

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
1158-2

1993

AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1

1995-11

---

---

Amendement 1

**Bus de Terrain utilisé dans les systèmes  
de contrôle industriels –**

**Partie 2:**  
Spécification de la couche physique et  
définition du service

Amendment 1

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

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

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

W

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

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 65C: Communications numériques, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
65C/143/DIS	65C/151/RDV

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

Page 2

## SOMMAIRE

*Ajouter les titres des articles 15, 16, 17 et 18 suivants:*

- 15 Unité de liaison au support (MAU) en monofibre à 31,25 kbit/s sur support optique
- 16 Unité de liaison au support (MAU) en double fibre à 31,25 kbit/s sur support optique
- 17 Unité de liaison au support (MAU) à 1,0 Mbit/s en double fibre sur support optique
- 18 Unité de liaison au support (MAU) à 2,5 Mbit/s en double fibre sur support optique

*Ajouter les titres des annexes D, E et F suivants.*

- D Etoiles optiques passives
- E Topologie en étoile
- F Fibres alternatives

*Ajouter à la liste des tableaux, les titres des tableaux 27 à 46 suivants:*

- 27 Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre
- 28 Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre
- 29 Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 31,25 bit/s en mode monofibre
- 30 Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 31,25 kbit/s en mode monofibre
- 31 Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 31,25 kbit/s en mode mono fibre
- 32 Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double-fibre
- 33 Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double-fibre

## FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 65C: Digital communications, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on voting
65C/143/DIS	65C/151/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.

Page 3

## CONTENTS

*Add the titles of clauses 15, 16, 17 and 18 as follows:*

- 15 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical medium
- 16 Medium Attachment Unit (MAU): 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical medium
- 17 Medium Attachment Unit (MAU): 1,0 Mbit/s, dual fibre mode, optical medium
- 18 Medium Attachment Unit (MAU): 2,5 Mbit/s, dual fibre mode, optical medium

*Add the titles of annexes D, E and F, as follows;*

- D Optical passive stars
- E Star topology
- F Alternate fibres

*Add to the table list the titles of tables 27 to 46, as follows:*

- 27 Transmit level and spectral specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU
- 28 Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU
- 29 Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU
- 30 Transmit and receive level and spectral specifications for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical active star
- 31 Timing characteristics for a 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical active star
- 32 Transmit level and spectral specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU
- 33 Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU

Page 2

## SOMMAIRE

- 33 Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double-fibre
- 34 Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 31,25 kbit/s en mode double-fibre
- 35 Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 31,25 kbit/s en mode double-fibre
- 37 Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s
- 38 Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s
- 39 Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s
- 40 Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 1,0 Mbit/s
- 41 Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 1,0 Mbit/s
- 42 Résumé des spécifications du niveau émis et des spécifications spectrales pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s
- 43 Résumé des spécifications temporelles d'émission pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s
- 44 Résumé des spécifications du circuit de réception pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s
- 45 Niveaux d'émission et de réception et spécifications spectrales pour une étoile active optique à 2,5 Mbit/s
- 46 Caractéristiques temporelles d'une étoile optique active à 2,5 Mbit/s

*Ajouter, à la liste des figures, les titres des figures 37 à E.4 suivants:*

- 37 Forme d'onde optique pour une MAU optique à 31, 25 kbit/s en mode monofibre
- 38 Forme d'onde optique pour une MAU optique à 31, 25 kbit/s en double fibre
- 39 Forme d'onde optique pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s
- 40 Forme d'onde optique pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s
  
- A.9 Connecteur optique pour les environnements industriels typiques (connecteur FC)
- A.10 Connecteur optique pour les environnements industriels typiques (connecteur ST)
  
- D.1 Exemple d'une étoile optique passive par réflexion
- D.2 Exemple d'une étoile optique passive par transmission
  
- E.1 Exemple d'une topologie en étoile à 31,25 kbit/s en mode monofibre
- E.2 Topologie multi-étoile avec une MAU à 1,0 Mbit/s
- E.3 Exemple de mixité entre les supports filaire et optique pour un débit binaire de 31,25 kbit/s
- E.4 Exemple de mixité entre les supports filaire et optique pour un débit binaire de 1,0 Mbit/s

Page 2

## CONTENTS

- 34 Receive circuit specification summary for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU
- 35 Transmit and receive level and spectral specifications for 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical active star
- 36 Timing characteristics for a 31,25 kbit/s, dual fibre mode optical active star
- 37 Transmit level and spectral specification summary for 1,0 Mbit/s optical MAU
- 38 Transmit timing specification summary for 1,0 Mbit/s optical MAU
- 39 Receive circuit specification summary for 1,0 Mbit/s optical MAU
- 40 Transmit and receive level and spectral specifications for 1,0 Mbit/s optical active star
- 41 Timing characteristics of a 1,0 Mbit/s optical active star
- 42 Transmit level and spectral specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU
- 43 Transmit timing specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU
- 44 Receive circuit specification summary for 2,5 Mbit/s optical MAU
- 45 Transmit and receive level and spectral specifications for 2,5 Mbit/s optical active star
- 46 Timing characteristics of a 2,5 Mbit/s optical active star

*Add to the figure list the titles of figures 37 to E.4, as follows:*

- 37 Optical wave shape template, 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU
  - 38 Optical wave shape template, 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU
  - 39 Optical wave shape template, 1,0 Mbit/s optical MAU
  - 40 Optical wave shape template, 2,5 Mbit/s optical MAU
- 
- A.9 Optical connector for typical industrial environments (FC connector)
  - A.10 Optical connector for typical industrial environments (ST connector)
- 
- D.1 Example of an optical passive reflective star
  - D.2 Example of an optical passive transmissive star
- 
- E.1 Example of star topology with 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU
  - E.2 Multi-star topology with a 1,0 Mbit/s optical MAU
  - E.3 Example of mixture between wire and optical media for a 31,25 kbit/s bit rate
  - E.4 Example of mixture between wire and optical media for a 1,0 Mbit/s bit rate

Page 20

## 2 Références normatives

*Insérer, dans la liste existante, le titre de la norme suivant:*

CEI 793-2: 1992, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produit*

Page 194

*Ajouter, après le paragraphe 14.7.7, les nouveaux articles 15, 16, 17 et 18 suivants:*

## 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 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.

**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.

Page 21

## 2 Normative references

*Insert, in the existing list, the title of the following standard:*

IEC 793-2: 1992, *Optical fibres – Part 2: Product specifications*

Page 195

*Add, after subclause 14.7.7, the following new clauses 15, 16, 17 and 18:*

### 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):** The 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:** A 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:** The 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 **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  $\mu$ W

et si la mesure à la moitié temporelle d'un niveau bas donne: 5  $\mu$ W,

alors la différence est égale à: 100  $\mu$ W.

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.

15.1.2.12 **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 ( $\lambda_p$ ):** 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 IEC 793-2 [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.

15.1.2.5 **elementary optical path:** Point to point link with a single fibre optic waveguide.

15.1.2.6 **extinction ratio:** The 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 $\mu$ W,
and if the midpoint of Lo level is measured as	5 $\mu$ W,
then the difference is	100 $\mu$ W.

Therefore, the effective power is  $10 \log(100 \mu\text{W}/1 \text{ mW})$ , which equals -10,0 dBm. The extinction ratio is 105/5, which equals 21:1.

15.1.2.7 **fibre optic cable:** A 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:** The 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:** The 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:** A device that emits optical signals for propagation into a fibre optic waveguide through the CPIC.

15.1.2.11 **fibre optic waveguide:** A flexible, optically transparent strand that is used to transport optical signals from one geographic point to another geographic point.

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:** The 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:** A passive device, in which a signal from input fibres is distributed among output optical fibres.

15.1.2.15 **optical active star:** An 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:** The 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:** The 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 ( $\lambda_p$ ):** Wavelength at which radiant intensity is maximized.

15.1.2.19 **standard test fibre:** A silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with IEC 793-2 [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 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.

### 15.2.2 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 les 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 5 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.

## 15.2 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 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 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.

**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 ( $\lambda_p$ )	(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 (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.

### 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.

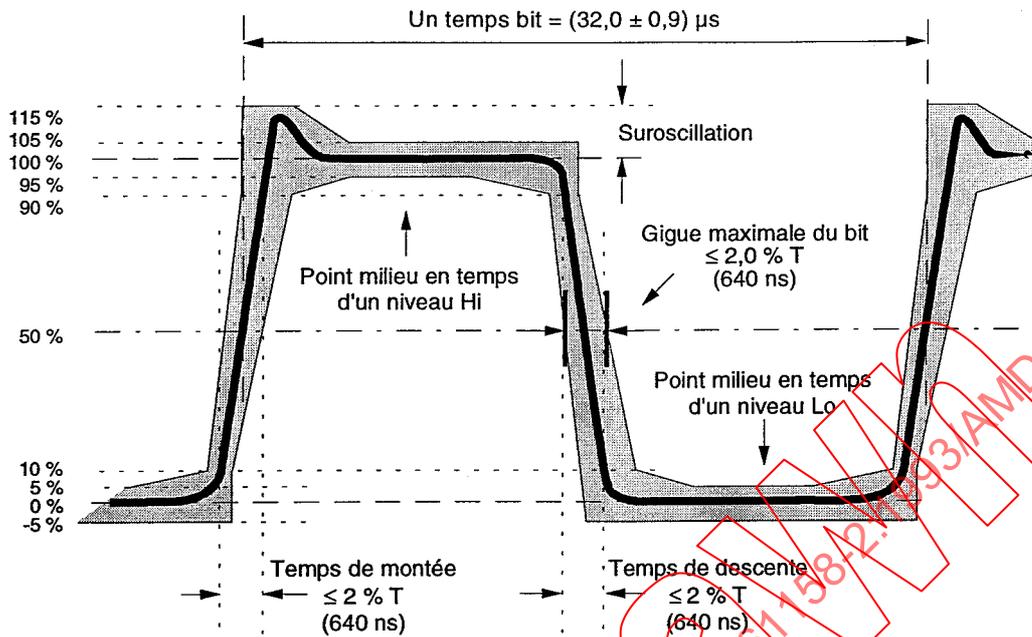
**Table 27 – Transmit level and spectral specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU**

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 ( $\lambda_p$ )	(850 ± 30) nm
Typical half-intensity wavelength ( $\Delta\lambda$ )	≤50 nm
Effective launch power Hi level	(-13,5 ± 1,0) dBm
Overshoot of transitions	≤15 % effective power
Extinction ratio	≥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 (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 - 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**

**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 ± 0,2 %
Durée instantanée d'un bit (31,25 kbit/s)	(32 ± 0,9) μs
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 d'un bit
Gigue maximale du bit émis	± 2,0 % durée nominale d'un bit

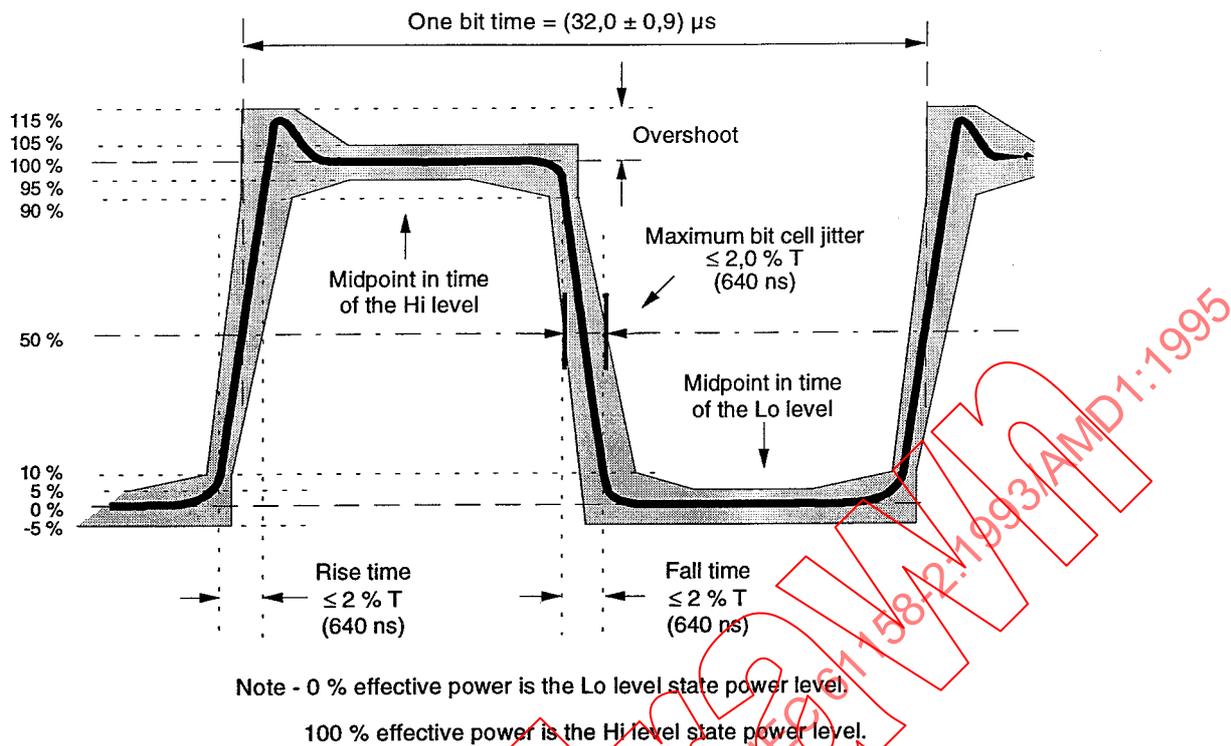


Figure 37 – Optical wave shape template, 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU

Table 28 – Transmit timing specification summary for 31,25 kbit/s, single fibre mode, optical MAU

Transmit timing characteristics (values referred to the CRIC 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)	$(32 \pm 0,9) \mu s$
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 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 le 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.

#### NOTES

- 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).
- 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  $6 \times 10^9$  (une erreur en 20 ans sur 10 messages/s). Un élément de communication est considéré comme conforme à cette prescription théorique quand il satisfait 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 est conforme au projet de document 5.9 Prescriptions fonctionnelles IEEE 802, paragraphes 5.6.1 et 5.6.2 et 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 -25,0 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 801-3 au niveau de sévérité 3;
- b) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 801-4 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 801-2 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;

#### 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:

- 30,0 dBm to –12,5 dBm effective power for low sensitivity;
- 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.

#### NOTES

- 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).
- 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  $6 \times 10^9$  (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  $10^9$ . This follows the IEEE 802 Functional requirements document draft 5.9, clauses 5.6.1 and 5.6.2 and 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 801-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 801-4 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 801-2 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) des essais de perturbations à hautes fréquences telles que spécifiées 3.1 de la CEI 255-22-1 (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 % (≈ 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.

#### 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:

2) high frequency disturbance tests as specified in 3.1 of IEC 255-22-1 (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 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:

- diamètre du coeur ( $\mu\text{m}$ ):	$100 \pm 5$
- diamètre de la gaine ( $\mu\text{m}$ ):	$140 \pm 4$
- concentricité coeur/gaine (%):	$\leq 6$
- non-circularité du coeur (%):	$\leq 6$
- non-circularité de la gaine (%):	$\leq 4$
- ouverture numérique:	$0,26 \pm 0,03$
- atténuation à 850 nm (dB/km):	$\leq 4,0$
- bande passante à 850 nm (MHz.km):	$\geq 100$

NOTE – Des fibres de tests alternatives sont autorisées. L'utilisation des fibres 50  $\mu\text{m}$  et 62,5  $\mu\text{m}$  est décrite en annexe F.

### 15.6.3 Etoile passive optique

NOTE – Pour plus d'information se reporter à l'annexe D.

### 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:

##### 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 retransmis sans retour (l'accès de celui qui reçoit cette trame ne la retransmet pas).

##### 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.

##### 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 original. Les caractéristiques temporelles (gigue) peuvent être régénérées, cette fonction étant optionnelle.

#### 15.6.4.3 Caractéristiques d'émission et de réception

##### Caractéristiques de niveaux

Les spécifications des niveaux d'émission et de réception sont les mêmes que celles d'une MAU optique (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:

– core diameter ( $\mu\text{m}$ ):	$100 \pm 5$
– cladding diameter ( $\mu\text{m}$ ):	$140 \pm 4$
– core/cladding concentricity (%):	$\leq 6$
– no circularity core (%):	$\leq 6$
– no circularity cladding (%):	$\leq 4$
– numerical aperture:	$0,26 \pm 0,03$
– attenuation for 850 nm (dB/km):	$\leq 4,0$
– bandwidth for 850 nm (MHz.km):	$\geq 100$

NOTE – Alternate test fibres are allowed. Operating using a 50  $\mu\text{m}$  or 62,5  $\mu\text{m}$  alternate test fibres is described in annex F.

### 15.6.3 *Optical passive star*

NOTE – For more information, see annex D.

### 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.

##### 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).

##### 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.

##### 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 Transmit and receive characteristics

##### Level characteristics

Transmit and receive level specifications are the same as those of an optical MAU (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:

- 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 ( $\lambda_p$ )	(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	Système basse sensibilité	Système haute sensibilité
(puissance effective)	-30,0 dBm à -12,5 dBm	-40,0 dBm à -20,0 dBm

Caractéristiques temporelles

Les spécifications temporelles d'émission et de réception d'une étoile active optique concernent (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
NOTES	
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.	
2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.	

- 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 ( $\lambda_p$ )	(850 ± 30) nm	
Typical half intensity wavelength ( $\Delta\lambda$ )	≤ 50 nm	
Effective launch power Hi level	(-13,5 ± 1,0) dBm	
	Low sensitivity system	High sensitivity system
Receiver operating range (effective power)	-30,0 dBm to -12,5 dBm	-40,0 dBm to -20,0 dBm

#### Timing characteristics

Transmit and receive timing specifications of an optical active star concern (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)	±2,0 % nominal bit time
<b>NOTES</b>	
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.	
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 793-2 [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 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:** A silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with IEC 793-2 [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 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.

16.3.2 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 ( $\lambda_p$ )	(850 ± 30) nm
Largeur spectrale à mi-hauteur typique ( $\Delta\lambda$ )	≤ 50 nm
Puissance effective couplée pour un niveau haut (Hi)	(- 11,5 ± 1,5) dBm
Suroscillation des transitions	≤ 15 % puissance effective
Ratio d'extinction	≥ 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 (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 ± 0,2 %
Durée instantanée d'un bit (31,25 kbit/s)	(32 ± 0,9) µs
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 d'un bit
Gigue maximale du bit émis	± 2,0 % durée nominale d'un bit

### 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 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 ( $\lambda_p$ )	(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 % effective power
Extinction ratio	≥20:1

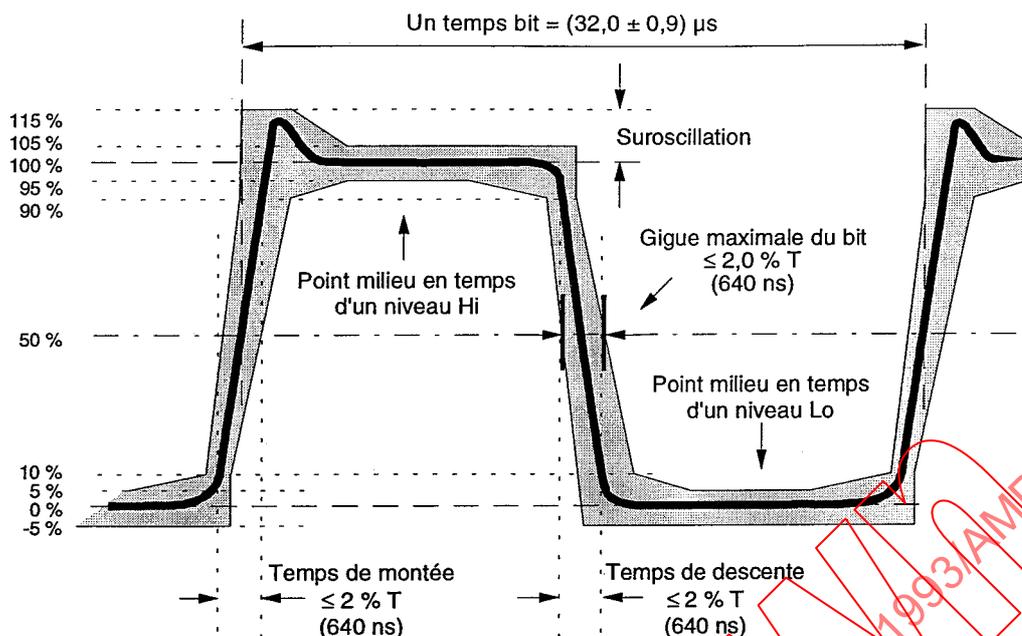
### 16.3.3 Output timing specification

A 31,25 kbit/s, dual fibre mode, optical MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements (figure 37). 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 ± 0,2 %
Instantaneous bit time (31,25 kbit/s)	(32 ± 0,9) µs
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 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:

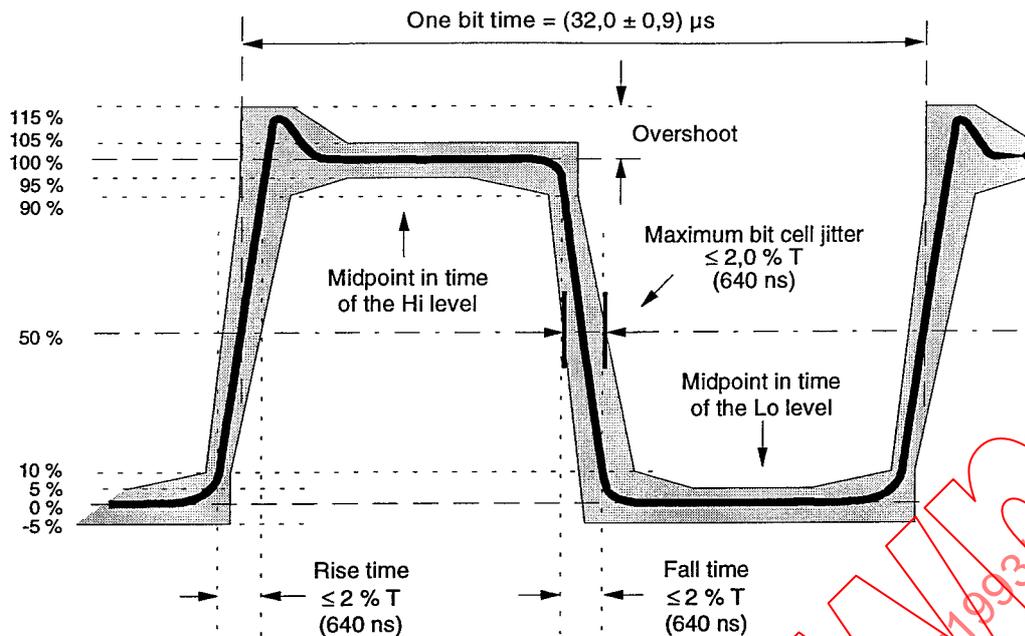
- 30,0 dBm à -10,0 dBm, puissance effective pour la basse sensibilité;
- 40,0 dBm à -20,0 dBm, puissance effective pour la grande sensibilité.

##### 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.

#### NOTES

- 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).
- 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.



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.

#### NOTES

- 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).
- 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 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, doit être inférieure à 1 pour  $6 \times 10^9$  (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 est conforme au projet de document 5.9 Prescriptions fonctionnelles IEEE 802, paragraphes 5.6.1 et 5.6.2 et 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 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 801-3 au niveau de sévérité 3;
- b) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 801-4 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 801-2 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 255-22-1, (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 secondes 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	

### 16.4.3 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  $6 \times 10^9$  (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 follows the IEEE 802 Functional requirements document draft 5.9, subclauses 5.6.1 and 5.6.2 and 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, 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 801-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 801-4 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 801-2 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 255-22-1 (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 $\mu$ m 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	$\pm 14,0$ % nominal bit time	

### 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  $3 \text{ s} \pm 50 \%$ .

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.

#### 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 cœur ( $\mu\text{m}$ ):	$62,5 \pm 3$
– diamètre de la gaine ( $\mu\text{m}$ ):	$125 \pm 3$
– concentricité cœur/gaine (%):	$\leq 6$
– non-circularité du cœur (%):	$\leq 6$
– non-circularité de la gaine (%):	$\leq 2$
– diamètre du revêtement primaire ( $\mu\text{m}$ ):	$250 \pm 15$
– ouverture numérique:	$0,275 \pm 0,015$
– atténuation à 850 nm (dB/km):	$\leq 3,0$
– bande passante à 850 nm (MHz.km):	$\geq 200$

NOTE – Des fibres de tests alternatives sont autorisées. L'utilisation des fibres 50  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$  est décrite en annexe F.

#### 16.6.3 Etoile passive optique

NOTE – Pour plus d'informations, se reporter à l'annexe D.

### 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  $\pm$  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 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 ( $\mu\text{m}$ ):	62,5 $\pm$ 3
– cladding diameter ( $\mu\text{m}$ ):	125 $\pm$ 3
– core/cladding concentricity (%):	$\leq$ 6
– no circularity core (%):	$\leq$ 6
– no circularity cladding (%):	$\leq$ 2
– external primary coating diameter ( $\mu\text{m}$ ):	250 $\pm$ 15
– numerical aperture:	0,275 $\pm$ 0,015
– attenuation for 850 nm (dB/km):	$\leq$ 3,0
– bandwidth for 850 nm (MHz.km):	$\geq$ 200

NOTE – Alternate test fibres are allowed. Operation using a 50  $\mu\text{m}$  and 100  $\mu\text{m}$  alternate test fibres is described in annex F.

#### 16.6.3 Optical passive star

NOTE – For more information see annex D.

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

Caractéristiques de niveaux

Les spécifications des niveaux d'émission et de réception sont les mêmes que celles d'une MAU optique (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.

**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 ( $\lambda_p$ )	(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

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.

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

Level characteristics

Transmit and receive level specifications are the same as those of an optical MAU (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.

**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 ( $\lambda_p$ )	(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

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.

**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
<p><b>NOTES</b></p> <p>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.</p> <p>2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.</p>	

## 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  $(1,0 \pm 0,015) \mu\text{s}$ .

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.

**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)	$\leq 2$ % nominal bit time
Maximum temporal deformation between optical input port and optical output port (see note 1)	$\pm 3$ % 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)	$\leq 2$ 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
<b>NOTES</b> 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. 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  $\pm$  0,01 % average over a frame having a minimum length of 16 octets. The instantaneous bit time shall be (1,0  $\pm$  0,015)  $\mu$ s.

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:** A passive device in which a signal from an input fibre is distributed among a larger number of output optical fibres.

**17.1.2.19 fibre de test standard:** Fibre optique silice dont les caractéristiques nominales sont compatibles avec la CEI 793-2 [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.

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.

**17.1.2.19 standard test fibre:** A silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with IEC 793-2 [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 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, 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 turnaround 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) 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 *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 ( $\lambda_p$ )	(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 (figure 39). Les caractéristiques temporelles sont mesurées à une température de 25 °C. Les spécifications temporelles de sortie sont présentées dans le tableau 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 ± 0,01 %
Durée instantanée d'un bit (1,0 Mbit/s)	(1,0 ± 0,015) µs
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 d'un bit
Gigue maximale du bit émis	±2,0 % durée nominale d'un bit

### 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**

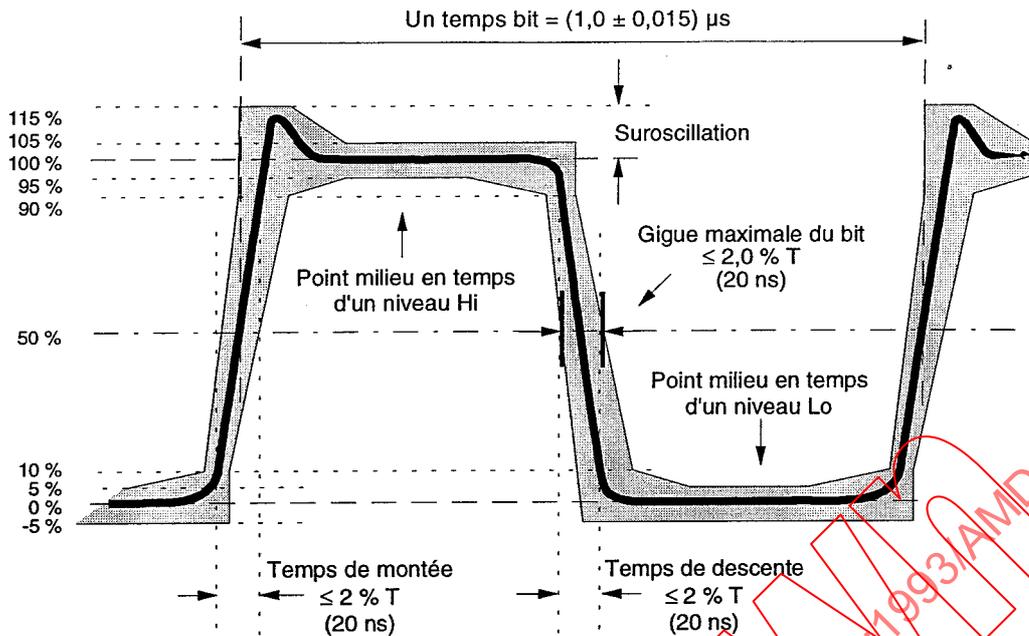
Transmit level and spectral characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 1,0 Mbit/s (62,5/125 µm fibre)
Peak emission wavelength ( $\lambda_p$ )	$(850 \pm 30)$ nm
Typical half-intensity wavelength ( $\Delta\lambda$ )	50 nm
Extinction ratio	$\geq 20:1$
Effective launch power Hi level	$(-11,5 \pm 1,5)$ dBm
Overshoot of transitions	$\leq 15\%$ 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 (figure 39). Timing characteristics are measured at a temperature of 25 °C. Output timing specification is shown in table 38.

**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 µs $\pm$ 0,015 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 39 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 1,0 Mbit/s**

**17.4 Specifications 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:

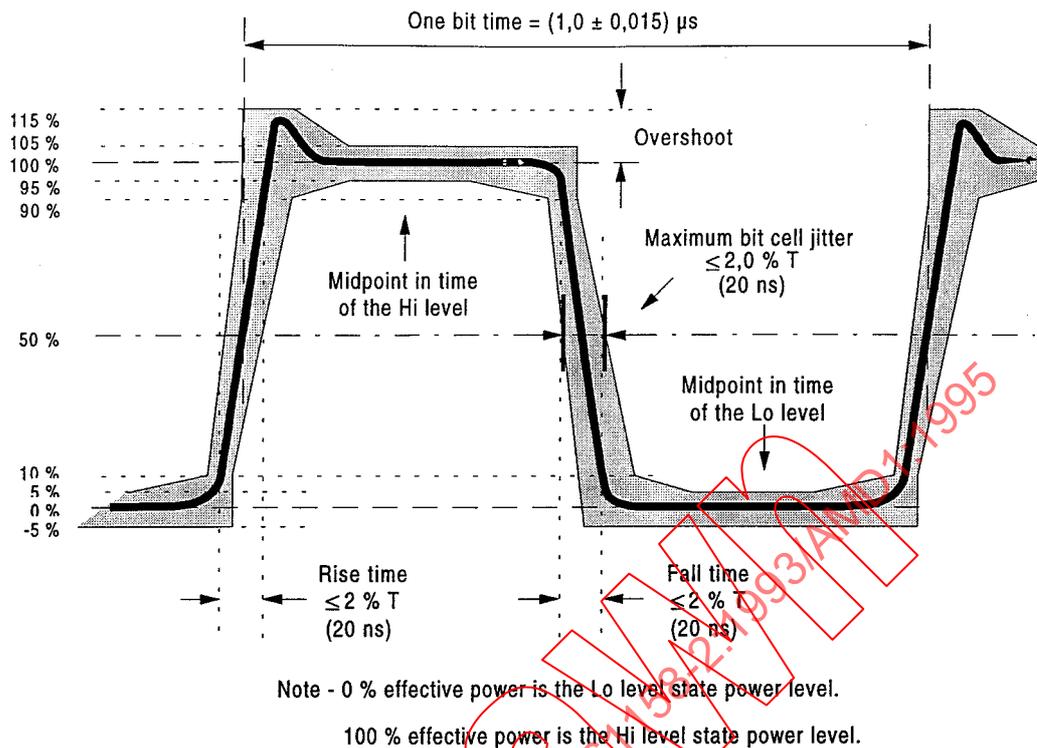
- 30,0 dBm à -10,0 dBm, puissance effective pour la basse sensibilité;
- 40,0 dBm à -20,0 dBm, puissance effective pour la grande sensibilité.

**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 d'au moins égale à ± 14,0 % de la durée nominale d'un bit.

**NOTES**

- 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).
- 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.



**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 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.

#### NOTES

- 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).
- 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 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 est conforme au projet de Document 5.9 Prescriptions fonctionnelles IEEE 802, paragraphes 5.6.1 et 5.6.2 et 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 801-3 au niveau de sévérité 3;
- b) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 801-4 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 801-2 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 255-22-1, 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.

**Table 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 µm)	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	± 14,0 % durée nominale d'un bit	

### 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 follows the IEEE 802 Functional requirements document draft 5.9, subclauses 5.6.1 and 5.6.2 and 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 801-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 801-4 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 801-2 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 255-22-1 (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 $\mu$ 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 ( $\mu\text{m}$ ):	62,5 $\pm$ 3
– diamètre de la gaine ( $\mu\text{m}$ ):	125 $\pm$ 3
– concentricité coeur/gaine (%):	$\leq$ 6
– non-circularité du coeur (%):	$\leq$ 6
– non-circularité de la gaine (%):	$\leq$ 2
– diamètre du revêtement primaire ( $\mu\text{m}$ ):	250 $\pm$ 15
– ouverture numérique:	0,275 $\pm$ 0,015
– atténuation à 850 nm (dB/km):	$\leq$ 3,0
– bande passante à 850 nm (MHz.km):	$\geq$ 200

NOTE – Des fibres de tests alternatives sont autorisées. L'utilisation des fibres 50  $\mu\text{m}$  et 100  $\mu\text{m}$  est décrite à l'annexe F.

#### 17.6.3 Etoile passive optique

NOTE – Pour plus d'informations se reporter à l'annexe D.

#### 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).

### 17.5 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 ( $\mu\text{m}$ ):	62,5 $\pm$ 3
– cladding diameter ( $\mu\text{m}$ ):	125 $\pm$ 3
– core/cladding concentricity (%):	$\leq$ 6
– no circularity core (%):	$\leq$ 6
– no circularity cladding (%):	$\leq$ 2
– external primary coating diameter ( $\mu\text{m}$ ):	250 $\pm$ 15
– numerical aperture:	0,275 $\pm$ 0,015
– attenuation for 850 nm (dB/km):	$\leq$ 3,0
– bandwidth for 850 nm (MHz.km):	$\geq$ 200

NOTE – Alternate test fibres are allowed. Operation using a 50  $\mu\text{m}$  or 100  $\mu\text{m}$  alternate test fibre is described in annex F.

#### 17.6.3 Optical passive star

NOTE – For more information, see annex D.

#### 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 Fonctionnement

Le paragraphe 15.6.4.2 s'applique.

17.6.4.3 Caractéristiques d'émission et de réception

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 ( $\lambda_p$ )	(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

Caractéristiques temporelles

Les spécifications temporelles d'émission et de réception d'une étoile active optique concernent (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.

## 17.6.4.2 Operating

Subclause 15.6.4.2 applies.

## 17.6.4.3 Transmit and receive characteristics

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 ( $\lambda_p$ )	$(850 \pm 30)$ nm	
Typical half-intensity wavelength ( $\Delta\lambda$ )	$\leq 50$ 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

Timing characteristics

Transmit and receive timing specifications of an optical active star concern (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.

**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
<p>NOTES</p> <p>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.</p> <p>2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.</p>	

**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 ± 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).

**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)	$\leq 2$ % nominal bit time
Maximum temporal deformation between optical input ports and optical output ports (see note 1)	$\pm 3$ % 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)	$\leq 2$ 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
<b>NOTES</b>	
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.	
2 Only for optical active stars with timing regenerative function.	

## 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  $\pm$  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:** A 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:** An opto-electronic device or module that receives a signal, amplifies it and retransmits it (retiming is optional).

18.1.2.19 **fibre de test standard:** Fibre optique silice dont les caractéristiques nominales sont compatibles avec la IEC 793-2 [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 inter-connectées par des chemins optiques élémentaires.

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 ( $\lambda_p$ )	(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

**18.1.2.19 standard test fibre:** A silica fibre optic waveguide whose nominal characteristics are compatible with the IEC 793-2 [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 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**

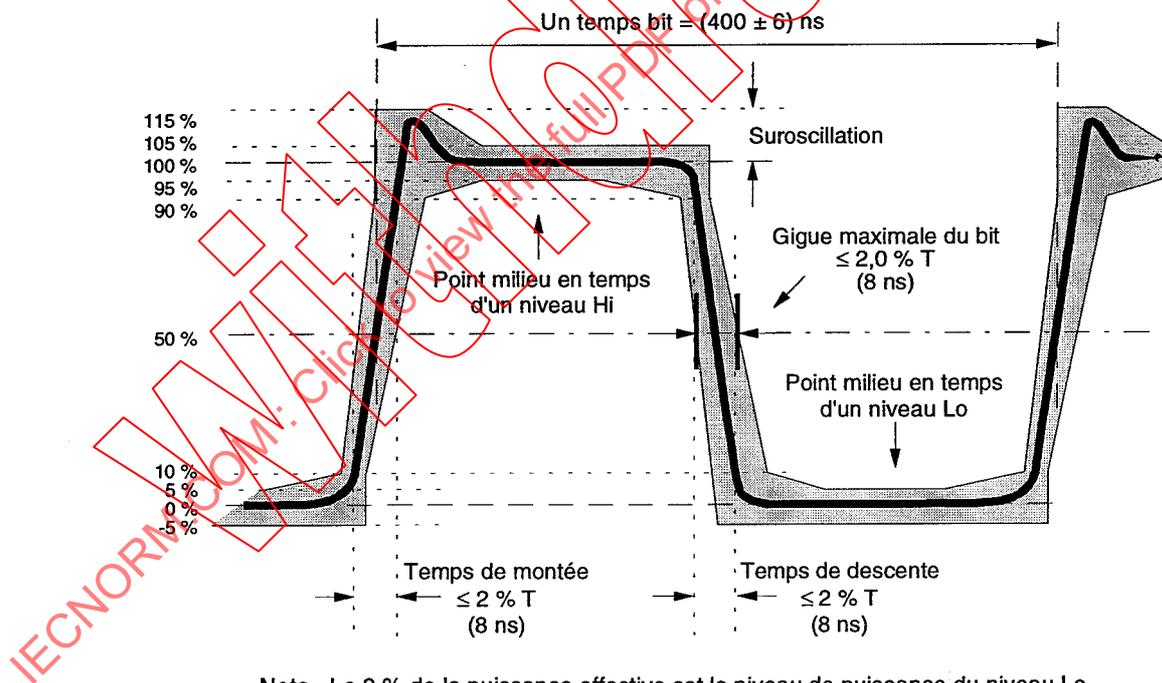
Transmit level and spectral characteristics (values referred to the CPIC with standard test fibre)	Limits for 2,5 Mbit/s (62,5/125 µm fibre)
Peak emission wavelength ( $\lambda_p$ )	(850 ± 30) nm
Typical half-intensity wavelength ( $\Delta\lambda$ )	≤50 nm
Effective launch power Hi level	(-11,5 ± 1,5) dBm
Overshoot of transitions	≤15 % of effective power
Extinction ratio	≥20:1

18.3.3 *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 (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 $\pm$ 0,01 %
Durée instantanée d'un bit (2,5 Mbit/s)	$(400 \pm 6)$ ns
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 de 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 40 – Forme d'onde optique pour une MAU optique à 2,5 Mbit/s**

18.4 *Spécifications du circuit de réception*

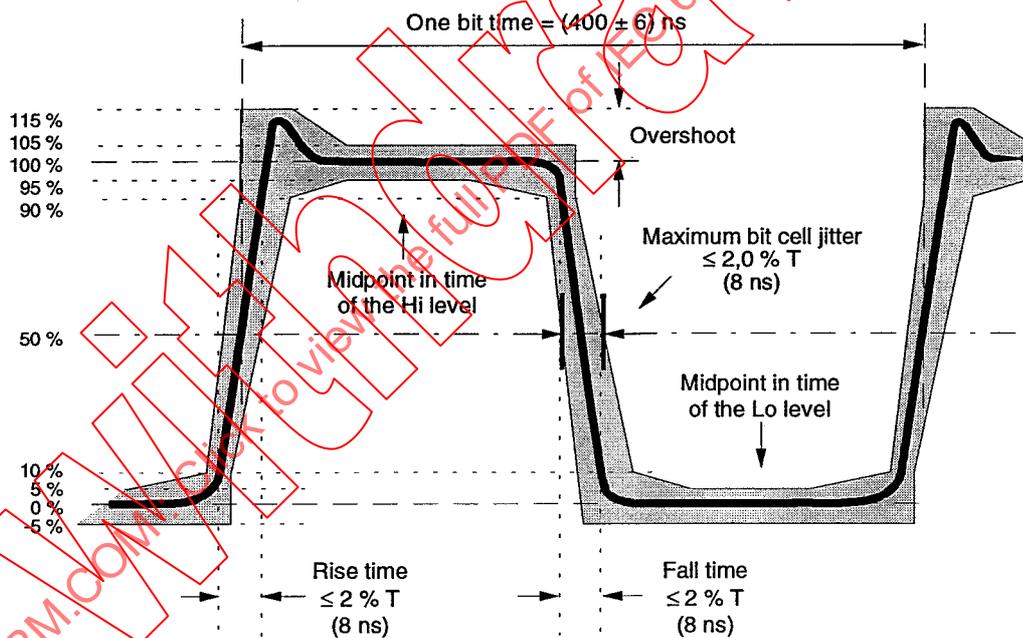
NOTE – Pour la commodité, les prescriptions de 18.4 sont regroupées dans le tableau 44.

18.3.3 Output timing specification

A 2,5 Mbit/s optical MAU transmit circuit shall conform to the following output timing requirements (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 - 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 *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.

#### 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.

#### NOTES

- 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).
- 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 est conforme au projet de Document 5.9 Prescriptions fonctionnelles IEEE 802, paragraphes 5.6.1 et 5.6.2 et 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 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 801-3 au niveau de sévérité 3;
- b) des transitoires électriques rapides tels que spécifiés dans la CEI 801-4 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 801-2 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 255-22-1, (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 secondes qui suivent la fin de l'essai.

#### 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 signal two adjacent transition points (50 % crossing) of  $\pm 14,0$  % nominal bit time or less.

#### NOTES

- 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).
- 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 follows the IEEE 802 Functional requirements document draft 5.9, subclause 5.6.1 and 5.6.2 and should be readily achievable with a 16 bit frame check sequence at the Data Link Layer.

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 801-3 at severity level 3;
- b) electrical fast transient as specified in IEC 801-4 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 801-2 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 255-22-1 (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.

**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 % (= 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.

**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 ± 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 ± 0,015
- atténuation à 850 nm (dB/km): ≤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 en annexe F.

**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 resets the self-interrupt function after a period of 500 ms ± 50 %.

NOTE – This inhibits bus traffic for no more than 3 % ( $= 1/32$ ) 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 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 ± 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 ± 0,015
- attenuation for 850 nm (dB/km): ≤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 F.

18.6.3 *Etoile passive optique*

NOTE – Pour plus d'informations, se reporter à l'annexe D.

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

Caractéristiques de niveaux

Les spécifications des niveaux d'émission et de réception sont les mêmes que celles d'une MAU optique (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 ( $\lambda_p$ )	(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 à -20,0 dBm

Caractéristiques temporelles

Les spécifications temporelles d'émission et de réception d'une étoile active optique concernent (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.

### 18.6.3 Optical passive star

NOTE – For more information, see annex D.

### 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

##### Level characteristics

Transmit and receive level specifications are the same as those of an optical MAU (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 CRIC with standard test fibre)	Limits for 2,5 Mbit/s (62,5/125 µm fibre)	
Peak emission wavelength ( $\lambda_p$ )	(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	
Receiver operating range (effective power)	Low sensitivity system	High sensitivity system
	–30,0 to –10,0 dBm	–40,0 to –20,0 dBm

##### Timing characteristics

Transmit and receive timing specifications of an optical active star concern (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.

**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)	$\leq 2$ % durée nominale d'un bit
Déformation temporelle maximale entre port optique d'entrée et un port optique de sortie (voir note 1)	$\pm 3$ % 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)	$\leq 2$ durée nominale 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
<p><b>NOTES</b></p> <p>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.</p> <p>2 Seulement pour une étoile optique active avec une fonction de régénération temporelle.</p>	

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61158-2:1993/AM1:1995

**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)	$\leq 2$ % nominal bit time
Maximum temporal deformation between optical input ports and optical output ports (see note 1)	$\pm 3$ % 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)	$\leq 2$ 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
<p>NOTES</p> <p>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.</p> <p>2 Only for optical active stars with timing regenerative function.</p>	

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61158-2:1993/AMD1:1995  
 Without watermark

**Annexe A**

Ajouter à la page 212, à la suite du tableau A.5, le nouvel article suivant:

**A.3 Connecteurs externes pour support optique**

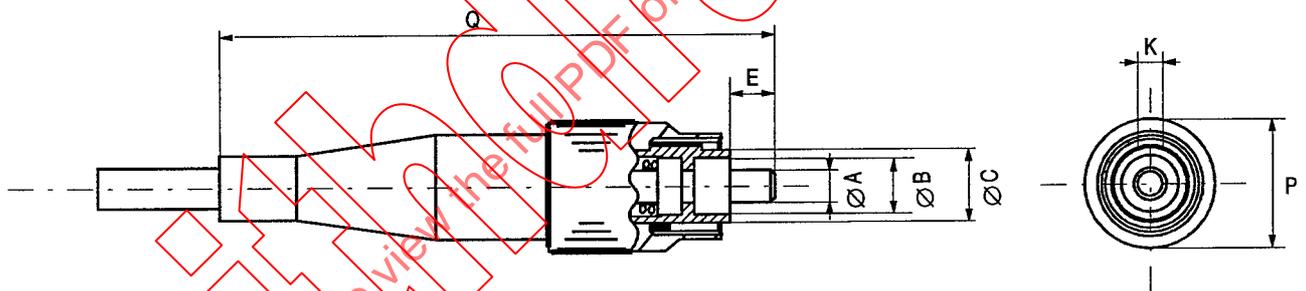
Un connecteur de Bus de Terrain qui est situé à l'extérieur du boîtier du dispositif du Bus de Terrain et donc qui nécessite une protection contre l'environnement physique et électromagnétique, doit être spécifié comme un connecteur externe.

Deux types de connecteurs sont spécifiés en conformité avec l'environnement de l'installation.

**A.3.1 Connecteur externe pour environnement industriel typique**

**A.3.1.1 Connecteur externe pour environnement industriel typique (1)**

Pour l'interface CPIC, au niveau du dispositif du Bus de Terrain, d'une étoile optique active ou d'une étoile optique passive, le connecteur utilisé doit être compatible avec le connecteur représenté à la figure A.9.



Référence	mm	
	Min.	Max.
Ø A	2,498	2,500
Ø B	4,40	4,42
Ø C	5,95	6,00
E	3,75	4,05
K	1,85	2,14
P	-	10,5
Q	-	45

**Figure A.9 – Connecteur optique pour les environnements industriels typiques (connecteur FC)**

**Annex A**

Add, on page 213, after table A.5, the following new clause:

**A.3 External connectors for optical medium**

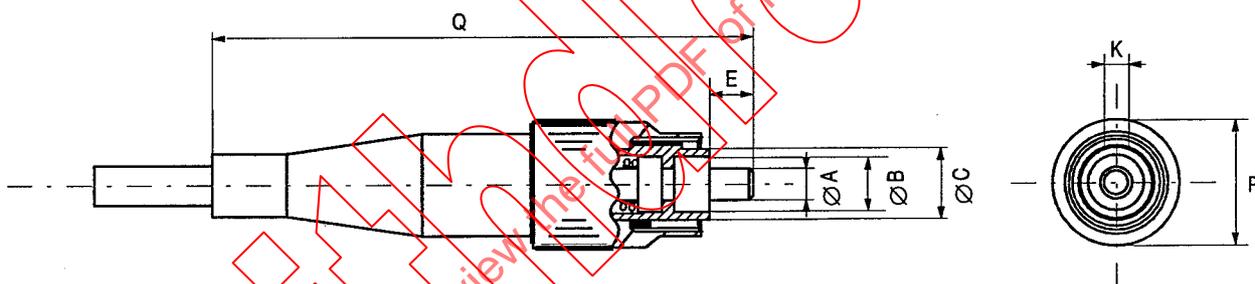
A Fieldbus connector which is outside the enclosure of the Fieldbus device and therefore requires protection against the electromagnetic and physical environment shall be specified as an external connector.

Two types of external connectors are specified in accordance with the environment of the installation.

**A.3.1 External connector for typical industrial environments**

**A.3.1.1 External connector for typical industrial environments (1)**

For the CPIC interface at the level of a Fieldbus device, or an optical active star or an optical passive star, the connector used shall be compatible with the connector shown in figure A.9.



Reference	mm	
	Min.	Max.
Ø A	2,498	2,500
Ø B	4,40	4,42
Ø C	5,95	6,00
E	3,75	4,05
K	1,85	2,14
P	-	10,5
Q	-	45

**Figure A.9 – Optical connector for typical industrial environments (FC connector)**

### A.3.1.2 Connecteur externe pour environnement industriel typique (2)

Pour l'interface CPIC, au niveau du dispositif du Bus de Terrain, d'une étoile optique active ou d'une étoile optique passive, le connecteur utilisé doit être compatible avec le connecteur représenté en figure A.10.

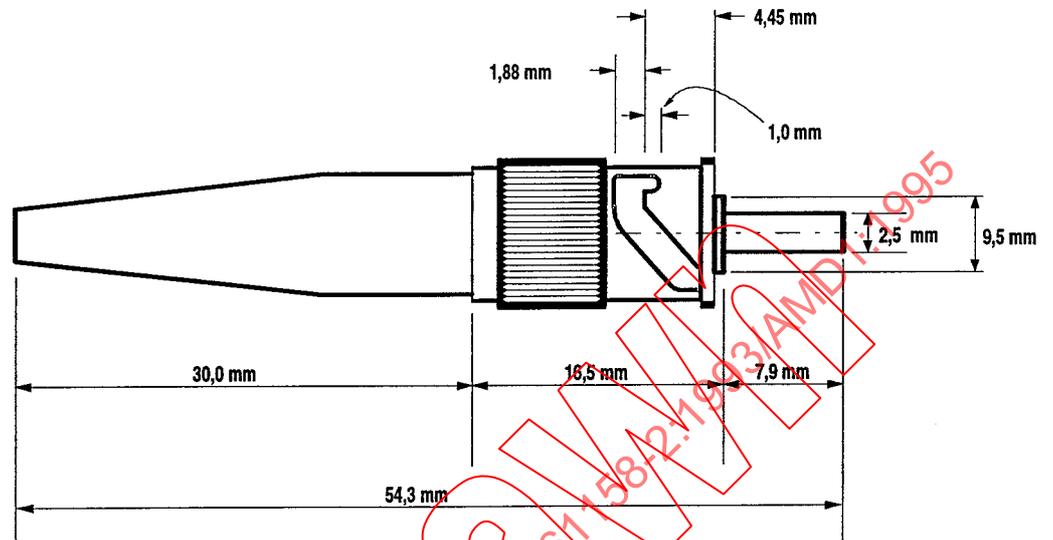


Figure A.10 – Connecteur optique pour les environnements industriels typiques (connecteur ST)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 67158-2:1993/AMEND 1:1995

## A.3.1.2 External connector for typical industrial environments (2)

For the CPIC interface at the level of a Fieldbus device, or an optical active star or an optical passive star, the connector used shall be compatible with the connector shown in figure A.10.

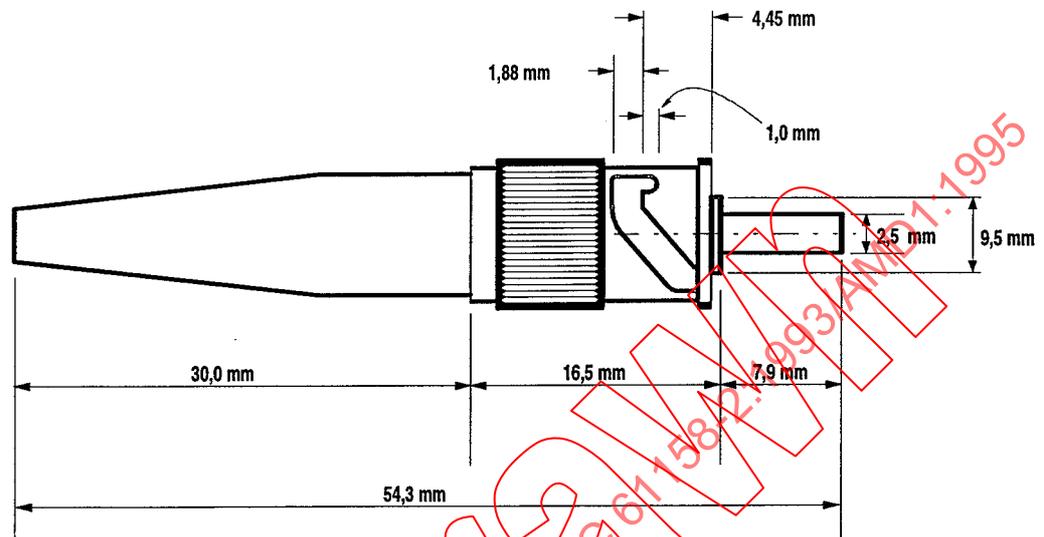


Figure A.10 – Optical connector for typical industrial environments (ST connector)

**Annexe C**

Ajouter, après l'annexe C, les nouvelles annexes D, E et F comme suit

**Annexe D (informative)**

**Etoiles optiques passives**

**D.1 Définition**

Dispositif passif dans lequel le signal provenant des fibres optiques d'entrée est reparti sur un nombre plus élevé de fibres optiques de sortie (les fibres optiques d'entrée et de sortie peuvent être les mêmes).

Etoile optique passive par réflexion

Dispositif dont le but est de diffuser la puissance optique en entrée vers les ports de sortie par réflexion (voir figure D.1). Ce dispositif ne peut être utilisé qu'avec les MAU de type monofibre.



**Figure D.1 – Exemple d'une étoile optique passive par réflexion**

Etoile optique passive par transmission

Dispositif dont le but est de diviser la puissance optique en entrée vers les ports de sortie par transmission (voir figure D.2). Ce dispositif permet une diffusion de l'information sur une seule direction. Il ne peut être utilisé qu'avec les MAU de type double fibre.



**Figure D.2 – Exemple d'une étoile optique passive par transmission**

**D.2 Exemples d'atténuations**

Pour une longueur d'onde comprise entre 700 nm et 900 nm, le tableau D.1 donne un exemple d'atténuation pour des atténuations minimales et maximales pour des étoiles optiques passives (ces spécifications sont valables aussi bien pour une fibre 62,5/125 que pour une fibre 100/140).

**Tableau D.1 – Résumé de spécifications pour des étoiles optiques passives: exemple**

700 nm ≤ λ <sub>p</sub> ≤ 900 nm	Etoile 4/4	Etoile 8/8	Etoile 16/16	Etoile 32/32	Unités
Atténuation minimale	-6,0	-9,0	-12,0	-16,0	dB
Atténuation maximale	-9,0	-12,0	-16,0	-20,0	dB