ kbit/s} \pm 0,2 \%$, averaged over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be $32 \mu\text{s} \pm 0,9 \mu\text{s}$.

22.2 Network specifications

NOTE A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU operates in a network composed of the following components:

- a) cable;
- b) terminators;
- c) couplers;
- d) devices (containing at least one communication element).

A wire network in 31,25 kbit/s voltage mode may optionally include the following components:

- e) connectors;
- f) power supplies;
- g) devices which include power supplies;
- h) Intrinsic Safety barriers.

22.2.1 Topologies

A wire MAU shall operate in a network with a linear bus topology, consisting of a trunk, terminated at each end as specified in 22.7.5, to which communication elements are connected via couplers and spurs.

NOTE 1 The coupler and communication element may be integrated in one device (i.e. zero length spur).

NOTE 2 Tree topology with all the communication elements located at the ends of the trunk is regarded as a special case of a bus for the purpose of this part of IEC 61158.

NOTE 3 Several communication elements may be connected to the trunk at one point using a multi-port coupler. An active coupler may be used to extend a spur to a length which requires termination to avoid reflections and distortions. Active repeaters may be used to extend the length of the trunk beyond that of a single segment as permitted by the network configuration rules.

22.2.2 Règles de configuration du réseau

Une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'elle est utilisée dans un réseau qui respecte ces règles.

Règle 1: Un Bus de Terrain doit être capable d'assurer la communication entre les nombres suivants de dispositifs, fonctionnant tous avec le même débit binaire:

- a) entre deux et 32 dispositifs pour un bus de Terrain qui n'est pas à SI, sans alimentation fournie via les conducteurs de signal;
- b) pour un Bus de Terrain qui n'est pas à SI et qui reçoit son alimentation par le canal des conducteurs de signaux, entre deux et le nombre de dispositifs qui peuvent être alimentés par les conducteurs de signaux, en supposant qu'un minimum de 120 mA doit être disponible pour les dispositifs situés à l'extrémité éloignée de la source d'alimentation communiquant avec un dispositif situé à l'extrémité où se trouve la source d'alimentation et consommant 10 mA;
- c) pour un Bus de Terrain à SI, entre deux et le nombre de dispositifs qui peuvent être alimentés par le canal des conducteurs de signaux, en supposant qu'un minimum de 40 mA doit être disponible pour les dispositifs situés dans la zone dangereuse.

NOTE 1 La règle 1 n'interdit pas l'usage d'un plus grand nombre de dispositifs que celui spécifié dans un système installé. Etant donné que la consommation d'un dispositif n'est pas spécifiée, le nombre de dispositifs alimentés par le bus ne peut pas être spécifié. Le point b) suppose que la tension minimale de la source d'alimentation est de 20 V continu. Le point c) suppose que la barrière de SI fonctionne avec une sortie de 19 V continu.

Règle 2: Un tronçon d'un Bus de Terrain en mode tension à 31,25 kbit/s complètement chargé (nombre maximal de dispositifs connectés) doit pouvoir atteindre une longueur de câble totale de 1 900 m entre deux dispositifs quelconques, y compris les ramifications.

NOTE 2 La longueur de câble maximale de 1 900 m est la prescription requise pour la conformité à la présente partie de la CEI 61158, mais cela n'interdit pas l'utilisation de longueurs plus grandes dans un système installé.

Règle 3: Le nombre total de régénérations de la forme d'onde au moyen de répéteurs et de coupleurs actifs entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder quatre.

Règle 4: Le temps de propagation maximal entre deux dispositifs quelconques ne doit pas excéder 20 durées de bit nominales.

NOTE 3 Pour l'efficacité du réseau, il est souhaitable que la part du temps de retournement d'un dispositif quelconque du réseau, qui est introduite par une PhE entre la fin d'une trame reçue et le début de la trame émise contenant une réponse immédiate associée, n'excède pas cinq durées de bit, dont pas plus de deux durées de bit dues à la MAU. Comme il n'est pas obligatoire que l'interface DLL-PhL ou l'interface MDS-MAU soient accessibles, la part du temps de retournement d'un dispositif de Bus de Terrain causée par la PhL ou la MAU ne peut être ni spécifiée ni essayée au regard de la conformité.

Règle 5: Le Bus de Terrain doit être capable de fonctionner sans interruption pendant la connexion ou la déconnexion d'un dispositif. Les erreurs de données induites durant la connexion ou la déconnexion doivent être détectées.

Règle 6: La défaillance d'un quelconque élément de communication ou d'une ramification (à l'exception d'un court-circuit, d'une basse impédance ou d'un bavardage) ne doit pas perturber les échanges entre les autres éléments de communication pendant plus de 1 ms.

Règle 7: Dans les systèmes sensibles à la polarité, les paires torsadées du support doivent avoir des conducteurs marqués de façon distincte de manière à identifier sans ambiguïté chaque conducteur individuel. La polarité doit être respectée en tous les points de raccordement.

22.2.2 Network configuration rules

A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when used in a network which complies with these rules.

Rule 1: One Fieldbus shall be capable of communication between the following numbers of devices, all operating at the same bit rate:

- a) for a non IS Fieldbus without power supplied via the signal conductors: between two and 32 devices;
- b) for a non IS Fieldbus with power supplied via the signal conductors: between two and the number of devices which can be powered via the signal conductors, assuming that a minimum of 120 mA shall be available to devices at the remote end from the power supply communicating with one device at the power supply end drawing 10 mA;
- c) for an IS Fieldbus: between two and the number of devices which can be powered via the signal conductors, assuming that a minimum of 40 mA shall be available to devices in the hazardous area.

NOTE 1 Rule 1 does not preclude the use of more than the specified number of devices in an installed system. Since the device power consumption is not specified, the number of bus-powered devices cannot be specified. Item b) assumes that the minimum power supply voltage is 20 V d.c. Item c) assumes that the IS barrier operates with a 19 V d.c. output.

Rule 2: A fully loaded (maximum number of connected devices) 31,25 kbit/s voltage-mode Fieldbus segment shall have a total cable length, including spurs, between any two devices, of up to 1 900 m.

NOTE 2 1 900 m maximum cable length is the requirement for conformance to this part of IEC 61158 but this does not preclude the use of longer lengths in an installed system.

Rule 3: The total number of waveform regenerations by repeaters and active couplers between any two devices shall not exceed four.

Rule 4: The maximum propagation delay between any two devices shall not exceed 20 nominal bit times.

NOTE 3 For efficiency of the network, that part of the turnaround time of any device on the network caused by a PhE between the end of a received frame and the beginning of the transmitted frame containing an associated immediate response should not exceed five bit times, of which no more than two bit times should be due to the MAU. As it is not mandatory to expose the DLL – PhL interface or the MDS – MAU interface, that part of the turnaround time of a Fieldbus device caused by the PhL or the MAU cannot be specified or conformance tested.

Rule 5: The Fieldbus shall be capable of continued operation while a device is being connected or disconnected. Data errors induced during connection or disconnection shall be detected.

Rule 6: Failure of any communication element or spur (with the exception of a short circuit, low impedance, or jabber) shall not interfere with transactions between other communication elements for more than 1 ms.

Rule 7: In polarity sensitive systems the medium twisted pairs shall have distinctly marked conductors which uniquely identify individual conductors. The polarization shall be maintained at all connection points.

Règle 8: La dégradation des caractéristiques électriques du signal, entre deux dispositifs quelconques, due à l'atténuation, à la distorsion d'atténuation et à la désadaptation, doit être limitée aux valeurs indiquées ci-dessous.

- a) Atténuation du signal: La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications, nombre de dispositifs, barrières de SI, séparateurs galvaniques et éléments d'adaptation éventuels) doit être telle que l'atténuation entre deux dispositifs quelconques à la fréquence correspondant au débit binaire n'excède pas 10,5 dB.
- b) Distorsion d'atténuation: La configuration du bus (longueurs du tronc et des ramifications et nombre de dispositifs, barrières de SI, et séparateurs galvaniques) doit être telle qu'entre deux dispositifs quelconques:

$$[\text{Atténuation}(1,25 f_r) - \text{Atténuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Atténuation}(1,25 f_r) \geq \text{Atténuation}(0,25 f_r)$$

où f_r est la fréquence correspondant au débit binaire. L'atténuation doit être monotone pour toutes les fréquences de $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz).

- c) Distorsion de désadaptation: La désadaptation (due aux ramifications ou à tout autre effet, y compris une ramification ouverte de longueur maximale) sur le bus doit être telle qu'en tout point le long du tronc, dans la bande de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz):

$$|(Z - Z_{fr}) / (Z + Z_{fr})| \leq 0,2$$

où Z_{fr} est l'impédance du câble tronc à f_r (31,25 kHz) et Z est la combinaison parallèle de Z_{fr} et de l'impédance de charge au niveau du coupleur.

La concentration de coupleurs doit être inférieure à 15 par 250 m.

NOTE 4 La règle 8 minimise les restrictions sur la longueur du tronc et des ramifications, le nombre de dispositifs etc. en spécifiant seulement les limitations de transmission imposées par les combinaisons de ces facteurs. Des combinaisons différentes peuvent être utilisées en fonction des besoins de l'application.

Règle 9: Les règles suivantes doivent s'appliquer aux systèmes implémentés avec des supports redondants:

- a) chaque canal (câble) doit satisfaire aux règles de configuration du réseau;
- b) il ne doit pas y avoir de tronçon non redondant entre deux tronçons redondants;
- c) les répéteurs aussi doivent être redondants;
- d) si le système est configuré (par la Gestion de Station) pour émettre sur plus d'un canal à la fois, la différence des temps de propagation entre deux dispositifs quelconques sur deux canaux quelconques ne doit alors pas excéder cinq durées de bit;

NOTE 5 Cet intervalle de temps peut être accru mais pas réduit par la Gestion de Station comme indiqué au tableau 1. Voir 6.2.2 et 9.9.

- e) les numéros des canaux doivent être respectés sur l'ensemble du Bus de Terrain, c'est-à-dire que les canaux 1, 2, 3... vus par la Gestion de Station doivent toujours être raccordés aux canaux physiques 1, 2, 3...

Règle 10: Pour un segment de Bus de Terrain en mode de tension à 31,25 kbit/s et à alimentation par le bus, la tension disponible pour tous les dispositifs doit être dans la plage 9,0 V à 32,0 V continu y compris l'ondulation et la composante continue de la chute de tension due à la signalisation.

NOTE 6 La composante continue de la chute de tension due à la signalisation dépend de la configuration du réseau. Cette composante continue est due à la modification discrète du courant du dispositif à travers la résistance du réseau (résistance du câble, résistance de la barrière de SI, etc.).

Rule 8: The degradation of the electrical characteristics of the signal, between any two devices, due to attenuation, attenuation distortion and mismatching shall be limited to the values indicated below.

a) Signal attenuation: The configuration of the bus (trunk and spur lengths, number of devices, IS barriers, galvanic isolators, and possible matching devices) shall be such that the attenuation between any two devices at the frequency corresponding to the bit rate shall not exceed 10,5 dB.

b) Attenuation distortion: The configuration of the bus (trunk and spur lengths and number of devices, IS barriers, and galvanic isolators) shall be such that between any two devices:

$$[\text{Attenuation}(1,25 f_r) - \text{Attenuation}(0,25 f_r)] \leq 6 \text{ dB}$$

$$\text{Attenuation}(1,25 f_r) \geq \text{Attenuation}(0,25 f_r)$$

where f_r is the frequency corresponding to the bit rate. Attenuation shall be monotonic for all frequencies from $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz).

c) Mismatching Distortion: Mismatching (due to spurs or any other effect, including one open circuit spur of maximum length) on the bus shall be such that, at any point along the trunk, in the frequency band $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz):

$$|(Z - Z_{fr}) / (Z + Z_{fr})| \leq 0,2$$

where Z_{fr} is the impedance of the trunk cable at f_r (31,25 kHz) and Z is the parallel combination of Z_{fr} and the load impedance at the coupler.

The concentration of couplers shall be less than 15 per 250 m

NOTE 4 Rule 8 minimizes restrictions on trunk and spur length, number of devices etc. by specifying only the transmission limitations imposed by combinations of these factors. Different combinations may be used depending on the needs of the application.

Rule 9: The following rules shall apply to systems implemented with redundant media:

- a) each channel (cable) shall comply with the network configuration rules;
- b) there shall not be a non-redundant segment between two redundant segments;
- c) repeaters shall also be redundant;
- d) if the system is configured (by Station Management) to transmit on more than one channel simultaneously then the propagation time difference between any two devices on any two channels shall not exceed five bit times;

NOTE 5 This period may be extended, but not reduced, by Station Management as given in table 1. See 6.2.2 and 9.9.

- e) channel numbers shall be maintained throughout the Fieldbus, i.e. channels 1,2,3... from Station Management shall always connect to physical channels 1,2,3...

Rule 10: For a bus-powered 31,25 kbit/s voltage-mode Fieldbus segment, the voltage available to all devices shall be within the range of 9,0 V to 32,0 V d.c including ripple and the d.c. component of the voltage drop caused by signalling.

NOTE 6 The d.c. component of the voltage drop caused by signalling is dependent upon the configuration of the network. The d.c. component is caused by the step change in device current through the network resistance (cable resistance, IS barrier resistance, etc.).

22.2.3 Règles de distribution de l'alimentation pour la configuration du réseau

Le blindage du câble ne doit pas être utilisé comme conducteur d'alimentation.

22.3 Spécifications du circuit d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 22.1 et de 22.3 sont résumées dans les tableaux 51 et 52.

Tableau 51 – Résumé des spécifications de niveau d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

Caractéristiques du niveau d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué sur la figure 50)	Limites pour 31,25 kbit/s
Niveau de sortie (crête à crête, voir figure 51) Avec charge d'essai (0,5 fois l'impédance nominale du câble tronc à f_r (31,25 kHz))	0,75 V à 1 V $50 \Omega \pm 1 \%$
Différence maximale des amplitudes positive et négative (décalage de signal) comme indiqué à la figure 52	± 50 mV
Niveau de sortie; avec une terminaison ôtée (crête à crête) Avec la charge d'essai (impédance nominale du câble tronc à f_r (31,25 kHz))	0,75 V à 2,0 V $100 \Omega \pm 1 \%$
Niveau de sortie maximal; circuit ouvert (n'importe quelle polarité)	35 V
Distorsion maximale du signal de sortie; c'est-à-dire surtension, oscillation et pente (voir figure 51)	$\pm 10 \%$
Sortie émission au repos; c'est-à-dire bruit de l'émetteur (mesuré sur la bande de fréquences 1 kHz à 100 kHz)	≤ 1 mV (eff.)

Tableau 52 – Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

Caractéristiques temporelles d'émission, valeurs rapportées au tronc (mais mesurées en utilisant une charge d'essai comme indiqué à la figure 50)	Limites pour 31,25 kbit/s (alimentation par le bus et/ou SI)
Débit binaire émis	31,25 kbit/s $\pm 0,2 \%$
Durée de bit instantanée	$32 \mu\text{s} \pm 0,9 \mu\text{s}$
Temps de montée et de descente (10 % à 90 % du signal crête à crête, voir figure 51)	$\leq 0,25$ durée de bit nominale
Vitesse de variation (en tout point de 10 % à 90 % du signal crête à crête)	$\leq 0,2$ V/ μs
Gigue maximale du bus émis (déviation du point de passage à zéro, voir figure 52)	$\pm 0,025$ durée de bit nominale
Temps d'autorisation/interdiction d'émettre (c'est-à-dire temps durant lequel la forme d'onde de sortie peut ne pas satisfaire aux prescriptions d'émission)	$\leq 2,0$ durées de bit nominales

22.2.3 Power distribution rules for network configuration

The cable shield shall not be used as a power conductor.

22.3 Transmit circuit specification for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 22.1 and 22.3 are summarized in tables 51 and 52.

Table 51 – Transmit level specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

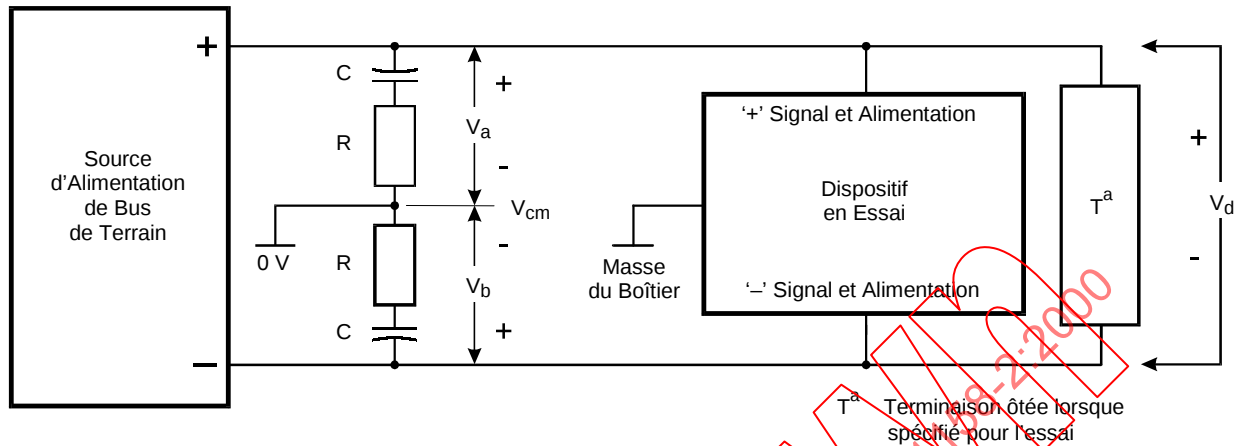
Transmit level characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 50)	Limits for 31,25 kbit/s
Output level (peak-to-peak, see figure 51) With test load (0,5 nominal impedance of the trunk cable at f_r (31,25 kHz))	0,75 V to 1 V $50 \Omega \pm 1 \%$
Maximum positive and negative amplitude difference (signalling bias) as shown in figure 52	± 50 mV
Output level; with one terminator removed (peak-to-peak) with test load (nominal impedance of the trunk cable at f_r (31,25 kHz))	0,75 V to 2,0 V $100 \Omega \pm 1 \%$
Maximum output level; open circuit (either polarity)	35 V
Maximum output signal distortion; i.e. overvoltage, ringing and droop (see figure 51)	$\pm 10 \%$
Quiescent transmitter output; i.e. transmitter noise (measured over the frequency band 1 kHz to 100 kHz)	≤ 1 mV (r.m.s.)

Table 52 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Transmit timing characteristics, values referred to trunk (but measured using test load as shown in figure 50)	Limits for 31,25 kbit/s (bus powered and/or IS)
Transmitted bit rate	31,25 kbit/s $\pm 0,2 \%$
Instantaneous bit time	$32 \mu\text{s} \pm 0,9 \mu\text{s}$
Rise and fall times (10 % to 90 % of pk-pk signal, see figure 51)	$\leq 0,25$ nominal bit time
Slew rate (at any point from 10 % to 90 % of pk-pk signal)	$\leq 0,2$ V/ μs
Maximum transmitted bit cell jitter (zero-crossing point deviation, see figure 52)	$\pm 0,025$ nominal bit time
Transmit enable/disable time (i.e. time during which the output waveform may not meet the transmit requirements)	$\leq 2,0$ nominal bit times

22.3.1 Configuration d'essai

La figure 1 montre la configuration qui doit être utilisée pour les essais.



IEC 1500/2000

Figure 50 – Configuration d'essai du circuit d'émission

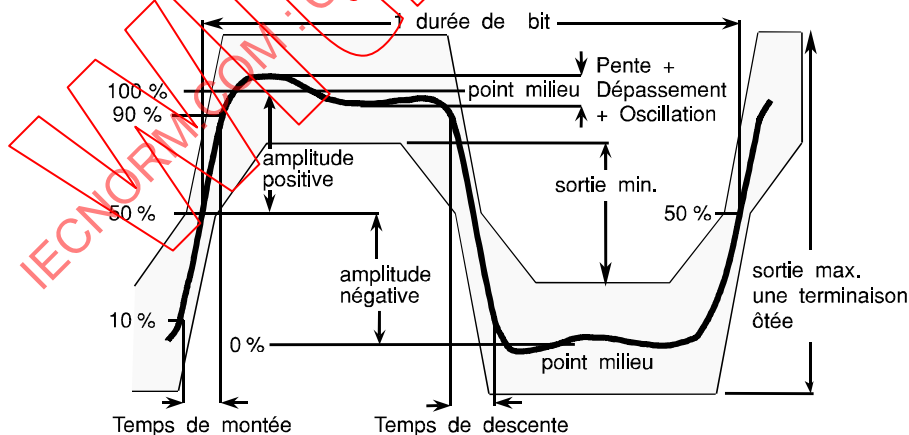
Tension de signal différentielle: $V_d = V_a - V_b$

Sauf spécification contraire dans une prescription spécifique, la résistance de charge d'essai $R = 50 \Omega$ (0,5 fois l'impédance nominale du câble tronç à f_r (31,25 kHz)) et $C = 2 \mu F$ ($2 \times$ la capacité d'une terminaison).

NOTE Voir 22.6 pour la spécification de l'alimentation et 22.7.5 pour la spécification de la terminaison.

22.3.2 Prescriptions relatives au niveau de sortie

NOTE La figure 51 montre un exemple de la composante alternative d'un cycle de la forme d'onde d'un Bus de Terrain, illustrant certains points clés de la spécification du circuit d'émission. Seules les tensions de signal sont indiquées; ce diagramme ne tient pas compte des tensions d'alimentation.



IEC 1501/2000

Figure 51 – Forme d'onde de sortie

22.3.1 Test configuration

Figure 50 shows the configuration which shall be used for testing.

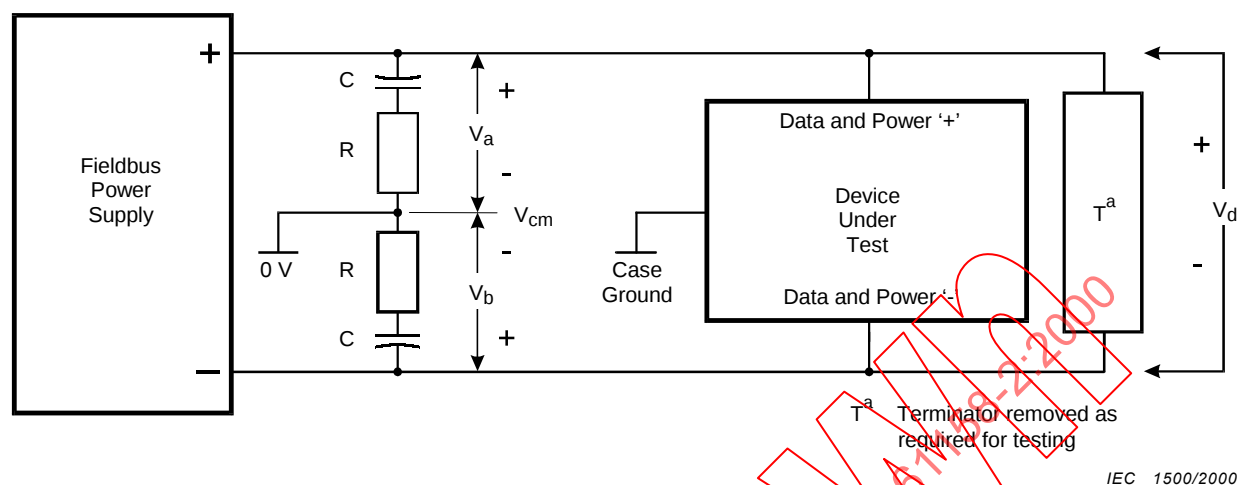


Figure 50 – Transmit circuit test configuration

Differential signal voltage: $V_d = V_a - V_b$

Except where otherwise stated in a specific requirement, test load resistance $R = 50 \, \Omega$ (0,5 nominal impedance of the trunk cable at f_r (31,25 kHz)) and $C = 2 \, \mu\text{F}$ ($2 \times$ the capacitance of one terminator).

NOTE See 22.6 for the power supply specification and 22.7.5 for the terminator specification.

22.3.2 Output level requirements

NOTE Figure 51 shows an example of the a.c. component of one cycle of a Fieldbus waveform, illustrating some key items from the transmit circuit specification. Only signal voltages are shown; this diagram takes no account of power supply voltages.

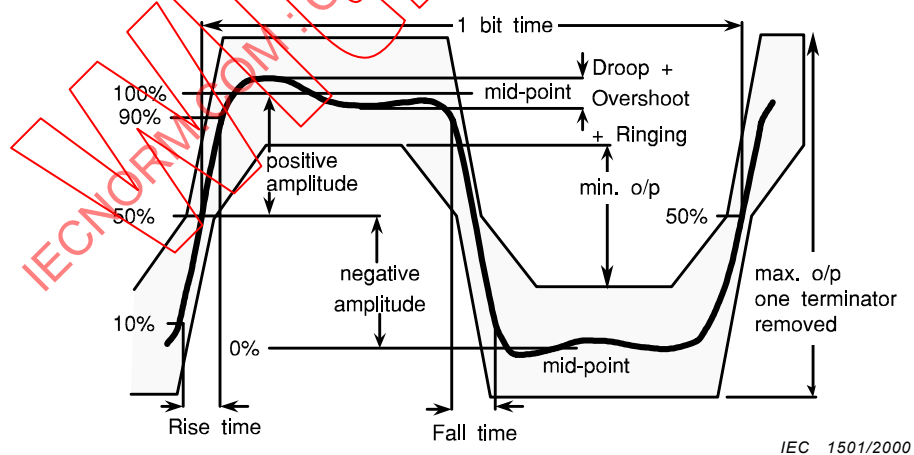


Figure 51 – Output waveform

Un circuit d'émission de MAU à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions suivantes relatives au niveau de sortie, toutes les amplitudes étant mesurées au point milieu estimé entre toutes les crêtes et les creux situés au sommet et au pied de la forme d'onde («point milieu» à la figure 51):

- a) la tension de sortie aux bornes de la charge d'essai après transformateur élévateur/abaisseur (si cela s'applique) doit être comprise entre 0,75 V et 1,25 V crête à crête, avec une résistance de charge de $50 \Omega \pm 1 \%$ («sortie min.» à la figure 51);
- b) la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une résistance de charge de $100 \Omega \pm 1 \%$ (c'est-à-dire avec une terminaison du tronc ôtée) doit être comprise entre 0,75 V et 2,0 V crête à crête («sortie max. une terminaison ôtée» à la figure 51);
- c) la tension de sortie au niveau du tronc, ou aux bornes d'émission, avec une charge quelconque y compris un circuit ouvert, ne doit pas dépasser 35 V dans n'importe quelle polarité. Pour les besoins de l'essai, le circuit ouvert doit être défini comme une résistance de charge de 100 k Ω en parallèle avec une capacité de 15 pF;
- d) durant l'émission, un dispositif ne doit pas être endommagé de façon définitive lorsqu'une résistance de charge $\leq 1 \Omega$ lui est appliquée pendant 1 s;
- e) la différence entre l'amplitude positive et l'amplitude négative, mesurées comme indiqué à la figure 52, ne doit pas excéder ± 50 mV crête;
- f) le bruit de sortie d'une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s qui est en réception ou n'est pas alimentée ne doit pas excéder 1 mV eff., mesuré de façon différentielle sur une bande de fréquences de 1 kHz à 100 kHz et rapporté au tronc;
- g) la tension différentielle aux bornes de la charge d'essai doit être telle que la tension varie de façon monotone entre 10 % et 90 % de sa valeur crête à crête. Après cela, la tension du signal ne doit pas varier de plus de $\pm 10 \%$ de sa valeur crête à crête jusqu'à l'occurrence de la transition suivante. Cette variation autorisée doit inclure toutes les formes de distorsion du signal de sortie, c'est-à-dire surtension, oscillation et pente.

22.3.3 Prescriptions temporelles de sortie

Un circuit d'émission de MAU à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions temporelles de sortie suivantes:

- a) les temps de montée et de descente, mesurés de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête, ne doivent pas excéder 0,25 durée de bit nominale (voir figure 51);
- b) la vitesse de variation ne doit pas excéder 0,2 V/ μ s mesurée en un point quelconque de la plage de 10 % à 90 % de l'amplitude du signal crête à crête (voir figure 51);

NOTE Les prescriptions a) et b) ont pour conséquence une forme d'onde trapézoïdale à la sortie du circuit d'émission. La prescription b) limite le niveau des émissions parasites susceptibles d'être couplées aux circuits adjacents, etc. La prescription b) est calculée au moyen de la formule:

$$\text{Vitesse de variation max.} = 2 \times \text{vitesse de variation min.} = 2 \times 0,8 V_o / 0,25 T = 6,4 \times V_o / T.$$

où V_o est la tension de sortie crête à crête maximale avec une charge standard (1,0 V), et T est la durée de bit nominale (32 μ s).

- c) la gigue du bit émis ne doit pas excéder $\pm 0,025$ durée de bit nominale par rapport au point idéal de passage à zéro, mesurée par référence au passage à zéro précédent (voir figure 52);

A 31,25 kbit/s MAU transmit circuit shall conform to the following output level requirements, all amplitudes being measured at the estimated mid-point between any peaks or troughs in the top and bottom of the waveform ("mid-point" in figure 51):

- a) the output voltage across the test load after transformer step up/down (if applicable) shall be between 0,75 V and 1,0 V peak-to-peak, with a load resistance of $50 \Omega \pm 1 \%$ ("min o/p" in figure 51);
- b) the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with a load resistance of $100 \Omega \pm 1 \%$ (i.e. with one trunk terminator removed) shall be between 0,75 V and 2,0 V peak-to-peak ("max. o/p one terminator removed" in figure 51);
- c) the output voltage at the trunk, or at the transmit terminals, with any load including an open circuit shall not exceed 35 V in either polarity. For test purposes, open circuit shall be defined as a load of $100 \text{ k}\Omega$ resistance in parallel with 15 pF capacitance;
- d) during transmission a device shall not suffer permanent failure when a load resistance of $\leq 1 \Omega$ is applied for 1 s;
- e) the difference between positive amplitude and negative amplitude, measured as shown in figure 52, shall not exceed $\pm 50 \text{ mV}$ peak;
- f) the output noise from a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU which is receiving or not powered shall not exceed 1 mV r.m.s., measured differentially over a frequency band of 1 kHz to 100 kHz, referred to the trunk;
- g) the differential voltage across the test load shall be such that the voltage monotonically changes between 10 % and 90 % of peak-to-peak value. Thereafter, the signal voltage shall not vary more than $\pm 10 \%$ of peak-to-peak value until next transition occurs. This permitted variation shall include all forms of output signal distortion, i.e. overvoltage, ringing and droop.

22.3.3 Output timing requirements

A 31,25 kbit/s MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements:

- a) rise and fall times, measured from 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude shall not exceed 0,25 nominal bit time (see figure 51);
- b) slew rate shall not exceed 0,2 V/ μs measured at any point in the range 10 % to 90 % of the peak-to-peak signal amplitude (see figure 51);

NOTE Requirements a) and b) produce a trapezoidal waveform at the transmit circuit output. Requirement b) limits the level of interference emissions which may be coupled to adjacent circuits, etc. Requirement b) is calculated from the formula:

$$\text{Max. slew rate} = 2 \times \text{min. slew rate} = 2 \times 0,8 V_0 / 0,25 T = 6,4 \times V_0 / T$$

where V_0 is the maximum pk-pk output voltage with standard load (1,0 V), and T is the nominal bit time (32 μs).

- c) transmitted bit cell jitter shall not exceed $\pm 0,025$ nominal bit time from the ideal zero crossing point, measured with respect to the previous zero crossing (see figure 52);

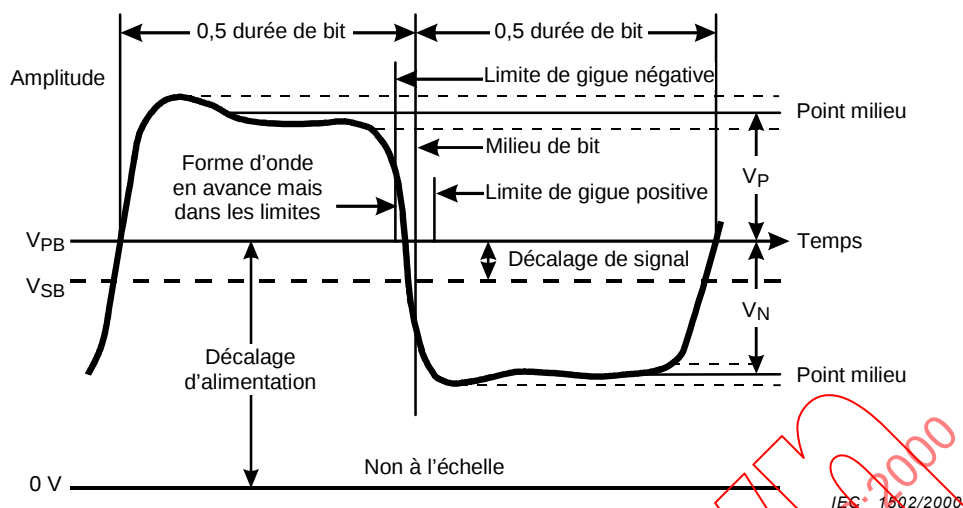


Figure 52 – Gigue du bit émis (déviations du point de passage à zéro)

- d) le circuit d'émission doit se mettre en marche, c'est-à-dire que le signal doit s'élever d'un niveau inférieur au niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 22.3.2 f) jusqu'au plein niveau de sortie, en moins de deux durées de bit nominales. La forme d'onde correspondant à la troisième durée de bit et aux suivantes doit être telle que spécifiée par les autres parties de 22.3;
- e) le circuit d'émission doit s'arrêter, c'est-à-dire que le signal doit retomber du plein niveau de sortie jusqu'en dessous du niveau de bruit de sortie maximal du circuit d'émission tel que spécifié en 22.3.2 f), en moins de deux durées de bit nominales. Le temps pour que le circuit d'émission retourne à son impédance au repos ne doit pas excéder quatre durées de bit nominales. Pour les besoins de l'essai, cette prescription doit être satisfaite avec la configuration d'essai de circuit d'émission de 22.3.1, avec la capacité équivalente à celle d'un câble de longueur maximale aux bornes du dispositif en essai.

NOTE Cette prescription a pour but de garantir que le passage du circuit d'émission de l'état actif à l'état passif laisse la capacité de ligne complètement déchargée.

22.3.4 Polarité du signal

Pour un dispositif alimenté à partir du bus, la borne correspondant à la donnée «+» doit être connectée à la borne de puissance «+» et la borne correspondant à la donnée «-» doit être connectée à la borne de puissance «-». Voir figure 50.

Quand la transmission est autorisée, une transition du niveau haut vers le niveau bas du signal codé en code Manchester doit induire une transition du niveau haut vers le niveau bas de la tension V_d sur le bus. Une transition du niveau bas vers le niveau haut du signal codé en code Manchester doit induire une transition du niveau bas vers le niveau haut de la tension V_d sur le bus. La polarité du signal est définie à la figure 53.

Pendant la réception, une transition du niveau haut vers le niveau bas de la tension V_d sur le bus doit induire une transition du niveau haut vers le niveau bas du signal codé en code Manchester. Une transition du niveau bas vers le niveau haut de la tension V_d sur le bus doit induire une transition du niveau bas vers le niveau haut du signal codé en code Manchester.

NOTE Le codage Manchester est défini en 9.2.

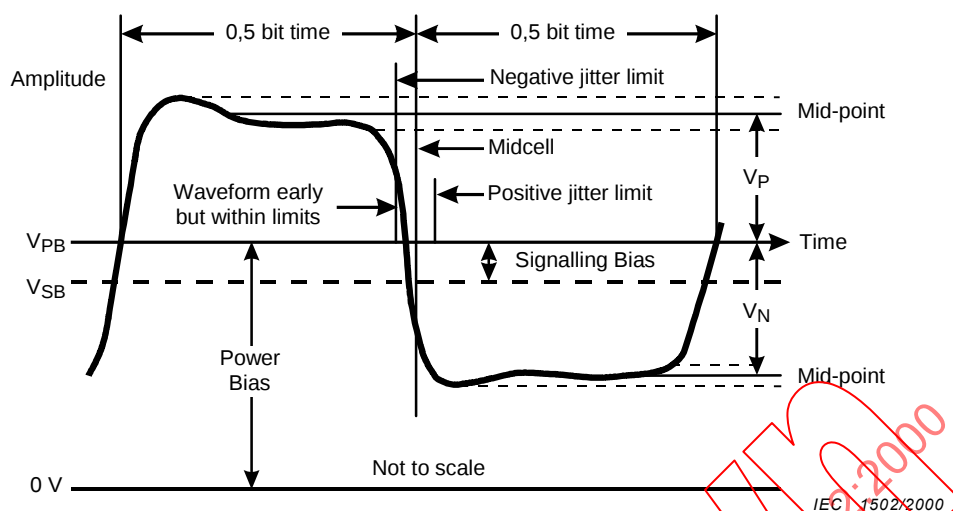


Figure 52 – Transmitted bit cell jitter (zero crossing point deviation)

- d) the transmit circuit shall turn on, i.e. the signal shall rise from below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 22.3.2 f) to full output level, in less than two nominal bit times. The waveform corresponding to the third and later bit times shall be as specified by other parts of 22.3;
- e) the transmit circuit shall turn off, i.e. the signal shall fall from full output level to below the transmit circuit maximum output noise level as specified in 22.3.2 f), in less than two nominal bit times. The time for the transmit circuit to return to its off state impedance shall not exceed four nominal bit times. For the purposes of testing, this requirement shall be met with the transmit circuit test configuration of 22.3.1 with the equivalent capacitance of a maximum length cable across the DUT terminals.

NOTE This requirement is to ensure that the transition of the transmit circuit from active to passive leaves the line capacitance fully discharged.

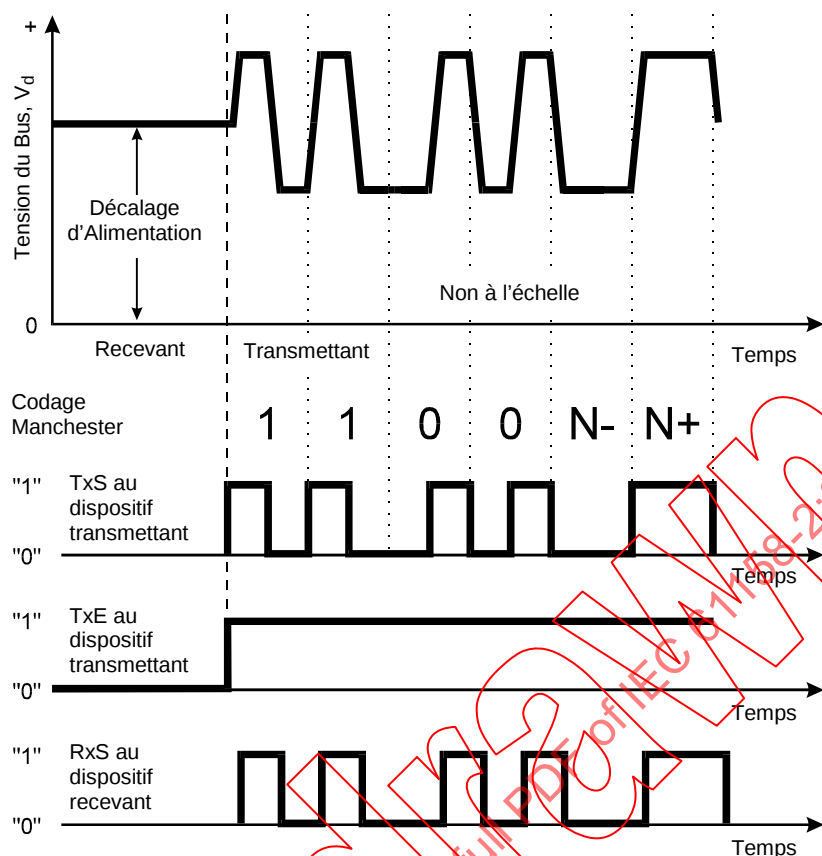
22.3.4 Signal polarity

For a bus-powered device, the data “+” terminal shall be connected to the power “+” terminal, and the data “–” terminal shall be connected to the power “–” terminal. See figure 50.

When transmission is enabled, a high to low transition of the Manchester encoded signal shall result in a high to low transition in V_d on the bus. A low to high transition of the Manchester encoded signal shall result in a low to high transition in V_d on the bus. The signal polarity is defined in figure 53.

During reception, a high to low transition in V_d on the bus shall result in a high to low transition of the Manchester encoded signal. A low to high transition in V_d on the bus shall result in a low to high transition of the Manchester encoded signal.

NOTE 1 Manchester encoding is defined in 9.2.



IEC 1503/2000

NOTE 1 La forme d'onde dans la figure 53 est montrée pour fournir un exemple des symboles «1», «0», «N+», et «N-». Cette forme d'onde ne représente pas un PhPDU réel. Voir l'article 9 pour les règles de codage.

NOTE 2 Les formes d'onde TxS et RxS dans la figure 53 sont indéterminées dans l'intervalle de temps mentionné comme recevant.

NOTE 3 Les signaux à l'interface MDS-MAU sont définis à l'article 10. Les signaux TxS, TxE et RxS présentés à la figure 53 sont accessibles uniquement si l'interface MDS-MAU l'est.

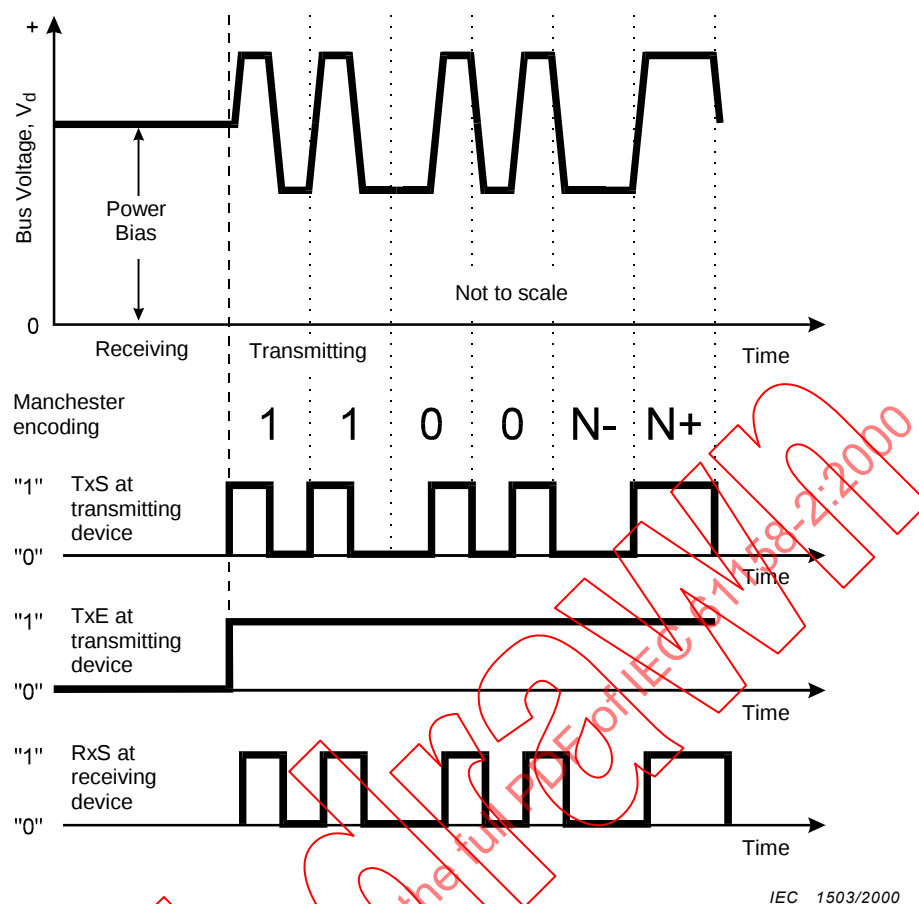
Figure 53 – Polarité du signal

22.3.5 Transition depuis «reçoit» à «transmet»

Quand un dispositif commence à transmettre, la forme d'onde de la sortie doit immédiatement satisfaire aux prescriptions de 22.3.

NOTE 1 Il n'y a pas de prescription pour faire passer le courant du dispositif depuis sa valeur «reçoit» à sa valeur «transmet».

NOTE 2 Quatre exemples pour différentes valeurs de courant de repos d'un dispositif sont présentés à la figure 54. Cette figure est incluse dans la présente partie de la CEI 61158 à titre d'explication et n'implique pas une réalisation spécifique.



IEC 1503/2000

NOTE 2 The waveform in figure 53 is shown to provide an example of the "1", "0", "N+", and "N-" symbols. This waveform does not represent an actual PhPDU. See clause 9 for the encoding rules.

NOTE 3 The TxS and RxS waveforms in figure 53 are indeterminate in the time period marked "Receiving".

NOTE 4 The signals at the MDS-MAU interface are defined in clause 10. The TxS, TxE, and RxS signals shown in figure 53 are only accessible if the MDS-MAU interface is exposed.

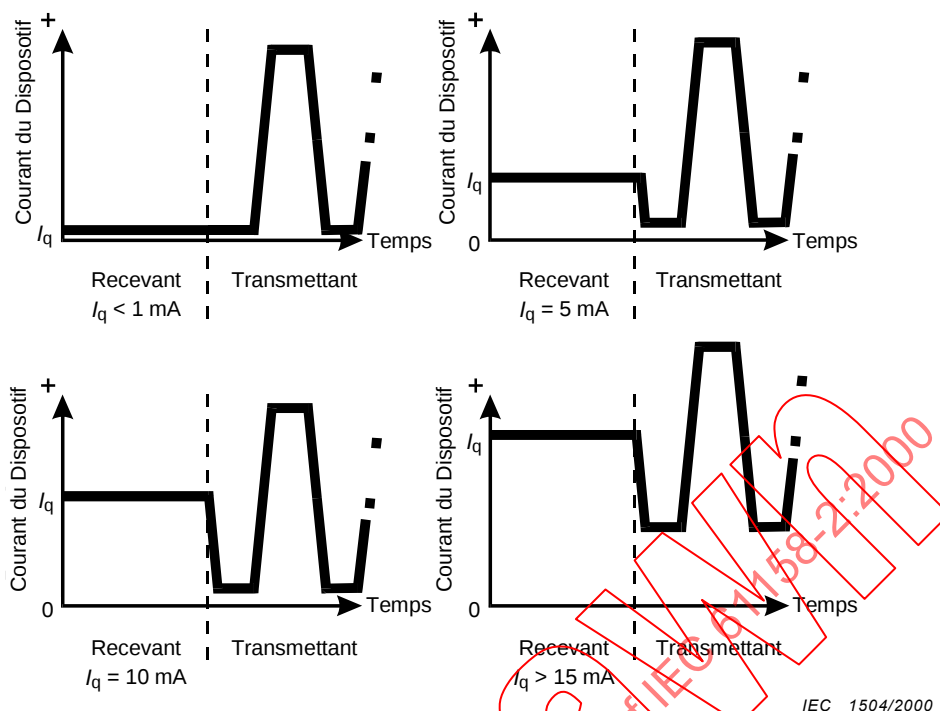
Figure 53 – Signal polarity

22.3.5 Transition from Receive to Transmit

When a device starts to transmit, the output waveform shall immediately comply with the requirements of 22.3.

NOTE 1 There is no requirement to ramp the device current from its receive value to the transmit value.

NOTE 2 Four examples for different values of device quiescent current are shown in figure 54. This figure is included in this part of IEC 61158 for explanatory purposes and does not imply a specific implementation.



IEC 1504/2000

Figure 54 – Transition depuis la réception vers la transmission

22.4 Spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

NOTE Pour la commodité, les prescriptions de 22.4 sont résumées dans le tableau 53.

Tableau 53 – Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

Caractéristiques du circuit de réception (valeurs rapportées au tronc)	Limites pour 31,25 kbit/s (alimentation par le bus et/ou SI)
Impédance d'entrée, mesurée sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$	$\geq 3 \text{ k}\Omega$
Sensibilité: signal crête à crête minimal devant être accepté (voir figure 55)	150 mV
Réjection du bruit: bruit crête à crête maximal devant être rejeté (voir figure 55)	75 mV
Gigue maximale du bit reçu (déviations du point de passage à zéro, voir figure 56)	$\pm 0,10$ durée de bit nominale

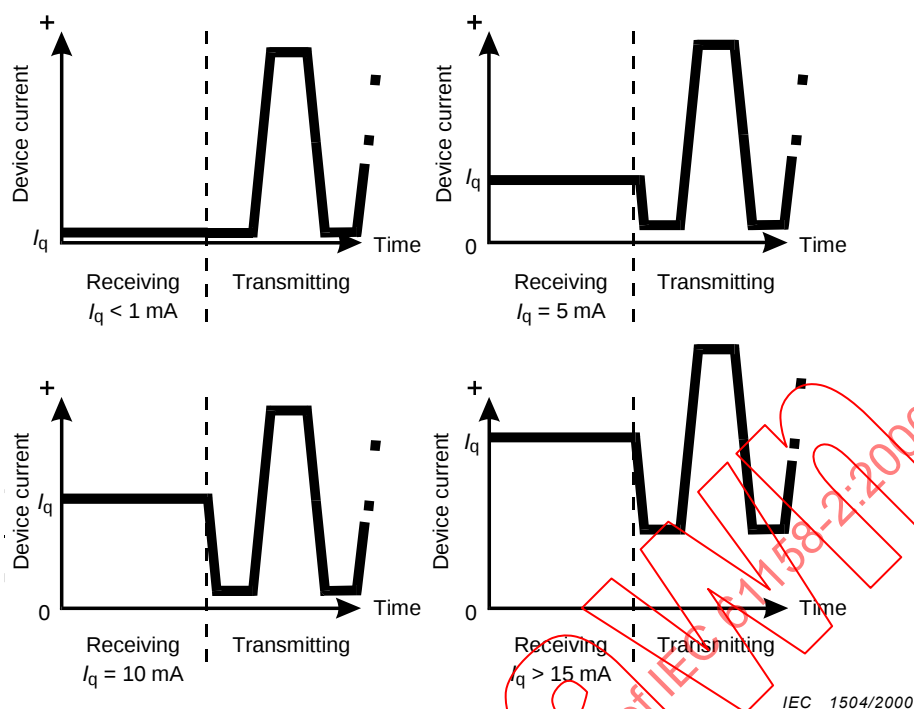


Figure 54 – Transition from Receiving to Transmitting

22.4 Receive circuit specification for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

NOTE For ease of reference, the requirements of 22.4 are summarized in table 53.

Table 53 – Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Receive circuit characteristics (values referred to trunk)	Limits for 31,25 kbit/s (bus powered and/or IS)
Input impedance, measured over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$	$\geq 3 \text{ k}\Omega$
Sensitivity; min. pk-pk signal required to be accepted (see figure 55)	150 mV
Noise rejection; max. pk-pk noise required to be rejected (see figure 55)	75 mV
Maximum received bit cell jitter (zero crossing point deviation, see figure 56)	$\pm 0,10$ nominal bit time

22.4.1 Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée différentielle d'un circuit de réception de MAU en mode tension à 31,25 kbit/s ne doit pas être inférieure à 3 k Ω sur la gamme de fréquences 0,25 f_r à 1,25 f_r (7,8 kHz à 39 kHz). Cette prescription s'applique après un temps de démarrage de 10 ms suivant le raccordement au réseau ou l'application de l'alimentation au réseau. Les dispositifs alimentés de façon indépendante (ou les dispositifs alimentés par le réseau capables d'être mis hors tension alors qu'ils sont raccordés au réseau) doivent satisfaire à cette prescription dans les états sous tension et hors tension, et pendant les transitions entre ces états. Cette impédance doit être mesurée aux bornes de l'élément de communication en utilisant un signal sinusoïdal d'amplitude supérieure au seuil de sensibilité du récepteur et inférieure à 2,0 V crête à crête.

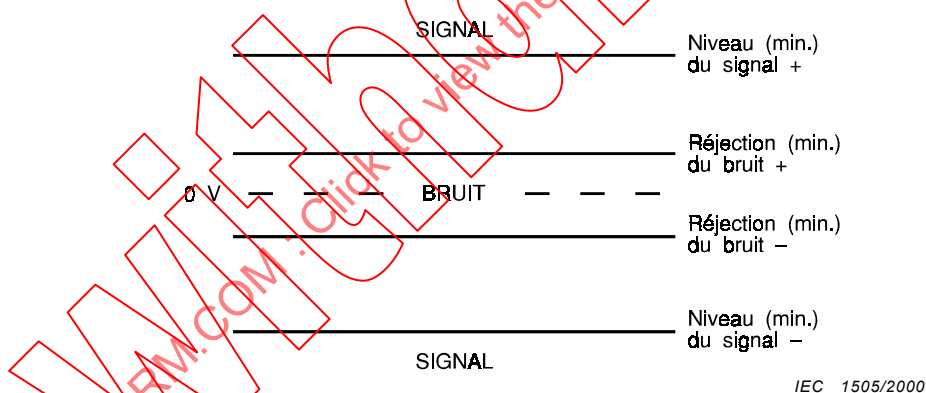
NOTE 1 La prescription d'une impédance d'entrée ≥ 3 k Ω durant la mise sous tension et la mise hors tension peut être satisfaite au moyen d'une mise hors service automatique de l'émetteur durant ces périodes.

NOTE 2 Les dispositifs munis de circuits électroniques de disjonction sur défaut peuvent avoir des impédances inférieures à la valeur spécifiée, en présence d'un défaut.

22.4.2 Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

Un circuit de réception de MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit être capable d'accepter un signal d'entrée dont l'amplitude n'est pas inférieure à 150 mV crête à crête, y compris surtension et oscillation (voir «niveau du signal» à la figure 55 en même temps que «amplitude positive» et «amplitude négative» à la figure 51).

Un circuit de réception de MAU en mode tension 31,25 kbit/s ne doit pas répondre à un signal d'entrée d'une amplitude crête à crête qui n'excède pas 75 mV (voir «réjection du bruit» à la figure 55).



IEC 1505/2000

Figure 55 – Sensibilité du récepteur et réjection du bruit

22.4.3 Susceptibilité aux parasites et taux d'erreurs

NOTE 1 Lorsque le Bus de Terrain fonctionne dans divers environnements de bruits normalisés, il est souhaitable que la probabilité qu'une Unité de Données d'Utilisateur de Couche Application contienne une erreur non détectée due au fonctionnement des entités de Couches Physiques et Liaison de Données chargées de leur transmission soit inférieure à 1 pour 6×10^9 (une erreur en 20 ans à 10 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait aux prescriptions de susceptibilité aux parasites suivantes. Celles-ci sont spécifiées au moyen d'un taux d'erreurs de trames détectées établi en utilisant un rapport de 10^6 entre erreurs détectées et non détectées. Cela devrait être aisément réalisable au moyen d'une Séquence de Contrôle de Trame de 16 bits au niveau de la Couche Liaison de Données.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 32 bits aléatoires de données d'utilisateur, avec un débit de trames maximal et avec des signaux d'amplitude 375 mV crête à crête, ne doit pas produire plus de 10 erreurs de trames détectées sur 60 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence d'une tension de mode commun ou d'un bruit gaussien tels que ci-après:

22.4.1 Input impedance

The differential input impedance of a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be no less than 3 k Ω over the frequency range 0,25 f_r to 1,25 f_r (7,8 kHz to 39 kHz). This requirement shall apply after a 10 ms startup time following connection to the network or application of power to the network. Independently-powered devices (or network-powered devices capable of being turned off while connected to the network) shall meet this requirement in the power-on and power-off states, and in transition between these states. This impedance shall be measured at the communication element terminals using a sine wave with a signal amplitude greater than the receiver sensitivity threshold and lower than 2,0 V peak-to-peak.

NOTE 1 The requirement for ≥ 3 k Ω input impedance during power-up and power-down may be met by automatic disabling of the transmitter during these periods.

NOTE 2 Devices with fault disconnection electronic circuits can have impedances less than the specified amount under fault conditions.

22.4.2 Receiver sensitivity and noise rejection

A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall be capable of accepting an input signal of amplitude no less than 150 mV peak-to-peak, including overvoltage and oscillation (see "signal level" in figure 55 together with "positive amplitude" and "negative amplitude" in figure 51).

A 31,25 kbit/s voltage-mode MAU receive circuit shall not respond to an input signal with a peak-to-peak amplitude which does not exceed 75 mV (see "noise rejection" in figure 55).

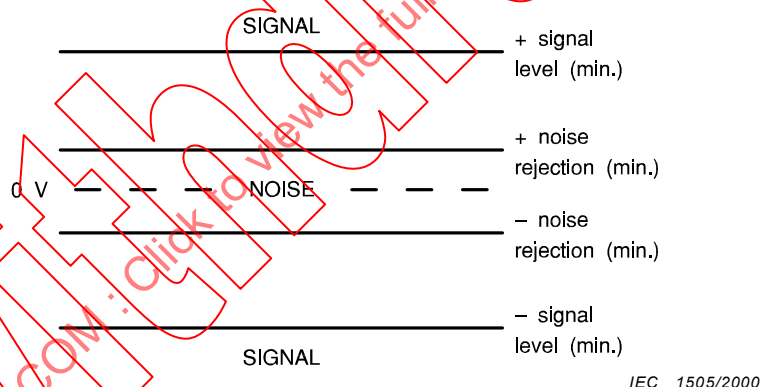


Figure 55 – Receiver sensitivity and noise rejection

22.4.3 Interference susceptibility and error rates

NOTE 1 When the Fieldbus is operating in a variety of standard noise environments the probability that an Application Layer User Data Unit contains an undetected error, due to operation of the conveying Physical and Data Link Layer entities, should be less than 1 in 6×10^9 (1 error in 20 years at 10 messages/s). A communication element is regarded as conforming to this theoretical requirement when it meets the following interference susceptibility requirements. These are specified by a detected frame error rate which is derived by using a ratio of detected to undetected errors of 10^6 . This should be readily achievable with a 16 bit Frame Check Sequence at the Data Link Layer.

A communication element which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 32 random user data bits, with maximum frame rate and with signals of 375 mV peak-to-peak amplitude, shall produce no more than 10 detected frame errors in 60 000 frames during operation in the presence of common mode voltage or Gaussian noise as follows:

- a) un signal sinusoïdal de mode commun de fréquence quelconque de 63 Hz à 2 MHz avec une amplitude de 4 V eff., et de 47 Hz à 63 Hz avec une amplitude de 250 V eff.;
- b) un signal continu de mode commun de ± 10 V;
- c) un bruit différentiel additif gaussien et blanc, dans la bande de fréquences 1 kHz à 100 kHz avec une densité de bruit de $70 \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ eff.

NOTE 2 Les spécifications de tension de mode commun et de bruit gaussien sont destinées aux essais de conformité du circuit de réception avec des charges symétriques, et ne sont pas représentatives de la pratique d'installation de systèmes.

Un élément de communication qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s, fonctionnant avec des trames contenant 32 bits aléatoires de données d'utilisateur, à une moyenné de 10 messages par seconde, avec des signaux d'amplitude 375 mV crête à crête, ne doit pas produire plus de 10 erreurs de trames détectées sur 1 000 trames lorsqu'il fonctionne en présence des environnements de parasites électromagnétiques ou électriques suivants:

- 1) un champ électromagnétique de 10 V/m tel que spécifié dans la CEI 61000-4-3 au niveau de sévérité 3;
- 2) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 61000-4-4 au niveau de sévérité 3.

La spécification de taux d'erreurs ci-dessus doit aussi être satisfaite après, mais non pendant le fonctionnement dans les environnements de bruits suivants:

- i) une décharge électrostatique de 8 kV sur les parties métalliques exposées telle que spécifiée dans la CEI 61000-4-2 au niveau de sévérité 3. Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai;
- ii) des essais de perturbations à haute fréquence telles que spécifiées à l'annexe E de la CEI 60255-22-1, Tension d'essai classe III (respectivement 2,5 kV et 1 kV pour les valeurs de crête du premier demi-cycle dans les modes longitudinal et transversal). Si le dispositif subit une perte temporaire de fonctionnalités ou de performances du fait de cet essai, il doit recouvrer toute perte de ce type sans intervention d'un opérateur, dans les 3 s qui suivent la fin de l'essai.

22.4.4 Gigue du bit reçu

Le circuit de réception doit accepter un signal codé en Manchester émis en conformité avec 22.1 et 22.3. De plus, le récepteur doit fonctionner correctement avec des signaux dont la variation du temps entre deux points de transition de signal (passages à zéro) adjacents quelconques est de $\pm 0,10$ durée de bit nominale ou moins. Voir la figure 56.

NOTE 1 Cela n'interdit pas l'utilisation de récepteurs ayant de meilleures performances que cette spécification.

NOTE 2 Selon la succession des symboles, le temps nominal entre passages à zéro peut être d'une demi-durée de bit ou d'une durée de bit.

NOTE 3 Il n'y a pas de prescription de rejeter un signal dont la variation de temps atteint une valeur spécifiée. Le récepteur rend compte d'une erreur quand la gigue du bit reçu excède son aptitude à décoder les signaux de façon fiable.

- a) a common mode sinusoidal signal of any frequency from 63 Hz to 2 MHz, with an amplitude of 4 V r.m.s. and from 47 Hz to 63 Hz with an amplitude of 250 V r.m.s.;
- b) a common mode d.c. signal of ± 10 V;
- c) white Gaussian additive differential noise in the frequency band 1 kHz to 100 kHz, with a noise density of $70 \mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$ r.m.s.

NOTE 2 The common mode voltage and Gaussian noise specifications are for receive circuit conformance testing with balanced loads and are not indicative of system installation practice.

A communication element which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU, operating with frames containing 32 random user data bits, at an average of 10 messages per second, with signals of 375 mV peak-to-peak amplitude, shall produce no more than 10 detected frame errors in 1 000 frames during operation in the presence of electromagnetic or electrical interference environments as follows:

- 1) 10 V/m electromagnetic field as specified in IEC 61000-4-3 at severity level 3;
- 2) electrical fast transient as specified in IEC 61000-4-4 at severity level 3.

The noise above error rate specification shall also be satisfied after but not during operation in the following noise environments:

- i) 8 kV electrostatic discharge to exposed metalwork as specified in IEC 61000-4-2 at severity level 3. If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test;
- ii) high frequency disturbance tests as specified in IEC 60255-22-1, appendix E, Test voltage class III (2,5 kV and 1 kV peak values of first half-cycle in longitudinal and transverse mode respectively). If the device suffers temporary loss of function or performance as a result of this test, it shall recover from any such loss without operator intervention within 3 s after the end of the test.

22.4.4 Received bit cell jitter

The receive circuit shall accept a Manchester encoded signal transmitted in accordance with 22.1 and 22.3. In addition, the receiver shall work properly with signals with the time variation between any two adjacent signal transition points (zero crossing) of $\pm 0,10$ nominal bit time or less. See figure 56.

NOTE 1 This does not preclude the use of receivers which perform better than this specification.

NOTE 2 Depending on the symbol pattern, the nominal time between zero crossings may be one-half or one bit time.

NOTE 3 There is no requirement to reject a signal with a specified time variation value. The receiver reports an error when the received bit cell jitter exceeds the receiver's ability to reliably decode signalling.

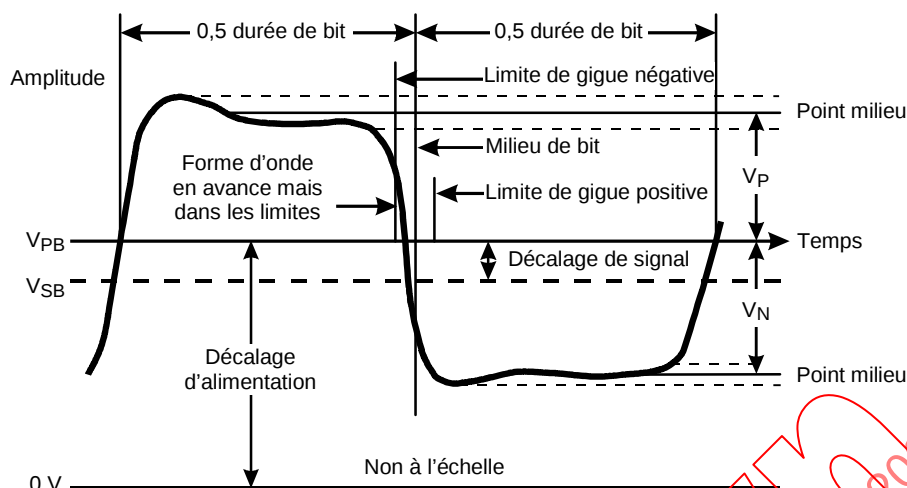


Figure 56 – Gigue du bit reçu

22.5 Inhibition de bavardage

La MAU doit être munie d'une fonction d'auto-interruption interdisant aux signaux émis d'atteindre le support. Le matériel situé dans la MAU (sans autre message extérieur que la détection des signaux de sortie ou d'une fuite via la fonction émission) doit ouvrir une fenêtre comprise entre 120 ms et 240 ms durant laquelle une trame normale peut être émise. Si la longueur de la trame excède cette durée, la fonction d'inhibition de bavardage doit empêcher les signaux de sortie qui suivent d'atteindre le support, et doit interdire leur renvoi en écho sur la ligne RxS (voir 10.2.2) pour signaler la détection de bavardage à la MDS.

La MAU doit remettre à l'état initial la fonction d'auto-interruption après une période de 3,0 s $\pm$ 50 %.

NOTE Cela n'inhibe pas le trafic du bus plus de 16 % ($\approx$ 240 ms/1,5 s) du temps disponible.

22.6 Distribution d'alimentation

NOTE 1 Un dispositif peut, de façon optionnelle, recevoir son alimentation via les conducteurs de signal ou être alimenté séparément.

NOTE 2 Un dispositif peut être certifié comme étant de Sécurité Intrinsèque avec l'une ou l'autre méthode d'alimentation.

NOTE 3 La présente partie de la CEI 61158 n'inclut pas de prescriptions pour la certification de SI, mais vise à exclure les conditions ou les situations qui pourraient empêcher la certification de SI.

NOTE 4 Un dispositif alimenté séparément peut être raccordé à un Bus de Terrain avec alimentation.

NOTE 5 Pour la commodité, les prescriptions de 22.6 sont résumées dans les tableaux 54 et 55.

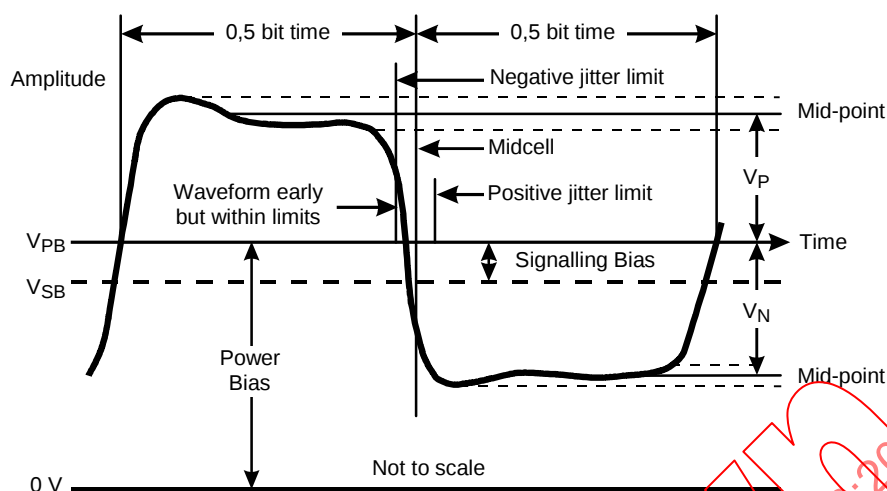


Figure 56 – Received bit cell jitter

22.5 Jabber inhibit

The MAU shall contain a self-interrupt capability to inhibit transmitted signals from reaching the medium. Hardware within the MAU (with no external message other than the detection of output signals or leakage via the transmit function) shall provide a window of between 120 ms and 240 ms during which time a normal frame may be transmitted. If the frame length exceeds this duration, the jabber inhibit function shall inhibit further output signals from reaching the medium and shall disable echo on the RxS line (see 10.2.2) to indicate jabber detection to the MDS.

The MAU shall reset the self-interrupt function after a period of $3,0 \text{ s} \pm 50 \%$.

NOTE This inhibits bus traffic for no more than 16 % ($\approx 240 \text{ ms} / 1,5 \text{ s}$) of the available time.

22.6 Power distribution

NOTE 1 A device can optionally receive power via the signal conductors or be separately powered.

NOTE 2 A device can be certified as Intrinsically safe with either method of receiving power.

NOTE 3 This part of IEC 61158 does not include requirements for IS certification but seeks to exclude conditions or situations which would prevent IS certification.

NOTE 4 A separately powered device can be connected to a powered Fieldbus.

NOTE 5 For ease of reference, the requirements of 22.6 are summarized in tables 54 and 55.

Tableau 54 – Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau pour la MAU en mode tension 31,25 kbit/s

Caractéristiques d'un dispositif alimenté par le réseau	Limites pour 31,25 kbit/s
Tension de fonctionnement	9,0 V à 32,0 V continus
Tenue minimale en tension, de l'une ou l'autre polarité, sans dommages	35 V
Vitesse maximale de variation du courant de repos (hors émission); cette prescription ne s'applique pas pendant les premières 20 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement ni pendant les premières 20 ms après l'application de l'alimentation au réseau.	1,0 mA/ms
Courant maximal; cette prescription s'applique durant l'intervalle de temps allant de 500 μ s à 20 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement ou de 500 μ s à 20 ms après l'application de l'alimentation au réseau (voir note).	Courant de repos assigné plus 20 mA
NOTE Les 500 μ s premières sont exclues pour permettre la charge des titres RFI et des autres capacités situées dans le dispositif. La spécification de vitesse de variation s'applique après 20 ms.	

Tableau 55 – Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau pour la MAU en mode tension à 31,25 kbit/s

Prescriptions relatives à la source d'alimentation du réseau	Limites pour 31,25 kbit/s
Tension de sortie, non SI	≤ 32 V continus
Tension de sortie, SI	Dépend des caractéristiques nominales de la barrière
Ondulation et bruit de sortie	Voir la figure 57
Impédance de sortie	Voir 22.6.3

22.6.1 Tension d'alimentation

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit être capable de fonctionner dans une gamme de tensions allant de 9 V à 32 V continus entre les deux conducteurs, ondulation incluse. Le dispositif doit supporter sans dommage une tension minimale de ± 35 V continus.

22.6.2 Alimentation via les conducteurs de signal

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il est alimenté par une source dont les spécifications sont les suivantes:

- La tension de sortie de la source d'alimentation pour des réseaux qui ne sont pas à SI doit être au maximum de 32 V continus, ondulation incluse.

NOTE 1 Pour les systèmes à SI, la tension de fonctionnement peut être limitée par les prescriptions de certification. Dans ce cas, la source d'alimentation sera située dans la zone de sécurité et sa tension de sortie sera réduite au moyen d'une barrière de sécurité ou d'un composant équivalent.

- Les prescriptions de claquage d'isolement du circuit de signal et du circuit de distribution d'alimentation par rapport à la terre et de l'un par rapport à l'autre, doivent être en accord avec la CEI 61131-2, tableau 17.

NOTE 2 La tension d'essai équivalente est à appliquer entre circuits isolés indépendants ou entre circuits isolés et parties conductrices accessibles. Pour les circuits de tension nominale ≤ 50 V continus ou eff., les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 444 V eff., 635 V continus et 635 V de crête d'impulsion. Pour les circuits de tension nominale comprise entre 150 V et 300 V eff., les tensions d'essai équivalentes au niveau de la mer sont 2 260 V eff., 3 175 V continue et 3 175 V de crête d'impulsion.

Table 54 – Network powered device characteristics for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Network powered device characteristics	Limits for 31,25 kbit/s
Operating voltage	9,0 V to 32,0 V d.c.
Minimum withstand voltage, either polarity, for no damage	35 V
Maximum rate of change of quiescent current (non-transmitting); this requirement does not apply within the first 20 ms after the connection of the device to an operating network or within the first 20 ms after the application of power to the network.	1,0 mA/ms
Maximum current; this requirement applies during the time interval of 500 μ s to 20 ms after the connection of the device to an operating network or 500 μ s to 20 ms after the application of power to the network (see note)	Rated quiescent current plus 20 mA
NOTE The first 500 μ s is excluded to allow for the charging of RFI filters and other capacitance in the device. The rate of change specification applies after 20 ms.	

Table 55 – Network power supply requirements for the 31,25 kbit/s voltage-mode MAU

Network power supply requirements	Limits for 31,25 kbit/s
Output voltage, non-IS	≤ 32 V d.c.
Output voltage, IS	Depends on barrier rating
Output ripple and noise	See figure 57
Output impedance	See 22.6.3

22.6.1 Supply voltage

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU shall be capable of operating within a voltage range of 9 V to 32 V d.c. between the two conductors including ripple. The device shall withstand a minimum voltage of ± 35 V d.c. without damage.

22.6.2 Powered via signal conductors

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU shall conform to the requirements of this part of IEC 61158 when powered by a supply with the following specifications:

- a) The output voltage of the power supply for non IS networks shall be 32 V d.c. maximum including ripple.

NOTE 1 For IS systems the operating voltage may be limited by the certification requirements. In this case, the power supply will be located in the safe area and its output voltage will be attenuated by a safety barrier or equivalent component.

- b) The breakdown requirements of the isolation of the signal circuit and the power distribution circuit from ground and from each other shall be in accordance with IEC 61131-2, table 17.

NOTE 2 The equivalent test voltage is to be applied between independent isolated circuits or between isolated circuits and accessible conducting parts. For circuits with a nominal voltage ≤ 50 V d.c. or r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 444 V r.m.s., 635 V d.c. and 635 V peak impulse test. For circuits with a nominal voltage between 150 V and 300 V r.m.s., the equivalent test voltages at sea level are 2 260 V r.m.s., 3 175 V d.c. and 3 175 V peak impulse test.

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit satisfaire aux prescriptions de la présente partie de la CEI 61158 lorsqu'il fonctionne avec les niveaux maximaux suivants d'ondulation et de bruit de la source d'alimentation:

- 16 mV crête à crête sur la gamme de fréquences $0,25 f_r$ à $1,25 f_r$ (7,8 kHz à 39 kHz);
- 2,0 V crête à crête sur la gamme de fréquences 47 Hz à 63 Hz pour les applications qui ne sont pas à SI;
- 0,2 V crête à crête sur la gamme de fréquences 47 Hz à 625 Hz pour les applications à SI;
- 1,6 V crête à crête aux fréquences supérieures à $125 f_r$, jusqu'à un maximum de 25 MHz;
- d'une façon générale, les niveaux en accord avec la figure 57, aux fréquences intermédiaires.

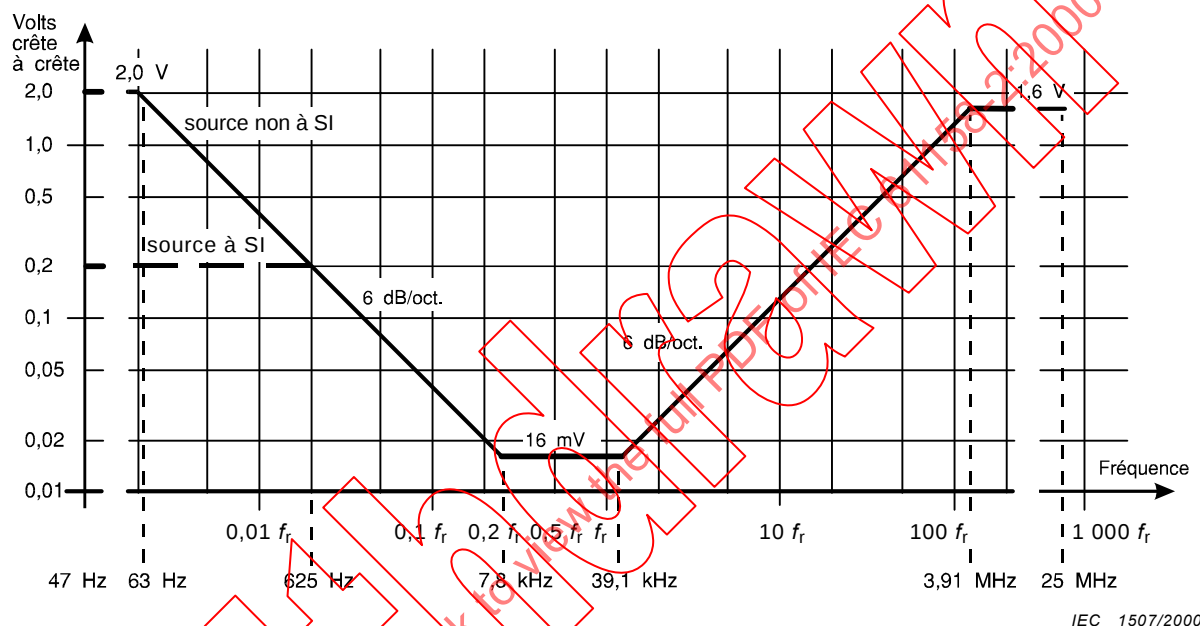


Figure 57 – Ondulation et bruit de la source d'alimentation

IEC 1507/2000

Un dispositif de Bus de Terrain qui inclut une MAU en mode tension à 31,25 kbit/s et est alimenté via les conducteurs de signal doit présenter une vitesse maximale de variation du courant tiré sur le réseau de 1mA/ms. Cette prescription ne s'applique pas: 1) pendant l'émission, 2) durant les premières 20 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement, 3) pendant les premières 20 ms après l'application de l'alimentation au réseau, ou 4) lors de sa séparation du réseau ou du retrait de l'alimentation du réseau. Un dispositif doit porter l'indication de son courant de repos assigné. Un dispositif ne doit pas tirer plus de 20 mA de plus que son courant nominal sur le réseau durant l'intervalle de temps allant de 500 μ s à 20 ms après le raccordement du dispositif à un réseau en fonctionnement ou de 500 μ s à 20 ms après l'application de l'alimentation au réseau.

NOTE 3 Les 500 μ s premières sont exclues pour permettre la charge des filtres RFI et des autres capacités situées dans le dispositif. La spécification de vitesse de variation s'applique après 20 ms.

22.6.3 Impédance de la source d'alimentation

L'alimentation utilisée pour fournir l'énergie aux conducteurs de signaux doit satisfaire aux spécifications d'impédance de 22.6.3.1, 22.6.3.2, 22.6.3.3.

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall be required to conform to the requirements of this part of IEC 61158 when operating with maximum levels of power supply ripple and noise as follows:

- 16 mV peak-to-peak over the frequency range $0,25 f_r$ to $1,25 f_r$ (7,8 kHz to 39 kHz);
- 2,0 V peak-to-peak over the frequency range 47 Hz to 63 Hz for non-IS applications;
- 0,2 V peak-to-peak over the frequency range 47 Hz to 625 Hz for IS applications;
- 1,6 V peak-to-peak at frequencies greater than $125 f_r$, up to a maximum of 25 MHz;
- levels at intermediate frequencies generally in accordance with figure 57.

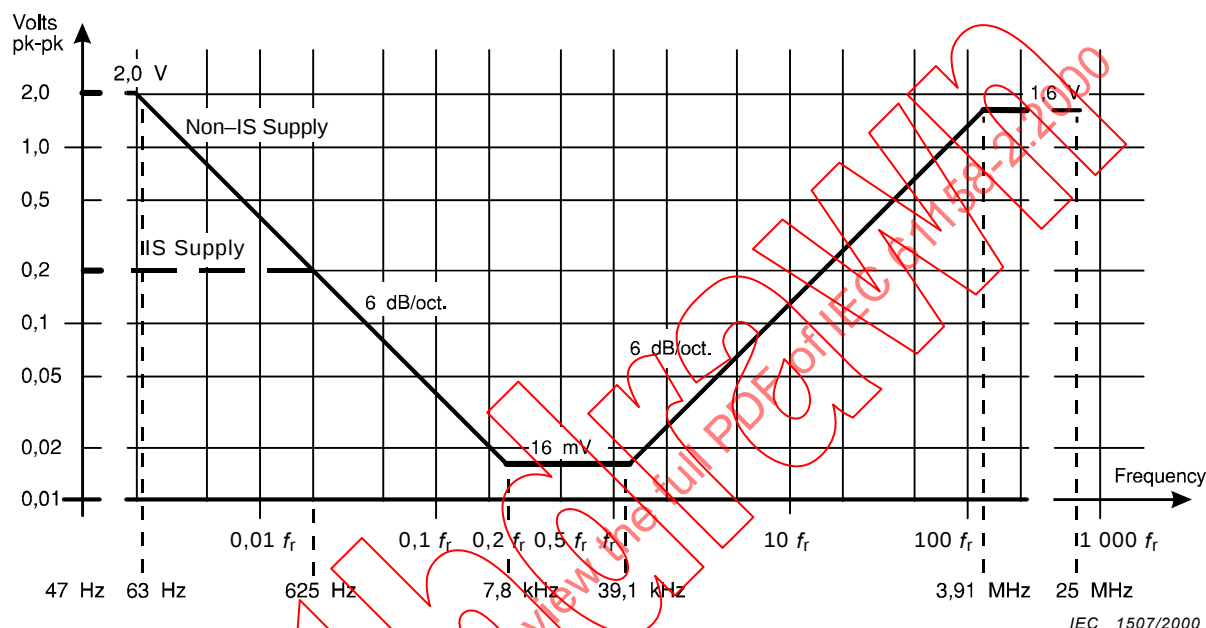


Figure 57 – Power supply ripple and noise

A Fieldbus device which includes a 31,25 kbit/s voltage-mode MAU and is powered via the signal conductors shall exhibit a maximum rate of change of current drawn from the network of 1 mA/ms. This requirement does not apply: 1) when transmitting, 2) within the first 20 ms after the connection of the device to an operating network, 3) within the first 20 ms after the application of power to the network, or 4) upon disconnection from the network or removal of power to the network. A device shall be marked with its rated quiescent current. A device shall draw no more than 20 mA above its rated current from the network during the time interval of 500 μ s to 20 ms after the connection of the device to an operating network or 500 μ s to 20 ms after the application of power to the network.

NOTE 3 The first 500 μ s are excluded to allow for the charging of RFI filters and other capacitance in the device. The rate of change specification applies after 20 ms.

22.6.3 Power supply impedance

The power supply used to provide power on the signal conductors shall comply with the impedance specification in 22.6.3.1, 22.6.3.2, or 22.6.3.3.

22.6.3.1 Impédance de la source d'alimentation pour les alimentations à une seule sortie

Pour les alimentations à une seule sortie, l'impédance de source de l'alimentation doit être mesurée en utilisant le circuit d'essai de la figure 58.

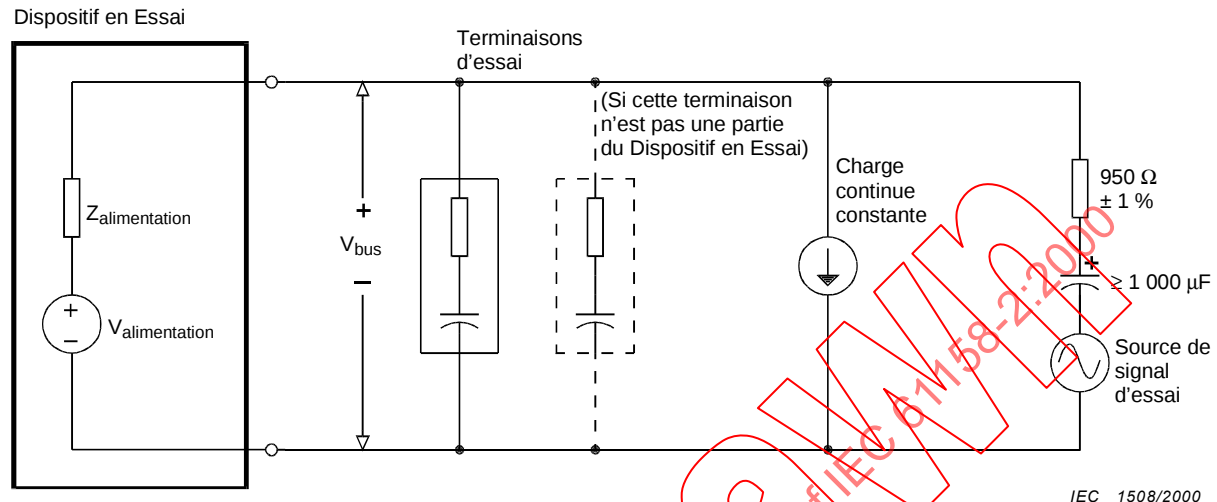


Figure 58 – Circuit d'essai pour les alimentations à une seule sortie

Les terminaisons d'essai présentées à la figure 58 doivent être chacune de $100 \Omega \pm 1 \%$ en série avec $1 \mu F \pm 5 \%$. Deux terminaisons d'essai doivent être utilisées dans le circuit d'essai si l'alimentation en essai n'a pas de terminaison interne. Si l'alimentation en essai a une terminaison interne qui est connectée en permanence, une seule terminaison d'essai doit être utilisée dans le circuit d'essai. Si l'alimentation en essai a une terminaison interne qui peut être optionnellement connectée, l'alimentation doit être essayée a) avec la terminaison interne et une terminaison d'essai et b) avec deux terminaisons d'essai et pas de terminaison interne.

Si l'alimentation est prévue pour être utilisée avec un réseau externe de détermination d'impédance (par exemple, comme cela pourrait être le cas avec des alimentations conçues pour être utilisées en redondance), l'alimentation doit être essayée le réseau externe connecté.

L'alimentation doit être essayée à 20 %, 50 % et 80 % de son courant de sortie assigné (ou 20 mA, suivant lequel de ces deux courants est le plus élevé), l'alimentation étant chargée par un courant continu constant qui varie au plus de 1 mA lorsque la tension varie de 1 V (c'est-à-dire que l'impédance interne de la source de courant est $\geq 1 \text{ k}\Omega$).

L'alimentation doit être essayée en surveillant la tension alternative sur le bus V_{BUS} lorsqu'on applique une onde sinusoïdale de $10 V_{pk-pk}$ par l'intermédiaire d'une source de signal d'essai à travers une résistance de $950 \Omega \pm 1 \%$ et d'un condensateur de couplage d'au moins $1\,000 \mu F$.

22.6.3.1 Power supply impedance for single output power supplies

For power supplies having a single output, power supply impedance shall be measured using the test circuit of figure 58.

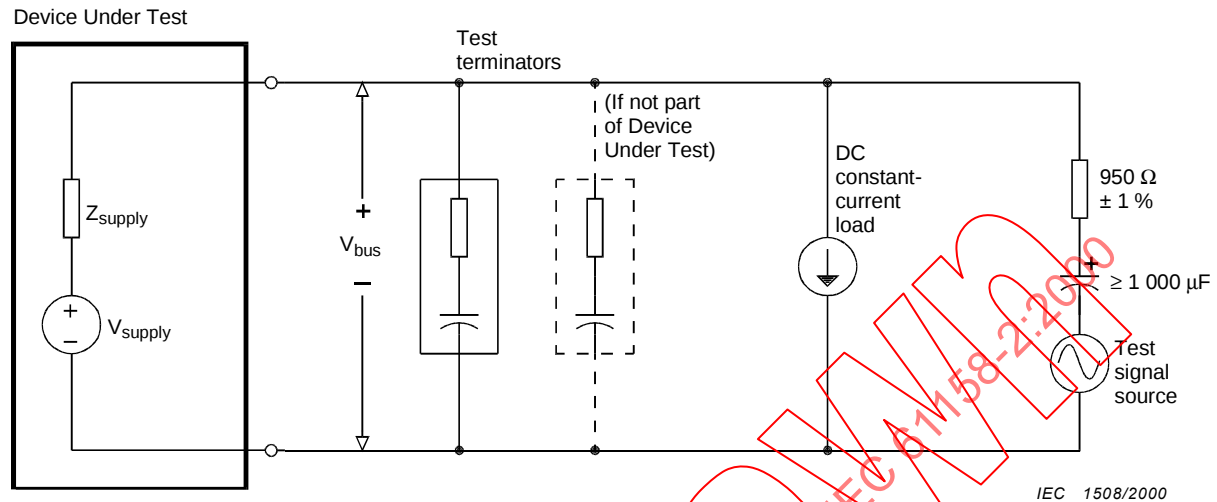


Figure 58 – Test Circuit for Single-Output Power Supplies

The test terminators shown in figure 58 shall each be $100\ \Omega \pm 1\%$ in series with $1\ \mu\text{F} \pm 5\%$. Two test terminators shall be used in the test circuit if the supply under test does not contain an internal terminator. If the supply under test contains an internal terminator which is always connected, only one test terminator shall be used in the test circuit. If the supply under test contains an internal terminator which can be optionally connected into the circuit, the supply shall be tested a) with the internal terminator and one test terminator and b) with two test terminators and no internal terminator.

If the power supply is intended to be used with an external impedance-determining network (for example, as might be the case with supplies designed to be used redundantly), the supply shall be tested with the external network connected.

The supply shall be tested at 20 %, 50 %, and 80 % of its rated output current (or 20 mA, whichever is greater), with the supply loaded by a d.c. constant-current load having 1 mA/V compliance or better (i.e. $\geq 1\ \text{k}\Omega$ impedance).

The power supply shall be tested by monitoring the a.c. bus voltage V_{BUS} while applying a $10\ \text{V}_{\text{pk-pk}}$ sine wave from a test signal source through a $950\ \Omega \pm 1\%$ resistor and a coupling capacitor of at least $1\ 000\ \mu\text{F}$.

La tension alternative mesurée sur le bus V_{BUS} doit être conforme aux prescriptions suivantes.

- Pour les alimentations qui ne sont pas à SI et qui sont prévues pour alimenter des barrières à SI:** V_{BUS} doit être comprise entre $0,40 V_{pk-pk}$ et $0,60 V_{pk-pk}$ à toutes les fréquences allant de 50 Hz à 39 kHz.
- Pour les alimentations à SI, et pour les alimentations qui ne sont à prévues pour alimenter une barrière à SI:** V_{BUS} doit être comprise entre $0,40 V_{pk-pk}$ et $0,60 V_{pk-pk}$ entre 3 kHz et 39 kHz, et ne doit pas augmenter ou décroître à une vitesse plus grande que 20 dB par décade pour toute fréquence allant de 50 Hz à 3 kHz.

NOTE Il est acceptable que les fonctions d'alimentation et de terminaison soient confondues, pour autant que l'ensemble soit électriquement équivalent à des dispositifs indépendants conformes à la présente partie de la CEI 61158, et si les règles de configuration du réseau de 22.2.2 sont suivies.

Les alimentations qui ne sont pas prévues pour alimenter des barrières de SI doivent être marquées «Ne pas utiliser avec des barrières de SI.»

22.6.3.2 Alimentation à travers une barrière de SI

L'impédance de sortie d'une barrière de sûreté intrinsèque doit être définie en fonction de ses caractéristiques dépendantes de la fréquence, lorsqu'elle est connectée dans le circuit d'essai de la figure 59.

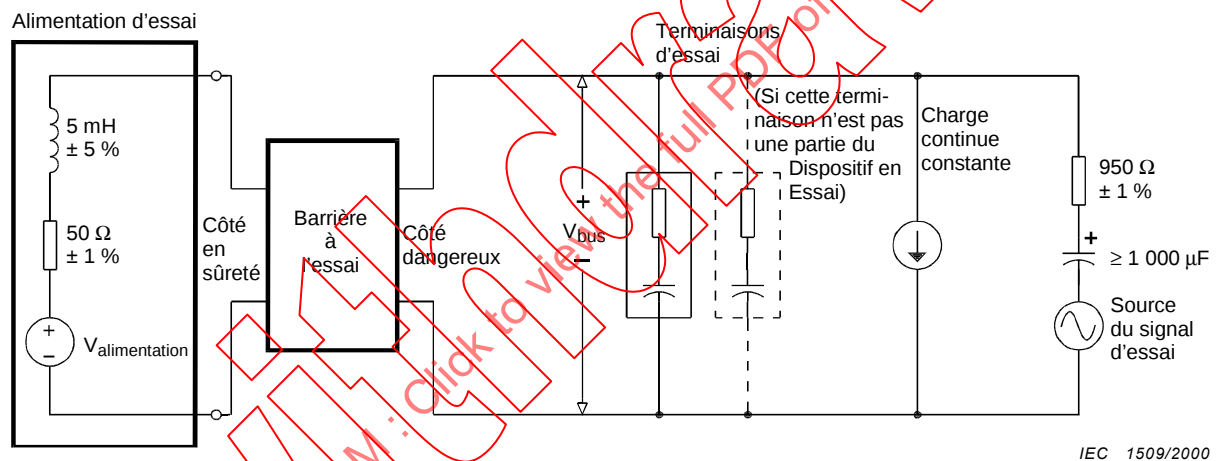


Figure 59 – Circuit d'essai dans le cas d'une alimentation à travers une barrière de SI

La source d'alimentation d'essai présentée à la figure 59 consiste en une source de tension continue à basse impédance en série avec $5 \text{ mH} \pm 5 \%$ et $50 \Omega \pm 1 \%$. Chacune des terminaisons d'essai doit être de $100 \Omega \pm 1 \%$ en série avec $1 \mu\text{F} \pm 5 \%$. Si la barrière contient une terminaison interne, la barrière doit être essayée avec une terminaison d'essai. Autrement, la barrière doit être essayée avec deux terminaisons d'essai.

La barrière doit être essayée à 20 %, 50 % et 80 % du courant de sortie assigné (ou 20 mA, selon lequel de ces deux courants est le plus élevé), quand elle est chargée par un courant continu constant qui varie au plus de 1 mA lorsque la tension varie de 1 V (c'est-à-dire que l'impédance interne de la source de courant est $\geq 1 \text{ k}\Omega$).

La barrière doit être essayée en surveillant la tension sur le bus V_{BUS} pendant que l'on applique une onde sinusoïdale de $10 V_{pk-pk}$ à partir d'une source de signal d'essai à travers une résistance de $950 \Omega \pm 1 \%$ et un condensateur de couplage d'au moins $1 000 \mu\text{F}$.

The measured a.c. bus voltage V_{BUS} shall conform to the following:

- For non-IS power supplies intended for feeding IS barriers:** V_{BUS} shall be between $0,40 V_{pk-pk}$ and $0,60 V_{p-p}$ at all frequencies from 50 Hz to 39 kHz.
- For IS power supplies, and for non-IS power supplies not intended for feeding IS barriers:** V_{BUS} shall be between $0,40 V_{pk-pk}$ and $0,60 V_{pk-pk}$ from 3 kHz to 39 kHz, and shall not increase or decrease at a rate greater than 20 dB per decade at any frequency from 50 Hz to 3 kHz.

NOTE 3 It is acceptable for the functions of power supply and terminator to be combined as long as the combination is electrically equivalent to the independent devices meeting the requirements of this part of IEC 61158, and if the network configuration rules of 22.2.2 are followed.

Power supplies not intended for feeding IS barriers shall be marked "Not for use with IS barriers".

22.6.3.2 Power distribution through an IS barrier

Intrinsic safety barrier output impedance shall be defined in terms of its frequency dependent characteristics when connected in the test circuit of figure 59.

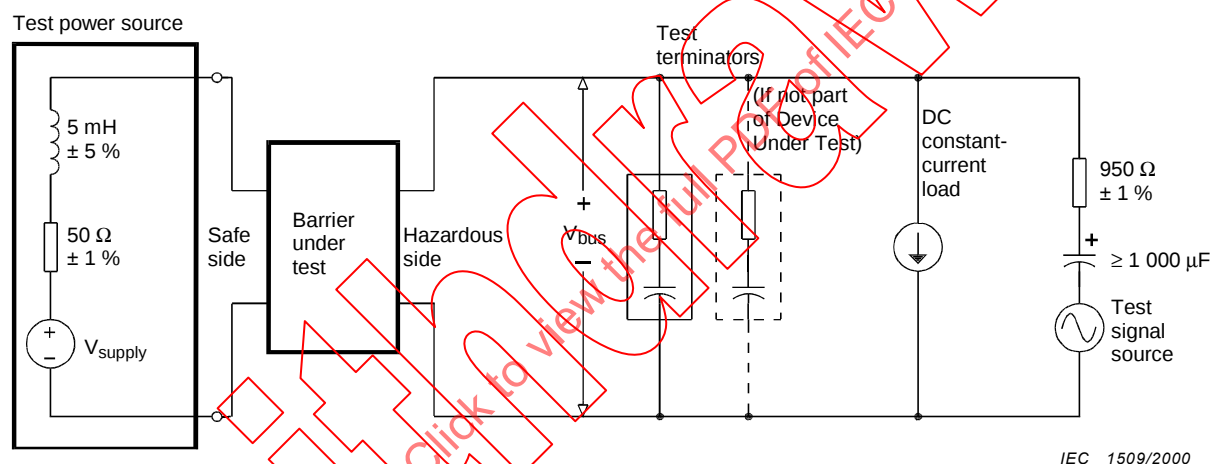


Figure 59 – Test circuit for power distribution through an IS barrier

The test power source shown in figure 59 consists of a low-impedance d.c. voltage source in series with $5 \text{ mH} \pm 5\%$ and $50 \Omega \pm 1\%$. The test terminators shall each be $100 \Omega \pm 1\%$ in series with $1 \mu\text{F} \pm 5\%$. If the barrier contains an internal terminator, the barrier shall be tested with one test terminator. Otherwise, the barrier shall be tested with two test terminators.

The barrier shall be tested at 20 %, 50 %, and 80 % of rated output current (or 20 mA, whichever is greater), when loaded by a d.c. constant-current load having 1 mA/V compliance or better (i.e. $\geq 1 \text{ k}\Omega$ impedance).

The barrier shall be tested by monitoring the bus voltage V_{BUS} while applying a $10 V_{pk-pk}$ sine wave from a test signal source through a $950 \Omega \pm 1\%$ resistor and a coupling capacitor of at least $1\,000 \mu\text{F}$.

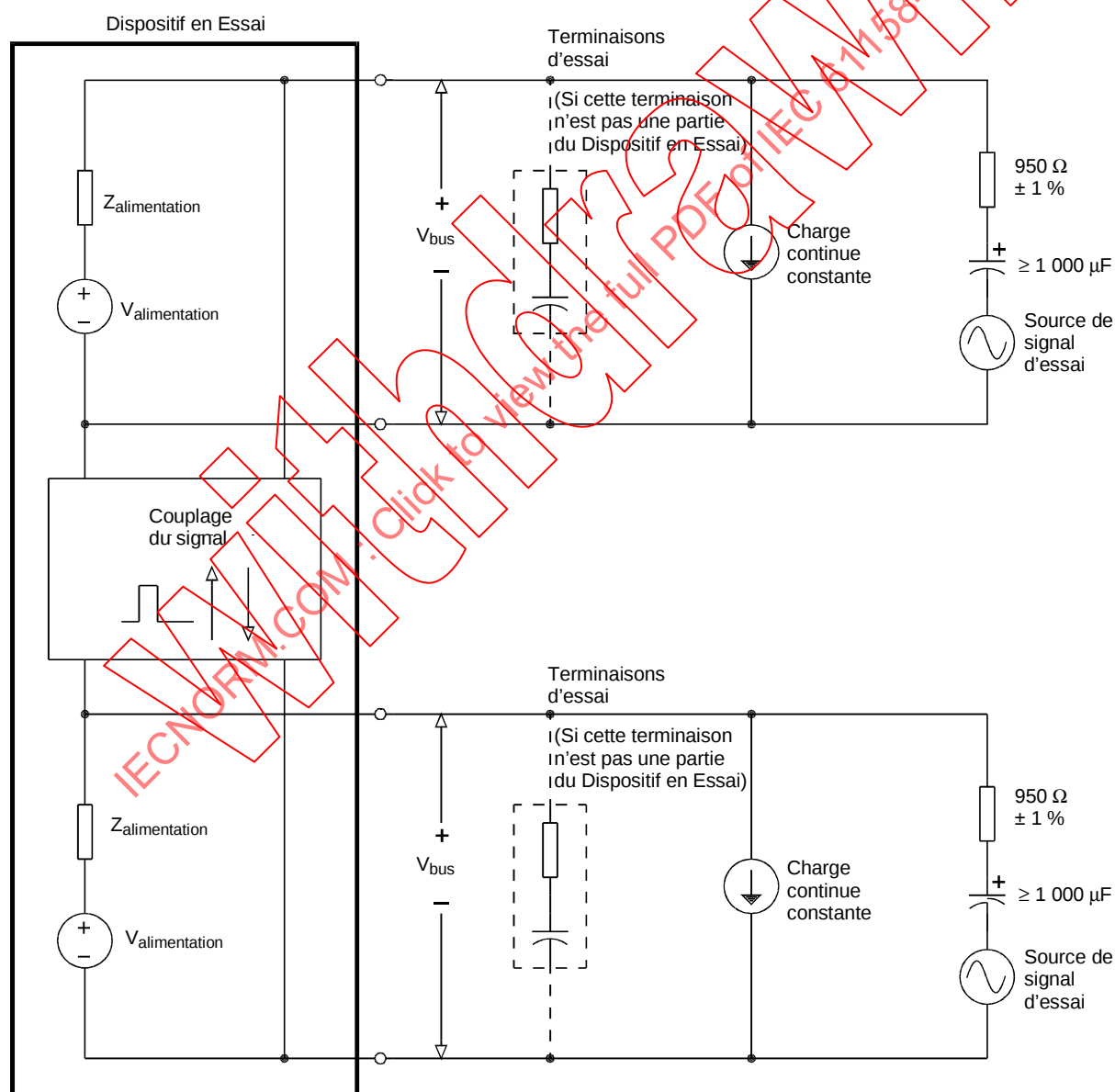
La tension alternative mesurée sur le bus V_{BUS} du côté dangereux de la barrière doit se situer entre $0,40 V_{pk-pk}$ et $0,60 V_{pk-pk}$ de 3 kHz à 39 kHz, et ne doit pas augmenter ou décroître à un taux plus élevé que 20 dB par décade à toute fréquence comprise entre 50 Hz et 3 kHz.

NOTE Il est acceptable que les fonctions d'alimentation, de barrière SI, et de terminaison soient combinées de différentes manières pour autant que cette combinaison soit électriquement équivalente aux dispositifs indépendants qui remplissent les exigences de la présente partie de la CEI 61158, et pourvu que les règles de configuration du réseau de 22.2.2 soient suivies.

22.6.3.3 Impédance de l'alimentation pour des alimentations à plusieurs sorties ayant des dispositifs de couplage du signal entre les sorties

NOTE 1 La présente section est applicable aux isolateurs galvaniques, aux coupleurs actifs et autres dispositifs pourvus de ports de signaux et d'alimentation multiples.

Pour les alimentations à plusieurs sorties ayant un couplage du signal de communication du Bus de Terrain entre les sorties, l'impédance de l'alimentation doit être mesurée en utilisant le circuit d'essai de la figure 60.



IEC 1510/2000

Figure 60 – Circuit d'essai pour les alimentations à plusieurs sorties avec dispositif de couplage du signal entre les sorties

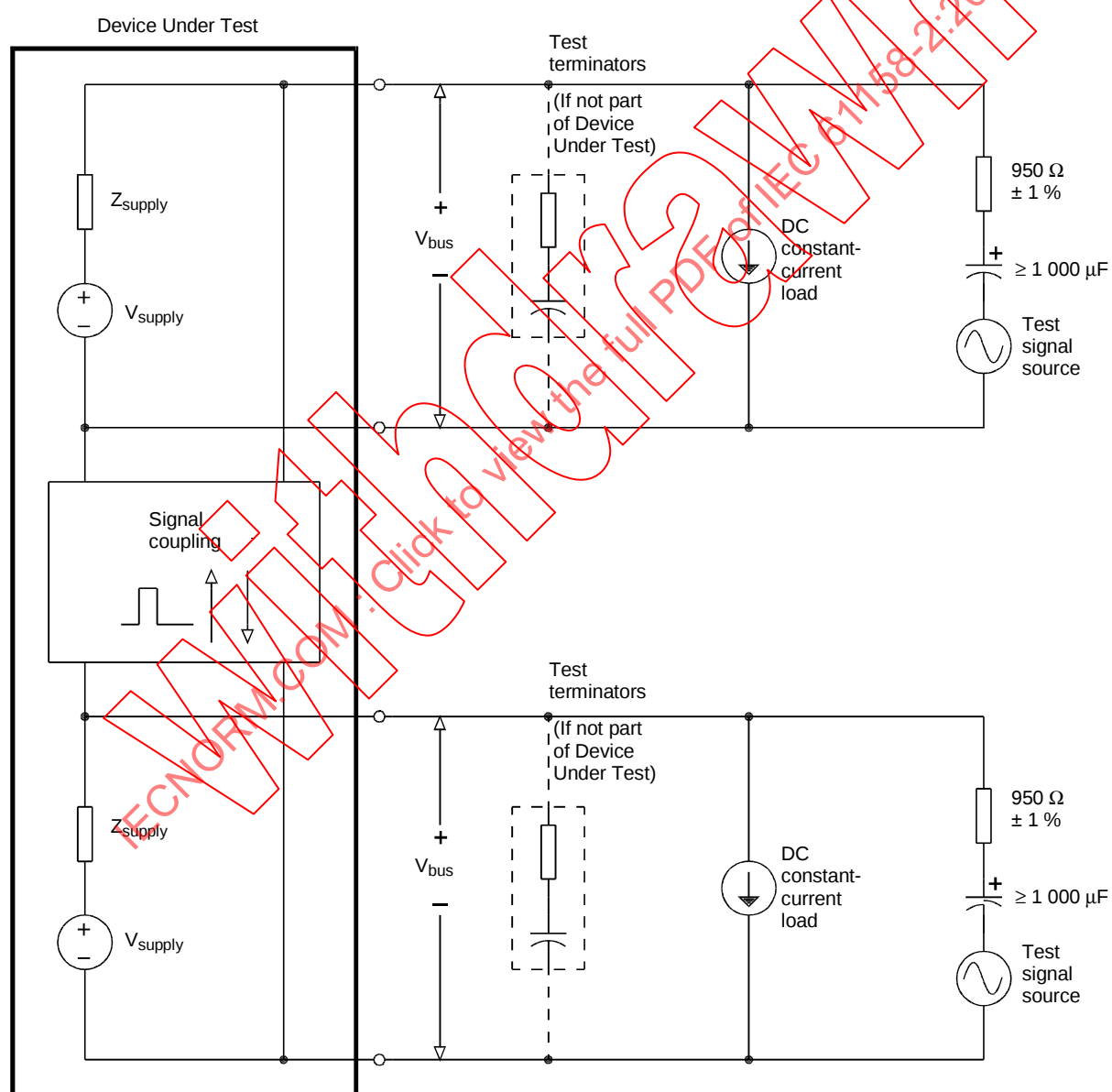
The measured a.c. bus voltage V_{BUS} on the hazardous side of the barrier shall be between $0,40 V_{\text{pk-pk}}$ and $0,60 V_{\text{pk-pk}}$ from 3 kHz to 39 kHz, and shall not increase or decrease at a rate greater than 20 dB per decade at any frequency from 50 Hz to 3 kHz.

NOTE It is acceptable for the functions of power supply, IS barrier and terminator to be combined in various ways as long as the combination is electrically equivalent to the independent devices meeting the requirements of this part of IEC 61158, and if the network configuration rules of 22.2.2 are followed.

22.6.3.3 Power supply impedance for multiple-output supplies with signal coupling between outputs

NOTE 1 This section is applicable to galvanic isolators, active couplers, and other devices providing multiple power and signal ports.

For multiple-output power supplies with a coupling of Fieldbus communication signal between outputs, power supply impedance shall be measured using the test circuit of figure 60.



IEC 1510/2000

Figure 60 – Test circuit for multiple output supplies with signal coupling