

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60955

Première édition
First edition
1989-06

**Bus de données de processus,
Type C (PROWAY C), pour systèmes distribués
de commande de processus industriels**

**Process data highway,
Type C (PROWAY C),
for distributed process control systems**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60955: 1989

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60955

Première édition
First edition
1989-06

**Bus de données de processus,
Type C (PROWAY C), pour systèmes distribués
de commande de processus industriels**

**Process data highway,
Type C (PROWAY C),
for distributed process control systems**

© IEC 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	30
PREFACE	30
PARTIE 0: INTRODUCTION ET GENERALITES	
Articles	
0.1 Domaine d'application	34
0.2 Introduction	36
0.2.1 Décomposition en couches	36
0.2.2 Priorité	36
0.2.3 Définitions	36
0.2.4 Références	36
0.3 Conformité	36
0.3.1 Classes de stations	36
0.3.2 Prescriptions de conformité	36
0.4 Organisation de PROWAY	38
0.5 Vue d'ensemble de la couche commande de liaison PROWAY	40
0.5.1 Services de la couche commande de liaison PROWAY	40
0.5.2 Organisation de la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC)	40
0.5.2.1 Fonctions de la machine à états locale	40
0.5.2.2 Fonctions de la machine à états éloignée	40
0.6 Présentation générale de la méthode d'accès par passage de jeton sur bus	42
0.6.1 Philosophie de la méthode d'accès par passage de jeton sur bus	42
0.6.2 Fonctions générales de la sous-couche MAC	44
0.7 Structure interne de la couche MAC	44
0.7.1 Machine d'interface (IFM)	46
0.7.2 Machine de commande d'accès (ACM)	46
0.7.3 Machine de réception (RxM)	46
0.7.4 Machine d'émission (TxM)	46
0.8 Caractéristiques de la méthode d'accès par passage de jeton sur bus	48
0.9 Vue d'ensemble des couches physique et support de transmission	50
0.9.1 Résumé de la couche physique FSK (modulation par déplacement de fréquence) à variation de phase continue	50
0.9.2 Résumé de la couche support: bus sur câble coaxial - canal unique	50
0.9.3 Mise en oeuvre d'autres techniques pour les couches physique et support	52
0.10 Organisation de la norme	52
0.11 Correspondance entre la norme PROWAY et le projet de Norme ISO/DIS 8802	56
0.12 Compatibilité avec le projet ISO/DIS 8802	58
ANNEXE 0(A) - Références	60

PARTIE 1: PRESCRIPTIONS FONCTIONNELLES

1.1 Généralités	62
1.2 Environnement lié à l'application et caractéristiques principales	62
1.2.1 Caractéristiques de l'application	62
1.2.2 Compromis entre facteurs économiques et facteurs techniques	64
1.2.3 Caractéristiques principales de PROWAY	64

CONTENTS

	Page
FOREWORD	31
PREFACE	31

PART 0: INTRODUCTION AND OVERVIEW

Clause

0.1	Scope	35
0.2	Introduction	37
0.2.1	Layering	37
0.2.2	Precedence	37
0.2.3	Definitions	37
0.2.4	References	37
0.3	Compliance	37
0.3.1	Classes of Stations	37
0.3.2	Compliance Requirements	37
0.4	PROWAY Organization	39
0.5	Overview of the PROWAY Link Control Layer	41
0.5.1	PROWAY Link Control Services	41
0.5.2	PROWAY Link Control (PLC) Sublayer Organization	41
0.5.2.1	Local State Machine Functions	41
0.5.2.2	Remote State Machine Functions	41
0.6	Overview of the Token Bus Access Method	43
0.6.1	The Essence of the Token Bus Access Method	43
0.6.2	General MAC Sublayer Functions	45
0.7	MAC Layer Internal Structure	45
0.7.1	Interface Machine (IFM)	47
0.7.2	Access Control Machine (ACM)	47
0.7.3	Receive Machine (RxM)	47
0.7.4	Transmit Machine (TxM)	47
0.8	Token Bus Access Method Characteristics	49
0.9	Overview of the Physical Layer and Media	51
0.9.1	Summary of Phase Continuous FSK (Frequency Shift Keying) Physical Layer	51
0.9.2	Summary of Single-Channel Coaxial Cable Bus Medium	51
0.9.3	Alternate Physical and Media Implementation	53
0.10	Standard Organization	53
0.11	Correspondence between the PROWAY and ISO/DIS 8802	57
0.12	Compatibility with ISO/DIS 8802	59
	APPENDIX 0(A) - References	61

PART 1: FUNCTIONAL REQUIREMENTS

1.1	Overview	63
1.2	Application Environment and Main Features	63
1.2.1	Application Characteristics	63
1.2.2	Economic versus Technical Factors	65
1.2.3	Main Features of PROWAY	65

Articles	Pages
1.3 Types d'équipements	64
1.3.1 Communications entre équipements de commande	64
1.3.2 Communications avec d'autres équipements	64
1.3.3 Classes de stations	64
1.4 Structure du système	66
1.4.1 Structure du système de commande	66
1.4.2 Mode de fonctionnement du bus de données	66
1.4.3 Changements de configuration	66
1.5 Caractéristiques relatives à la maintenance et à l'entretien	66
1.5.1 Tests et diagnostics des défauts	66
1.5.2 Effet des changements d'état	66
1.6 Sécurité	68
1.6.1 Défauts électriques	68
1.6.2 Sécurité intrinsèque	68
1.7 Performances en environnement industriel	68
1.7.1 Environnement industriel	68
1.7.1.1 Bruits électriques induits	68
1.7.1.2 Environnement électromagnétique	70
1.7.1.3 Différences de potentiel entre terres	70
1.7.2 Taux d'erreurs sur les bits au niveau du circuit de données	70
1.7.3 Taux d'erreurs résiduelles	70
1.7.4 Vitesse de transmission de l'information	70
1.7.5 Temps d'accès au support et temps de transaction	72
1.7.5.1 Temps d'accès au support	72
1.7.5.2 Temps de transaction sur le bus	72
1.7.5.3 Définitions	72
1.8 Disponibilité du système	74
1.8.1 Effets des défaillances	74
1.8.2 Indication de l'état interne et compte rendu d'erreurs	74
1.8.3 Reprise automatique	74
1.8.4 Commande des stations	74
PARTIE 2: INTERFACE AVEC PROWAY	
2.1 Organisation	76
2A. Interface utilisateur-PLC et spécification du service à cette interface	76
2A.1 Domaine d'application	76
2A.2 Vue d'ensemble du service PROWAY	78
2A.2.1 Description générale des services fournis	78
2A.2.2 Modèle utilisé pour la spécification du service	78
2A.2.3 Vue d'ensemble des services	78
2A.2.3.1 Envoi de données avec accusé de réception (SDA)	78
2A.2.3.2 Envoi de données sans accusé de réception (SDN)	80
2A.2.3.3 Demande de données avec réponse (RDR)	80
2A.2.4 Vue d'ensemble des interactions	80
2A.2.5 Vue d'ensemble du fonctionnement du bus de données	82
2A.3 Caractéristiques obligatoires	82
2A.4 Spécification détaillée des interactions de PLC avec l'utilisateur de PROWAY ..	82
2A.4.1 Envoi de données avec accusé de réception (SDA)	82
2A.4.1.1 Description du fonctionnement	82
2A.4.1.2 Définition des primitives à l'interface locale utilisateur-bus	84
2A.4.2 Envoi de données sans accusé de réception (SDN)	92
2A.4.2.1 Description du fonctionnement	92
2A.4.2.2 Inferfonctionnement entre stations conformes aux références 2 et 3	92

Clause	Page
1.3 Device Types	65
1.3.1 Communications between Control Devices	65
1.3.2 Communications with Other Devices	65
1.3.3 Classes of Stations	65
1.4 System Structure	67
1.4.1 Control System Structure	67
1.4.2 Data Highway Mode of Operation	67
1.4.3 Configuration Changes	67
1.5 Maintenance and Service Features	67
1.5.1 Testing and Fault Diagnosis	67
1.5.2 Effect of State Transitions	67
1.6 Safety	69
1.6.1 Electrical Faults	69
1.6.2 Intrinsic Safety	69
1.7 Performance in Industrial Environment	69
1.7.1 Industrial Environment	69
1.7.1.1 Induced Noise	69
1.7.1.2 Electromagnetic Environment	71
1.7.1.3 Differences in Earth Potential	71
1.7.2 Data Circuit Bit Error Rate	71
1.7.3 Residual Error Rate	71
1.7.4 Information Transfer Rate	71
1.7.5 Media Access and Highway Transaction Times	73
1.7.5.1 Media Access Time	73
1.7.5.2 Highway Transaction Time	73
1.7.5.3 Definitions	73
1.8 System Availability	75
1.8.1 Effect of Failures	75
1.8.2 Internal Status and Error Reporting	75
1.8.3 Automatic Recovery	75
1.8.4 Control of Stations	75
PART 2: THE INTERFACE TO PROWAY	
2.1 Organization	77
2A. User-PLC Interface and Service Specification	77
2A.1 Scope	77
2A.2 Overview of PROWAY Services	79
2A.2.1 General Description of Services Provided	79
2A.2.2 Model Used for the Service Specification	79
2A.2.3 Overview of Services	79
2A.2.3.1 Send Data with Acknowledge (SDA)	79
2A.2.3.2 Send Data with No Acknowledge (SDN)	81
2A.2.3.3 Request Data with Reply (RDR)	81
2A.2.4 Overview of Interactions	81
2A.2.5 Overview of Data Highway Operation	83
2A.3 Mandatory Features	83
2A.4 Detailed Specification of PLC Interactions with the User of PROWAY	83
2A.4.1 Send Data with Acknowledge (SDA)	83
2A.4.1.1 Description of Operation	83
2A.4.1.2 Definition of Primitives of Local User-Highway Interface ...	85
2A.4.2 Send Data with No Acknowledge (SDN)	93
2A.4.2.1 Description of Operation	93
2A.4.2.2 Inter-operability with any Station Conforming to References 2 and 3	93

Articles	Pages
2A.4.2.3 Définition des primitives au niveau de l'interface locale utilisateur-bus	92
2A.4.3 Demande de données avec réponse (RDR)	100
2A.4.3.1 Description du fonctionnement	100
2A.4.3.2 Définition des primitives au niveau de l'interface utilisateur-PLC locale	100
2B. Spécifications du service et de l'interface utilisateur/administration	112
2B.1 Domaine d'application	112
2B.1.1 Caractéristiques obligatoires	114
2B.2 Vue d'ensemble des services d'administration	114
2B.2.1 Description générale des services assurés au niveau de l'interface utilisateur/administration	114
2B.2.2 Modèle utilisé pour la spécification des services	114
2B.2.3 Vue d'ensemble des interactions	114
2B.3 Spécification détaillée des interactions de l'administration avec l'utilisateur de PROWAY	116
2B.3.1 L_MGMT.demande	116
2B.3.2 L_MGMT.confirmation	118
2B.3.3 L_MGMT.indication	122
ANNEXE 2(A) - Vue d'ensemble du fonctionnement du bus de données	126
2(A).1 Organisation de la vue d'ensemble du fonctionnement du bus de données	126
2(A).2 Diagramme du service envoi de données avec accusé de réception (SDA)	130
2(A).3 Diagramme du service envoi de données sans accusé de réception (SDN)	136
2(A).4 Diagramme du service demande de données avec réponse (RDR)	144
PARTIE 3: SOUS-COUCHE COMMANDE DE LIAISON PROWAY (PLC)	
3A. Sous-couche commande de liaison PLC - Définitions et caractéristiques obligatoires	158
3A.1 Notations utilisées dans les tableaux d'états de la machine_PLC	158
3A.1.1 Notations utilisées pour les paramètres d'interface utilisateur-PLC ..	158
3A.1.2 Notations utilisées pour les paramètres de l'unité de données du protocole liaison (L_pdu)	158
3A.1.3 Notations utilisées pour les paramètres de l'interface PLC-MAC	160
3A.2 Définition des variables pour les tableaux d'états de la machine_PLC	160
3A.2.1 Variables PLC globales	160
3A.2.2 Variables PLC locales	160
3A.2.3 Variables PLC éloignées	162
3A.3 Définition des paramètres des tableaux d'états de la machine_PLC	162
3A.3.1 Paramètres PLC locaux	162
3A.3.2 Paramètres PLC éloignés	162
3A.4 Constantes utilisées pour les machines à états PLC	162
3A.5 Fonctions et procédures - Définitions concernant les machines à états PLC	164
3A.5.1 ETAT_LOCAL?	164
3A.5.2 MISE_A_JOUR_CONTEXTE	164
3A.5.3 VALIDE?	164
3A.5.4 SEQUENCE (adresse_de_destination)	164
3A.5.5 FORMATION_PDU (type_L_pdu, numéro_de_séquence, SSAP, DSAP, L_du)	164
3A.5.6 EXTRACTION_CONTEXTE	166
3A.5.7 NOTIFICATION_MGT	166
3A.5.8 ETAT_ELOIGNE?	166
3A.5.9 RESSOURCES?	166

Clause	Page
2A.4.2.3 Definition of Primitives at Local User-Highway Interface	93
2A.4.3 Request Data with Reply (RDR)	101
2A.4.3.1 Description of Operation	101
2A.4.3.2 Definition of Primitives at Local User-PLC Interface	101
2B. User-Management Interface and Service Specification	113
2B.1 Scope and Field of Application	113
2B.1.1 Mandatory Features	115
2B.2 Overview of Management Services	115
2B.2.1 General Description of Services Provided at the User-Management Interface	115
2B.2.2 Model Used for the Service Specification	115
2B.2.3 Overview of Interactions	115
2B.3 Detailed Specification of Management Interactions with the User of PROWAY	117
2B.3.1 L_MGMT.request	117
2B.3.2 L_MGMT.confirm	119
2B.3.3 L_MGMT.indication	123
APPENDIX 2(A) - Overview of data highway operation	127
2(A).1 Organization of Data Highway Overview	127
2(A).2 Send_Data_with_Acknowledge (SDA) Service Diagram	131
2(A).3 Send_Data_with_No_Acknowledge (SDN) Service Diagram	137
2(A).4 Request_Data_With_Reply (RDR) Service Diagram	145
PART 3: THE PROWAY LINK CONTROL (PLC) SUBLAYER	
3A. PROWAY Link Control (PLC) Sublayer - Definitions and Mandatory Features	159
3A.1 Notations Used in PLC_Machine State Tables	159
3A.1.1 Notations Used for User-PLC Interface Parameters	159
3A.1.2 Notations Used for Link_Protocol_Data_Unit Parameters (L_pdu)	159
3A.1.3 Notations Used for PLC-MAC Interface Parameters	161
3A.2 Variable Definitions for the PLC_Machine State Tables	161
3A.2.1 Global PLC Variables	161
3A.2.2 Local PLC Variables	161
3A.2.3 Remote PLC Variables	163
3A.3 Parameter Definitions for the PLC_Machine State Tables	163
3A.3.1 Local PLC Parameters	163
3A.3.2 Remote PLC Parameters	163
3A.4 Constants Used in the PLC_Machine State	163
3A.5 Functions and Procedures - Definitions for the PLC State Machines	165
3A.5.1 LOCAL_STATUS?	165
3A.5.2 UPDATE_CONTEXT	165
3A.5.3 VALIDATE?	165
3A.5.4 SEQUENCE (destination_address)	165
3A.5.5 BUILD_PDU (L_pdu_type, sequence_number, SSAP, DSAP, L_du)	165
3A.5.6 EXTRACT_CONTEXT	167
3A.5.7 NOTIFY_MGT	167
3A.5.8 REMOTE STATUS?	167
3A.5.9 RESOURCES?	167

Articles	Pages
3A.5.10 DUPLICATION?	166
3A.5.11 ACTIVE?	166
3A.5.12 MISE_A_JOUR_HISTORIQUE	166
3A.5.13 DEMANDE_ZONE_DONNEES	168
3A.5.14 LIBERATION_ZONE_DONNEES	168
3A.5.15 MISE_A_JOUR_ZONE_DONNEES	168
3A.5.16 TYPE_REPONSE (type de L_pdu)	168
3A.5.17 FORMATION_RPDU (type_L_pdu, numéro_de_séquence, SSAP, DSAP, R_status, L_du)	168
3A.5.18 PAIRE (classe de service)	168
3A.5.19 MISE_A_JOUR_SEQ (priorité, adresse_destinataire)	168
3A.6 Caractéristiques obligatoires	168
3A.6.1 Validité des trames de réponse	168
3A.6.2 Retard_station_PLC	170
3A.6.3 Machines à états obligatoires - Caractéristiques	170
3A.6.4 Etiquetage	172
3B. Description formelle de la machine_PLC	172
3B.1 Vue d'ensemble	172
3B.1.1 Invocations des machines à états	174
3B.1.2 Diagrammes d'états	174
3B.2 Techniques utilisées pour la description des machines à états PLC	176
3B.3 Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC locale	178
3B.4 Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC éloignée	184
3C. Format des unités de données de protocole PLC	190
3C.1 Fonction de l'unité_de_données_de_protocole_PLC	190
3C.2 Structure des unités_de_données_de_protocole_PLC	190
3C.2.1 Composition de l'en-tête PLC	192
3C.2.2 Points d'accès au service	192
3C.2.2.1 Représentation de LSAP	194
3C.2.2.2 Composition du champ LSAP	194
3C.2.2.3 Utilisation de l'adresse LSAP	194
3C.2.2.4 Attributions de l'adresse LSAP globale	194
3C.2.2.5 Attributions de LSAP administrées localement	196
3C.2.3 Spécification des zones de données partagées	196
3C.2.4 SAP implicite	196
3C.2.5 Définitions de type_L_pdu	196
3C.2.5.1 Numéros_de_séquence	196
3C.2.5.2 Définition de R_status	198
3C.3 L_data_unit	200
3C.3.1 Taille de l'unité de données	200
3C.3.2 Ordre des bits	200
3C.4 L_pdu non valide	200
ANNEXE 3(A) - Prévention des pertes et des duplications pour les services PROWAY de transfert de données confirmés	202
3(A).1 Introduction	202
3(A).2 Vue d'ensemble des services PROWAY confirmés	202
3(A).3 Causes de pertes de trame	204
3(A).4 Protection contre la perte et la duplication des trames	204
3(A).5 Protection contre les duplications	206
3(A).6 Fonctionnement avec des couches MAC non-PROWAY	206
3(A).7 Exemple de détection erronée de duplication lorsque l'information de séquence n'est pas utilisée	206

Clause	Page
3A.5.10 DUPLICATE?	167
3A.5.11 ACTIVATED?	167
3A.5.12 UPDATE_HISTORY	167
3A.5.13 REQUEST_DATA_AREA	169
3A.5.14 RELEASE_DATA_AREA	169
3A.5.15 UPDATE_DATA_AREA	169
3A.5.16 RESPONSE_TYPE (L_pdu_type)	169
3A.5.17 BUILD_RPDU (L_pdu_type, sequence_number, SSAP, DSAP, R_status, L_du) ..	169
3A.5.18 EVEN (service class)	169
3A.5.19 UPDATE_SEQ (priority, destination_address)	169
3A.6 Mandatory Features	169
3A.6.1 Validity of Response Frames	169
3A.6.2 PLC_station_delay	171
3A.6.3 Mandatory State Machines and Features	171
3A.6.4 Labelling	173
3B. PLC_Machine Formal Description	173
3B.1 Overview	173
3B.1.1 State Machine Invocations	175
3B.1.2 State Diagrams	175
3B.2 Techniques Used in the PLC_Machine State Descriptions	177
3B.3 State Transition Table for Local PLC State Machine	179
3B.4 State Transition Table for the Remote PLC State Machine	185
3C. PLC Protocol Data Unit Format	191
3C.1 Function of the PLC_Protocol_Data_Unit	191
3C.2 Structure of the PLC_Protocol_Data_Unit	191
3C.2.1 PLC_Header Composition	193
3C.2.2 Service Access Points	193
3C.2.2.1 LSAP Representation	195
3C.2.2.2 LSAP Field Composition	195
3C.2.2.3 LSAP Address Usage	195
3C.2.2.4 Global LSAP Assignments	195
3C.2.2.5 Locally Administered LSAP Assignments	197
3C.2.3 Specification of Shared Data Areas	197
3C.2.4 Implied SAP	197
3C.2.5 L_pdu_type Definitions	197
3C.2.5.1 Sequence_numbers	197
3C.2.5.2 R_Status Definition	199
3C.3 L_Data_Unit	201
3C.3.1 Data Unit Size	201
3C.3.2 Bit Order	201
3C.4 Invalid L_pdu	201
APPENDIX 3(A) - Prevention of Loss and Duplication for the PROWAY Confirmed Data Transfer Services	203
3(A).1 Introduction	203
3(A).2 Overview of the PROWAY Confirmed Services	203
3(A).3 Sources of Frame Loss	205
3(A).4 Protection against Loss and Creation of Duplicate Frames	205
3(A).5 Protection against Duplication	207
3(A).6 Operation with Non-PROWAY MAC Layers	207
3(A).7 An Example of Erroneous Detection of Duplication when Sequence Information is Not Used	207

Articles

Pages

PARTIE 4: SPECIFICATIONS DES SERVICES ET DE L'INTERFACE PLC-MAC

4.1	Objet et domaine d'application	210
4.2	Vue d'ensemble des services de transfert de données PLC-MAC	210
4.2.1	Description générale des services fournis	210
4.2.2	Modèle utilisé pour la spécification des services	210
4.2.3	Notations	212
4.2.4	Vue d'ensemble des interactions	212
4.2.5	Caractéristiques obligatoires	212
4.3	Détail des interactions avec l'entité PLC	212
4.3.1	MA_DATA.demande	212
4.3.1.1	Fonction	212
4.3.1.2	Sémantique	212
4.3.1.3	A la génération	214
4.3.1.4	Effet à la réception	214
4.3.1.5	Autres commentaires	214
4.3.2	MA_DATA.indication	214
4.3.2.1	Fonction	214
4.3.2.2	Sémantique	216
4.3.2.3	A la génération	216
4.3.2.4	Effet à la réception	216
4.3.2.5	Autres commentaires	216
4.3.3	MA_DATA.confirmation	216
4.3.3.1	Fonction	216
4.3.3.2	Sémantique	218
4.3.3.3	A la génération	218
4.3.3.4	Effet à la réception	218
4.3.3.5	Autres commentaires	218

PARTIE 5: SOUS-COUCHE DE COMMANDE D'ACCES AU SUPPORT (MAC)

5A.	Description informelle du fonctionnement de la sous-couche MAC	222
5A.1	Fonctionnement de l'anneau à jeton en régime permanent	224
5A.1.1	Durée_max_avant_réponse	224
5A.1.2	Passage du jeton	224
5A.1.3	Addition de nouvelles stations à l'anneau à jeton	228
5A.1.3.1	Limitation du temps de rotation du jeton	232
5A.1.3.2	Notification à l'utilisateur de l'appartenance à l'anneau ..	232
5A.1.4	Initialisation de l'anneau à jeton	232
5A.1.4.1	Sortie de l'anneau à jeton	234
5A.1.5	Priorités	234
5A.1.6	Service de transfert de données MAC avec confirmation	238
5A.1.7	Variables "randomisées"	240
5A.2	Etats de la machine de commande d'accès (ACM)	240
5A.2.0	Déconnecté	240
5A.2.1	Inactif	240
5A.2.2	Demande_d'entrée	242
5A.2.3	Demande_en_cours	244
5A.2.4	Demande_jeton	246
5A.2.5	Utilisation_jeton	248
5A.2.6	Attente_réponse_IFM	248
5A.2.7	Contrôle_classe_d'accès	250
5A.2.8	Passage_jeton	252
5A.2.9	Contrôle_passage_jeton	252
5A.2.10	Attente_réponse	254

PART 4: PLC-MAC INTERFACE AND SERVICE SPECIFICATION

4.1	Scope and Field of Application	211
4.2	Overview of the PLC-MAC Data Transfer Service	211
4.2.1	General Description of Services Provided	211
4.2.2	Model Used for the Service Specification	211
4.2.3	Notation	213
4.2.4	Overview of Interactions	213
4.2.5	Mandatory Features	213
4.3	Detailed Interactions with the PLC Entity	213
4.3.1	MA_DATA.request	213
4.3.1.1	Function	213
4.3.1.2	Semantics	213
4.3.1.3	When Generated	215
4.3.1.4	Effect on Receipt	215
4.3.1.5	Additional Comments	215
4.3.2	MA_DATA.indication	215
4.3.2.1	Function	215
4.3.2.2	Semantics	217
4.3.2.3	When Generated	217
4.3.2.4	Effect on Receipt	217
4.3.2.5	Additional Comments	217
4.3.3	MA_DATA.confirm	217
4.3.3.1	Function	217
4.3.3.2	Semantics	219
4.3.3.3	When Generated	219
4.3.3.4	Effect on Receipt	219
4.3.3.5	Additional Comments	219

PART 5: THE MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC) SUBLAYER

5A.	Informal Description of MAC Sublayer Operation	223
5A.1	Token Ring Steady State Operation	225
5A.1.1	Slot Time	225
5A.1.2	Token Passing	225
5A.1.3	Adding New Stations to the Token Ring	229
5A.1.3.1	Bound on Token Rotation Time	233
5A.1.3.2	User Notification of Ring Membership	233
5A.1.4	Token Ring Initialization	233
5A.1.4.1	Leaving the Token Ring	235
5A.1.5	Priorities	235
5A.1.6	MAC Confirmed Data Transfer Service	239
5A.1.7	Randomized Variables	241
5A.2	Access Control Machine (ACM) States	241
5A.2.0	Offline	241
5A.2.1	Idle	241
5A.2.2	Demand_In	243
5A.2.3	Demand_Delay	245
5A.2.4	Claim_Token	247
5A.2.5	Use_Token	249
5A.2.6	Await_IFM_Response	249
5A.2.7	Check_Access_Class	251
5A.2.8	Pass_Token	253
5A.2.9	Check_Token_Pass	253
5A.2.10	Await_Response	255

Articles	Pages
5B. Définitions et exigences de la sous-couche MAC	254
5B.1 Définitions de la sous-couche MAC	254
5B.1.1 Réponse_immédiate	254
5B.1.2 Symbole-MAC	256
5B.1.3 Durée_symbole-MAC	256
5B.1.4 Durée_d'octet	256
5B.1.5 Symbole-PHY	256
5B.1.6 Retard_voie_de_transmission	256
5B.1.7 Retard_station_MAC	256
5B.1.8 Retard_station_PLC	258
5B.1.9 Marge_de_sécurité	258
5B.1.10 Durée_max_avant_réponse	258
5B.1.11 Temps_de_réponse	258
5B.1.12 Fenêtre_de_réponse	258
5B.1.13 Nombre_maximal_de_répétitions	258
5B.2 Ordre d'émission	260
5B.3 Indication des retards	264
5B.4 Exigences diverses	264
5B.4.1 Initialisation de la station	264
5B.4.2 Ordre de passage du jeton	264
5B.4.3 Réception par la station de ses propres émissions	266
5B.4.4 Temps de conservation du jeton	266
5B.4.5 Longueur des adresses	268
5B.4.6 Variables randomisées	268
5B.4.7 Retard de contention	268
5B.4.8 Demande de jeton	268
5B.5 Utilisation des bits d'adresse dans les algorithmes de contention	270
5B.5.1 Longueur des trames demande_jeton	270
5B.5.2 Délai_demande_en_cours	270
5B.6 Priorité des trames émises	272
5B.6.1 Classe_d'accès	272
5B.6.2 Correspondance entre priorité et classe_d'accès	272
5B.6.3 Temporisation_rotation_jeton	272
5B.6.4 Recommandations pour l'affectation des priorités dans le système PROWAY	274
5B.7 Délégation du droit d'émettre	274
5B.8 Notification des modifications à l'anneau logique	274
5B.9 Adresses des stations	274
5B.10 Machines MAC requises	274
5B.10.1 Fonctions obligatoires de la machine de commande d'accès (ACM)	276
5B.11 Machine d'interface	276
5B.11.1 Description de la machine d'interface (IFM)	276
5B.11.2 Fonctions obligatoires de la machine d'interface (IFM)	276
5B.12 Machine de réception	278
5B.12.1 Description de la machine de réception	278
5B.12.2 Fonctions obligatoires de la machine de réception (RxM)	278
5B.13 Machine d'émission	280
5B.13.1 Description de la machine d'émission	280
5B.13.2 Fonctions obligatoires de la machine d'émission (TxM)	280

Clause	Page
5B. MAC Sublayer Definitions and Requirements	255
5B.1 MAC Definitions	255
5B.1.1 Immediate_response	255
5B.1.2 MAC-symbols	257
5B.1.3 MAC-symbol_time	257
5B.1.4 Octet_time	257
5B.1.5 PHY-symbols	257
5B.1.6 Transmission_path_delay	257
5B.1.7 MAC_station_delay	257
5B.1.8 PLC_station_delay	259
5B.1.9 Safety_margin	259
5B.1.10 Slot_time	259
5B.1.11 Response_time	259
5B.1.12 Response_window	259
5B.1.13 Maximum_retry_limit	259
5B.2 Transmission Order	261
5B.3 Delay Labelling	265
5B.4 Miscellaneous Requirements	265
5B.4.1 Station Initialization	265
5B.4.2 Token-Passing Order	265
5B.4.3 Station Receipt of Its Own Transmission	267
5B.4.4 Token Holding Time	267
5B.4.5 Address Lengths	269
5B.4.6 Randomized Variables	269
5B.4.7 Contention Delay	269
5B.4.8 Token Claiming	269
5B.5 Use of Address_Bits in Contention Algorithms	271
5B.5.1 Claim-Token Frame Length	271
5B.5.2 Demand_Delay Time Interval	271
5B.6 Priority of Transmitted Frames	273
5B.6.1 Access_Classes	273
5B.6.2 Priority to Access_Class Mapping	273
5B.6.3 Token_Rotation_Timers	273
5B.6.4 Recommended Priority Assignments in PROWAY System	275
5B.7 Delegation of Right to Transmit	275
5B.8 Notification of Logical Ring Modification	275
5B.9 Station Addresses	275
5B.10 Required MAC Machines	275
5B.10.1 Mandatory Access Control Machine (ACM) Functions	277
5B.11 Interface Machine	277
5B.11.1 Interface Machine (IFM) Description	277
5B.11.2 Mandatory Interface Machine (IFM) Functions	277
5B.12 Receive Machine	279
5B.12.1 Receive Machine Description	279
5B.12.2 Mandatory Receive Machine (RxM) Functions	279
5B.13 Transmit Machine	281
5B.13.1 Transmit Machine Description	281
5B.13.2 Mandatory Transmit Machine (TxM) Functions	281

Articles	Pages
5C. Description formelle de la machine de commande d'accès (ACM)	280
5C.1 Variables et fonctions	280
5C.1.1 Variables d'administration de station	280
5C.1.2 Fonctions et variables de la machine d'interface	284
5C.1.3 Note sur la commande de l'appartenance à l'anneau logique	284
5C.1.4 Temporisations	286
5C.1.4.1 Temporisations définies par rapport à la durée_max_	
avant_réponse	286
5C.1.4.2 Temporisations définies par rapport à la durée_d'octet	288
5C.1.5 Variables et fonctions de la machine de réception	290
5C.1.6 Autres variables et fonctions	290
5C.2 Description formelle de la machine de commande d'accès (ACM).....	302
5C.2.1 Liste des mots ACM réservés	302
5D. Formats des trames	304
5D.1 Composants des trames	306
5D.1.1 Préambule	306
5D.1.2 Délimiteur de début	306
5D.1.3 Champ de commande de trame	308
5D.1.3.1 Trame_de_commande_MAC	308
5D.1.3.2 Trame_de_données	308
5D.1.4 Champs d'adresses	310
5D.1.4.1 Composition du champ adresse de destination	310
5D.1.4.2 Adresses	314
5D.1.4.3 Champ adresse source	314
5D.1.4.4 Interprétation numérique des adresses	314
5D.1.5 Champ unité de données MAC	316
5D.1.6 Séquence de contrôle de trame (FCS)	316
5D.1.7 Délimiteur de fin	318
5D.1.8 Séquence d'abandon	320
5D.2 Énumération des types de trames	320
5D.2.1 Formats des trames de commande MAC	320
5D.2.1.1 Demande_jeton	320
5D.2.1.2 Sollicitation_successeur_1	322
5D.2.1.3 Sollicitation_successeur_2	322
5D.2.1.4 Qui_suit?	322
5D.2.1.5 Résolution_contention	322
5D.2.1.6 Jeton	322
5D.2.1.7 Désignation_successeur	324
5D.2.2 Format des trames de données	324
5D.2.2.1 Trame de données demande_sans_réponse	324
5D.2.2.2 Trame de données demande_avec_réponse	324
5D.2.2.3 Trame de données réponse	326
5D.2.3 Trames invalides	326
ANNEXE 5(A) - Exemple de réalisation de PROWAY à 10 ⁶ bits/s	328
ANNEXE 5(B) - Exemple d'adresses individuelles de stations PROWAY	330

PARTIE 6: SPECIFICATION DE L'INTERFACE MAC-PHYSIQUE

6A. Spécification des services à l'interface entre les couches MAC et physique	336
6A.1 Objet et domaine d'application	336
6A.2 Vue d'ensemble des services de la couche physique	336
6A.2.1 Description générale des services fournis par la couche PHY	336
6A.2.2 Modèle utilisé pour la spécification des services	336
6A.2.3 Vue d'ensemble des interactions	336
6A.2.4 Services de base et options	336

Clause	Page
5C. Access Control Machine (ACM) Formal Description	281
5C.1 Variables and Functions	281
5C.1.1 Station Management Variables	281
5C.1.2 Interface Machine Variables and Functions	285
5C.1.3 Note on Logical Ring Membership Control	285
5C.1.4 Timers	287
5C.1.4.1 Slot_time Interval Timers	287
5C.1.4.2 Octet_time Internal Timers	289
5C.1.5 Receive Machine Variables and Functions	291
5C.1.6 Other Variables and Functions	291
5C.2 Access Control Machine (ACM) - Formal Description	303
5C.2.1 List of Unique ACM Words	303
5D. Frame Formats	305
5D.1 Frame Components	307
5D.1.1 Preamble	307
5D.1.2 Start Delimiter	307
5D.1.3 Frame Control Field	309
5D.1.3.1 MAC_control_frame	309
5D.1.3.2 Data_frames	309
5D.1.4 Address Fields	311
5D.1.4.1 Destination Address Field Composition	311
5D.1.4.2 Addresses	315
5D.1.4.3 Source Address Field	315
5D.1.4.4 Numerical Interpretation of Addresses	315
5D.1.5 MAC Data Unit Field	317
5D.1.6 Frame Check Sequence (FCS) Field	317
5D.1.7 End Delimiter	319
5D.1.8 Abort Sequence	321
5D.2 Enumeration of Frame Types	321
5D.2.1 MAC Control Frame Formats	321
5D.2.1.1 Claim_token	321
5D.2.1.2 Solicit_successor_1	323
5D.2.1.3 Solicit_successor_2	323
5D.2.1.4 Who_follows?	323
5D.2.1.5 Resolve_contention	323
5D.2.1.6 Token	323
5D.2.1.7 Set_successor	325
5D.2.2 Data Frame Formats	325
5D.2.2.1 Request_with_no_Response Data Frame	325
5D.2.2.2 Request_with_Response Data Frame	325
5D.2.2.3 Response Data Frame	327
5D.2.3 Invalid Frames	327
APPENDIX 5(A) - An Example PROWAY Implementation at 10 ⁶ Bit/s	329
APPENDIX 5(B) - Examples of Individual PROWAY Station Addresses	331

PART 6: MAC-PHYSICAL LAYER INTERFACE SPECIFICATION

6A. MAC-Physical Layer Interface Service Specification	337
6A.1 Scope and Field of Application	337
6A.2 Overview of the Physical Layer Service	337
6A.2.1 General Description of Services Provided by the PHY Layer	337
6A.2.2 Model Used for the Service Specification	337
6A.2.3 Overview of Interactions	337
6A.2.4 Basic Services and Options	337

Articles	Pages
6A.3 Spécifications détaillées des interactions avec l'entité couche physique	336
6A.3.1 Primitive PHY_DATA.demande	338
6A.3.2 Primitive PHY_DATA.indication	340
6B. Spécification de réalisation de l'interface entre les couches MAC et physique .	344
6B.1 Objet et domaine d'application	344
6B.2 Terminologie	344
6B.2.1 Modèle utilisé pour la spécification	344
6B.2.2 Conformité	344
6B.3 Vue d'ensemble des interactions	344
6B.3.1 Signaux destinés à l'entité physique	344
6B.3.2 Signaux destinés à l'entité MAC	344
6B.4 Spécification détaillée des signaux à l'interface entre entités MAC et physique	346
6B.4.1 Signal Emission_Physique (PSC0, PSC1, PSC2)	346
6B.4.1.1 Codage du signal Emission_Physique	346
6B.4.1.2 Prescriptions	346
6B.4.2 Signal Réception_Physique (PRC0, PRC1, PRC2)	348
6B.4.2.1 Codage du signal Réception_Physique	348
6B.4.2.2 Prescriptions	348
6B.4.3 Signaux de base de temps	350
6B.4.3.1 Base_de_temps_physique_émission (PST)	350
6B.4.3.2 Base_de_temps_physique_réception (PRT)	350
6B.4.3.3 Base_de_temps_physique_pour_émission (PTT)	352
6B.4.4 Signaux d'administration	352
6B.4.4.1 Déconnexion_ligne_physique (PLD)	352
6B.4.4.2 Etat_chien_de_garde_physique (PWS)	352
6B.4.4.3 Source_signal_primaire_Physique (PPS)	354
6B.5 Réalisation de l'interface MAC-PHY	354
6B.5.1 Mise à la terre	354
6B.5.1.1 Terre de signalisation	354
6B.5.1.2 Terre de protection	354
6B.5.1.3 Connexions de terre extérieures	354
6B.5.1.4 Communs des circuits	356
6B.5.1.5 Connexion du blindage du câble	356
6B.5.2 Connecteur d'interface MAC-PHY	358
6B.5.2.1 Prescriptions mécaniques du connecteur d'interface MAC-PHY .	358
6B.5.2.2 Affectation des broches du connecteur d'interface MAC-PHY ..	358
6B.5.2.3 Prescriptions électriques concernant le connecteur d'interface MAC-PHY	360
6B.5.3 Câble d'interconnexion MAC-PHY	362
6B.5.3.1 Longueur du câble	362
6B.5.3.2 Prescriptions concernant le câble	362
6B.5.3.3 Précautions contre les rayonnements électromagnétiques	362

PARTIE 8: SPECIFICATION DE LA COUCHE PHYSIQUE (PHY), FSK-VARIATION DE PHASE CONTINUE-CANAL UNIQUE ET INTERFACE AVEC LE SUPPORT

8.1 Objet et domaine d'application	364
8.1.1 Nomenclature	366
8.1.2 Objet	368
8.1.3 Compatibilité	368
8.1.4 Présentation fonctionnelle du support à bus mono-canal sur câble coaxial	368
8.2 Vue d'ensemble de la couche physique (PHY) à modulation FSK à déplacement de fréquence et variation de phase continue	368
8.2.1 Description générale des fonctions	368
8.2.1.1 Fonctions d'émission et de réception des symboles	368
8.2.1.2 Fonction d'inhibition-soliloque	370
8.2.1.3 Fonctions d'administration locales	370

Clause	Page
6A.3 Detailed Specifications of Interactions with the Physical Layer Entity	337
6A.3.1 PHY_DATA.request	339
6A.3.2 PHY_DATA.indication	341
6B. MAC-Physical Layer Interface Implementation Specification	345
6B.1 Scope and Field of Application	345
6B.2 Terminology	345
6B.2.1 Model Used for Specification	345
6B.2.2 Compliance	345
6B.3 Overview of Interactions	345
6B.3.1 Signals to the PHY Entity	345
6B.3.2 Signals to the MAC Entity	345
6B.4 Detailed Specification of MAC Entity-Physical Entity Interface Signals	347
6B.4.1 Physical_Send Signal (PSC0, PSC1, PSC2)	347
6B.4.1.1 Physical_Send_Encoding	347
6B.4.1.2 Requirements	347
6B.4.2 Physical_Receive Signal (PRC0, PRC1, PRC2)	349
6B.4.2.1 Physical_Receive_Encoding	349
6B.4.2.2 Requirements	349
6B.4.3 Timing Signals	351
6B.4.3.1 Physical_Send_Timing (PST)	351
6B.4.3.2 Physical_Receive_Timing (PRT)	351
6B.4.3.3 Physical_Transmit_Timing (PTT)	353
6B.4.4 Management Signals	353
6B.4.4.1 Physical_Line_Disconnect (PLD)	353
6B.4.4.2 Physical_Watchdog_Status (PWS)	353
6B.4.4.3 Physical_Primary_Signal_Source (PPS)	355
6B.5 MAC-PHY Interface Realization	355
6B.5.1 Grounding	355
6B.5.1.1 Signal Ground	355
6B.5.1.2 Protective Ground	355
6B.5.1.3 External Ground Connections	355
6B.5.1.4 Circuit Ground Connections	357
6B.5.1.5 Cable Shield Connection	357
6B.5.2 MAC-PHY Interface Connector	359
6B.5.2.1 MAC-PHY Interface Connector Mechanical Requirements	359
6B.5.2.2 Assignment of MAC-PHY Connector Pin Numbers	359
6B.5.2.3 MAC-PHY Interface Connector Electrical Requirements	361
6B.5.3 MAC-PHY Interconnection Cable	363
6B.5.3.1 Cable Length	363
6B.5.3.2 Cable Requirements	363
6B.5.3.3 Precautions for Electromagnetic Radiation	363

PART 8: SPECIFICATION OF THE SINGLE-CHANNEL PHASE-CONTINUOUS-FSK PHYSICAL (PHY) LAYER AND ITS INTERFACE TO THE MEDIUM

8.1 Scope and Field of Application	365
8.1.1 Nomenclature	367
8.1.2 Object	367
8.1.3 Compatibility Considerations	369
8.1.4 Operational Overview of the Single-Channel Coaxial-Cable-Bus Medium ...	369
8.2 Overview of the Phase-Continuous-FSK Physical (PHY) Layer	369
8.2.1 General Description of Functions	369
8.2.1.1 Symbol Transmission and Reception Functions	369
8.2.1.2 Jabber Inhibit Function	371
8.2.1.3 Local Administrative Functions	371

Articles	Pages
8.2.2	Modèle utilisé pour la spécification fonctionnelle 370
8.2.3	Fonctions requises 372
8.3	Application de la spécification relative à l'interface Administration de station/couche physique 372
8.4	Spécifications fonctionnelles, électriques et mécaniques de la couche physique bus mono-canal à modulation à décalage de fréquence et variation de phase continue 372
8.4.1	Débit binaire 372
8.4.2	Codage des symboles 372
8.4.3	Signal modulé sur la ligne (à la sortie ligne de la station)..... 376
8.4.4	Inhibition-soliloque 376
8.4.5	Couplage au support 376
8.4.6	Sensibilité et sélectivité des récepteurs 378
8.4.7	Base de temps des symboles 378
8.4.8	Décodage des symboles 378
8.4.9	Sélection de la source des signaux reçus 380
8.4.10	Mise en/hors service de l'émetteur 380
8.4.11	Supports redondants 380
8.4.12	Fiabilité 380
8.5	Spécifications relatives à l'environnement 380
8.5.1	Exigences de sécurité 380
8.5.2	Environnement électromagnétique et électrique 382
8.5.2.1	Environnement électromagnétique 382
8.5.2.2	Différences de potentiel entre terres 382
8.5.3	Température et humidité 384
8.6	Etiquetage 384
PARTIE 9: SPÉCIFICATION DE LA COUCHE SUPPORT: BUS SUR CÂBLE COAXIAL A CANAL UNIQUE	
9.1	Objet et domaine d'application 386
9.1.1	Nomenclature 388
9.1.2	Objet 388
9.1.3	Compatibilité 390
9.2	Vue d'ensemble de la couche support: bus sur câble coaxial 390
9.2.1	Description générale des fonctions 390
9.2.1.1	Vue d'ensemble de la couche support: bus sur câble coaxial à canal unique 390
9.2.2	Modèle utilisé pour la spécification fonctionnelle 390
9.2.3	Caractéristiques de base et options 392
9.3	Spécifications fonctionnelles, électriques et mécaniques de la couche support (bus sur câble coaxial à canal unique) 392
9.3.1	Couplage à la station 392
9.3.2	Impédance caractéristique et adaptation d'impédance 392
9.3.3	Niveau du signal 392
9.3.4	Distorsion 394
9.3.5	Seuil de bruit et rapport signal sur bruit (S/B) 394
9.3.6	Blindage du câble 394
9.3.7	Compatibilité à l'interface avec la station 394
9.3.8	Redondance 394
9.3.9	Fiabilité 394

Clause	Page
8.2.2 Model Used for the Functional Specification	371
8.2.3 Required Functions	373
8.3 Application of Station Management-PHY Layer Interface Specification	373
8.4 Single-Channel Phase-Continuous-FSK Physical Layer Functional, Electrical and Mechanical Specifications	373
8.4.1 Data Signalling Rates	373
8.4.2 Symbol Encoding	373
8.4.3 Modulated Line Signal (at the line output of the station)	377
8.4.4 Jabber Inhibit	377
8.4.5 Coupling to the Medium	377
8.4.6 Receiver Sensitivity and Selectivity	379
8.4.7 Symbol Timing	379
8.4.8 Symbol Decoding	379
8.4.9 Received Signal Source Selection	381
8.4.10 Transmitter Enable/Disable	381
8.4.11 Redundant Media Considerations	381
8.4.12 Reliability	381
8.5 Environmental Specifications	381
8.5.1 Safety Requirements	381
8.5.2 Electromagnetic and Electric Environment	383
8.5.2.1 Electromagnetic Environment	383
8.5.2.2 Differences in Earth Potential	383
8.5.3 Temperature and Humidity	385
8.6 Labelling	385
PART 9: SINGLE-CHANNEL COAXIAL-CABLE-BUS MEDIUM "LAYER" SPECIFICATION	
9.1 Scope and Field of Application	387
9.1.1 Nomenclature	389
9.1.2 Object	389
9.1.3 Compatibility	391
9.2 Overview of the Coaxial-Cable-Bus Medium Layer	391
9.2.1 General Description of Functions	391
9.2.1.1 Overview of the Single-Channel Coaxial-Cable-Bus Medium	391
9.2.2 Model Used for the Functional Specification	391
9.2.3 Basic Characteristics and Options	393
9.3 Single-Channel Coaxial-Cable-Bus Medium "Layer" Functional, Electrical and Mechanical Specifications	393
9.3.1 Coupling to the Station	393
9.3.2 Characteristic Impedance and Impedance Matching	393
9.3.3 Signal Level	393
9.3.4 Distortion	395
9.3.5 Noise Floor and Signal-to-Noise (S/N) Ratio	395
9.3.6 Cable Shielding	395
9.3.7 Compatibility at the Station Interface	395
9.3.8 Redundancy Considerations	395
9.3.9 Reliability	395

Articles	Pages
9.4 Règles d'installation	394
9.4.1 Codes de bonne pratique d'installation	396
9.4.2 Mise à la terre	396
9.4.3 Terminaison des câbles de dérivation et des dérivateurs	398
9.4.4 Prescriptions concernant les perturbations radioélectriques	398
9.4.5 Règles générales d'installation et de maintenance	398
9.4.6 Note	398
9.5 Spécifications relatives à l'environnement	398
9.5.1 Environnement électromagnétique et électrique	398
9.5.1.1 Champs électromagnétiques	398
9.5.1.2 Différence de potentiel entre terres	400
9.5.2 Température et humidité	400
9.6 Retard apporté par la voie de transmission	400
9.7 Documentation	402
9.8 Configuration du réseau	402
ANNEXE 9(A) - Règles générales de configuration du support pour un réseau local utilisant un bus_sur_câble_coaxial à canal unique	404
9(A).1 Configuration du réseau	404
9(A).2 Composants du support	404
9(A).2.1 Câble coaxial	404
9(A).2.1.1 Câble principal	404
9(A).2.1.2 Câbles de dérivation	406
9(A).2.2 Répartiteurs	406
9(A).2.3 Connexion au câble principal (dérivateur à transformateur)	406
9(A).3 Exemples de configurations de réseaux	410
9(A).3.1 Application simple destinée à une salle de commande	410
9(A).3.2 Application complexe couvrant une usine	414
9(A).4 Règles d'installation	416
9(A).4.1 Mise à la terre	416
9(A).4.2 Protection contre les surtensions	416
9(A).4.3 Terminaison	416
9(A).4.4 Raccordement des sections de câbles	416
9(A).4.5 Essai préalable des câbles	418
PARTIE 10: ADMINISTRATION DE PROWAY	
10A. Activités d'administration de station	422
10A.1 Objet et domaine d'application	422
10A.2 Vue d'ensemble des activités d'administration de station	422
10A.2.1 Demandes utilisateur	422
10A.2.2 Notification de modifications à l'utilisateur	424
10A.3 Conformité	424
10A.4 Description détaillée des activités d'administration de station en réponse aux demandes de l'utilisateur local	424
10A.4.1 Renvoyer le compteur_de_répétitions	426
10A.4.2 Passer à l'état_ligne_connectée	426
10A.4.3 Passer à l'état_ligne_déconnectée	426
10A.4.4 Passer à l'état_configuration	426
10A.4.5 Activation de LSAP	428
10A.4.6 Activation de RSAP	428
10A.4.7 Désactivation de SAP	428
10A.5 Description des activités de l'administration de station pour notifier les modifications d'état de la station à l'utilisateur	430

Clause	Page
9.4 Installation Requirements	395
9.4.1 Sound Installation Practice	397
9.4.2 Grounding	397
9.4.3 Termination of Drop Cables and Taps	399
9.4.4 Radio Interference Requirements	399
9.4.5 Installation and Maintenance Guidelines	399
9.4.6 Notice	399
9.5 Environmental Specifications	399
9.5.1 Electromagnetic and Electric Environment	399
9.5.1.1 Electromagnetic Fields	399
9.5.1.2 Differences in Earth Potential	401
9.5.2 Temperature and Humidity	401
9.6 Transmission Path Delay Considerations	401
9.7 Documentation	403
9.8 Network Configuration	403
APPENDIX 9(A) - Guidelines for Configuring the Medium for a Single Channel Coaxial_Cable_Bus Local Area Network	405
9(A).1 Network Configuration	405
9(A).2 Medium Components	405
9(A).2.1 Coaxial Cable	405
9(A).2.1.1 Trunk Cable	405
9(A).2.1.2 Drop Cables	407
9(A).2.2 Splitters	407
9(A).2.3 Trunk Connection (Transformer Tap)	407
9(A).3 Example Network Configurations	411
9(A).3.1 Single Control Room Application	411
9(A).3.2 Complex Plant Area Application	415
9(A).4 Installation Guidelines	417
9(A).4.1 Grounding	417
9(A).4.2 Surge Protection	417
9(A).4.3 Termination	417
9(A).4.4 Joining Cable Sections	417
9(A).4.5 Pretested Cable	419
PART 10: PROMAY MANAGEMENT	
10A. Station Management Activities	423
10A.1 Scope and Field of Application	423
10A.2 Overview of Station Management Activities	423
10A.2.1 User Requests	423
10A.2.2 User Notification of Changes	425
10A.3 Compliance	425
10A.4 Detailed Description of Station Management Activities in Response to Local User Requests	425
10A.4.1 Return Retry_Counter	427
10A.4.2 Enter Line_Connect_State	427
10A.4.3 Enter Line_Disconnect_State	427
10A.4.4 Enter Configure_State	427
10A.4.5 Activate LSAP	429
10A.4.6 Activate RSAP	429
10A.4.7 Deactivate SAP	429
10A.5 Detailed Description of Station Management Activities in Notifying the User of Changes in Station Status	431

Articles		Pages
10B.	Spécifications du service à l'interface - Administration de station - Sous-couche PLC	430
10B.1	Objet et domaine d'application	430
10B.2	Vue d'ensemble des services administration de station - PLC	432
10B.2.1	Description générale des services assurés	432
10B.2.2	Modèle utilisé pour la spécification du service	432
10B.2.3	Vue d'ensemble des interactions	432
10B.2.3.1	L_RESET	432
10B.2.3.2	L_STATUS	432
10B.2.3.3	L_SAP_ACTIVATE	434
10B.2.3.4	L_RSAP_ACTIVATE	434
10B.2.3.5	L_SAP_DEACTIVATE	434
10B.2.3.6	Services utilisés pour essayer les entités PLC locales et éloignées	434
10B.2.3.7	Conformité	434
10B.3	Spécifications détaillées des interactions avec l'entité d'administration de station	434
10B.3.1	L_RESET.demande	434
10B.3.2	L_STATUS.demande	436
10B.3.3	L_STATUS.indication	436
10B.3.4	L_STATUS.confirmation	438
10B.3.5	L_SAP_ACTIVATE.demande	440
10B.3.6	L_SAP_ACTIVATE.confirmation	442
10B.3.7	L_SAP_DEACTIVATE.demande	444
10B.3.8	L_SAP_DEACTIVATE.confirmation	446
10B.3.9	L_RSAP_ACTIVATE.demande	446
10B.3.10	L_RSAP_ACTIVATE.confirmation	448
10C.	Spécifications du service à l'interface MAC - Administration de station	
10C.1	Objet et domaine d'application	450
10C.2	Vue d'ensemble de l'administration de station - Services MAC	450
10C.2.1	Description générale des services assurés	450
10C.2.2	Modèle utilisé pour la spécification du service	452
10C.2.3	Vue d'ensemble des interactions	452
10C.2.3.1	MA_INITIALIZE_PROTOCOL	452
10C.2.3.2	MA_SET_VALUE	452
10C.2.3.3	MA_READ_VALUE	454
10C.2.3.4	MA_EVENT	454
10C.2.3.5	MA_FAULT_REPORT	454
10C.2.3.6	MA_GROUP_ADDRESS	454
10C.2.4	Conformité	454
10C.3	Détail des interactions avec l'entité d'administration de station	454
10C.3.1	MA_INITIALIZE_PROTOCOL.demande	456
10C.3.2	MA_INITIALIZE_PROTOCOL.confirmation	456
10C.3.3	MA_SET_VALUE.demande	458
10C.3.4	MA_SET_VALUE.confirmation	460
10C.3.5	MA_READ_VALUE.demande	460
10C.3.6	MA_READ_VALUE.confirmation	462
10C.3.7	MA_EVENT.indication	462
10C.3.8	MA_FAULT_REPORT.indication	464
10C.3.9	MA_GROUP_ADDRESS.demande	466
10C.3.10	MA GROUP ADDRESS.confirmation	468

Clause	Page
10B. Station Management - PLC Sublayer Interface Service Specification	431
10B.1 Scope and Field of Application	431
10B.2 Overview of Station Management - PLC Services	433
10B.2.1 General Description of Services Provided	433
10B.2.2 Model Used for the Service Specification	433
10B.2.3 Overview of Interactions	433
10B.2.3.1 L_RESET	433
10B.2.3.2 L_STATUS	433
10B.2.3.3 L_SAP_ACTIVATE	435
10B.2.3.4 L_RSAP_ACTIVATE	435
10B.2.3.5 L_SAP_DEACTIVATE	435
10B.2.3.6 Services to Test Local and Remote PLC Entities and to Configure Active SAPs	435
10B.2.3.7 Compliance	435
10B.3 Detailed Specifications of Interactions with the Station Management Entity	435
10B.3.1 L_RESET.request	435
10B.3.2 L_STATUS.request	437
10B.3.3 L_STATUS.indication	437
10B.3.4 L_STATUS.confirm	439
10B.3.5 L_SAP_ACTIVATE.request	441
10B.3.6 L_SAP_ACTIVATE.confirm	443
10B.3.7 L_SAP_DEACTIVATE.request	445
10B.3.8 L_SAP_DEACTIVATE.confirm	447
10B.3.9 L_RSAP_ACTIVATE.request	447
10B.3.10 L_RSAP_ACTIVATE.confirm	449
10C. Station Management - MAC Interface Service Specification	451
10C.1 Scope and Field of Application	451
10C.2 Overview of the Station Management - MAC Service	451
10C.2.1 General Description of Services Provided	451
10C.2.2 Model Used for the Service Specification	453
10C.2.3 Overview of Interactions	453
10C.2.3.1 MA_INITIALIZE_PROTOCOL	453
10C.2.3.2 MA_SET_VALUE	453
10C.2.3.3 MA_READ_VALUE	455
10C.2.3.4 MA_EVENT	455
10C.2.3.5 MA_FAULT_REPORT	455
10C.2.3.6 MA_GROUP_ADDRESS	455
10C.2.4 Compliance	455
10C.3 Detailed Interactions with the Station Management Entity	455
10C.3.1 MA_INITIALIZE_PROTOCOL.request	457
10C.3.2 MA_INITIALIZE_PROTOCOL.confirmation	457
10C.3.3 MA_SET_VALUE.request	459
10C.3.4 MA_SET_VALUE.confirm	461
10C.3.5 MA_READ_VALUE.request	461
10C.3.6 MA_READ_VALUE.confirm	463
10C.3.7 MA_EVENT.indication	463
10C.3.8 MA_FAULT_REPORT.indication	465
10C.3.9 MA_GROUP_ADDRESS.request	467
10C.3.10 MA_GROUP_ADDRESS.confirm	469

Articles	Pages
10D. Administration de station - Couche physique - Spécifications de service à l'interface	470
10D.1 Objet et domaine d'application	470
10D.2 Vue d'ensemble du service administration-couche physique	470
10D.2.1 Description générale des services fournis au niveau de l'interface ...	470
10D.2.2 Modèle utilisé pour la spécification du service	472
10D.2.3 Exposé des interactions	472
10D.2.3.1 PHY_RESET.demande et confirmation	472
10D.2.3.2 PHY_MODAL_CAPABILITY_QUERY.demande et confirmation	472
10D.2.3.3 PHY_MODE_QUERY.demande et confirmation	472
10D.2.3.4 PHY_MODE_SELECT.demande et confirmation	472
10D.2.3.5 PHY_MODE_CHANGE.indication	474
10D.2.4 Conformité	474
10D.3 Spécifications détaillées des interactions avec l'entité d'administration de station	474
10D.3.1 PHY_RESET.demande	474
10D.3.2 PHY_RESET.confirmation	476
10D.3.3 PHY_MODE_SELECT.demande	476
10D.3.4 PHY_MODE_SELECT.confirmation	478
10D.3.5 PHY_MODE_CHANGE.indication	480
10E. Administration de l'anneau à jeton	482
10E.1 Objet et domaine d'application	482
10E.2 Vue d'ensemble de l'administration de l'anneau à jeton	482
10E.2.1 Administration de la participation à l'anneau	484
10E.2.2 Tenue à jour de la liste_des_stations_actives	484
10E.2.3 Compte rendu de la composition de la liste_des_stations_actives	484
10E.2.4 Compte rendu des modifications spontanées de la composition de la liste_des_stations_actives	484
10E.3 Conformité	484
10E.4 Tenue à jour de la liste_des_stations_actives	486
10E.4.1 Exposé informel des procédures de tenue à jour de la liste_des_stations_actives	486
10E.4.2 Détail des procédures de tenue à jour de la liste_des_stations_actives	488
10E.4.3 Communications avec les entités d'administration d'autres stations ...	492
10E.4.3.1 Transmission de la liste_des_stations_actives et des notifications_de_modification	492
10E.4.3.2 Transmission des demandes_de_liste_des_stations_actives	492
10F. Remise à zéro de l'administration	492
ANNEXE 10(A) - Exemples de tenue à jour de la liste_des_stations_actives	494
ANNEXE 10(B) - Recommandations sur l'administration de la participation à l'anneau et de la redondance des supports	502
10(B).1 Recommandations sur l'administration de la participation à l'anneau	502
10(B).1.1 Administration de la participation à l'anneau	502
10(B).1.2 Description de l'administration de la participation à l'anneau pour la station	502
10(B).1.3 Etat ligne_déconnectée	502
10(B).1.4 Etat connection_ligne	502
10(B).1.5 Etat réception_liste_des_stations_actives	504
10(B).1.6 Etat ligne_connectée	504
10(B).1.7 Sous-état mise_à_jour_liste_des_stations_actives	504
10(B).1.8 Etat configuration	506
10(B).1.9 Etat déconnexion_ligne	506
10(B).2 Recommandations sur la gestion des supports redondants	506

Clause	Page
10D. Station Management - Physical Layer Interface Service Specification	471
10D.1 Scope and Field of Application	471
10D.2 Overview of the Physical Layer - Management Service	471
10D.2.1 General Description of Services Provided at Interface	471
10D.2.2 Model Used for the Service Specification	473
10D.2.3 Overview of Interactions	473
10D.2.3.1 PHY_RESET.request and confirmation	473
10D.2.3.2 PHY_MODAL_CAPABILITY_QUERY.request and confirmation	473
10D.2.3.3 PHY_MODE_QUERY.request and confirmation	473
10D.2.3.4 PHY_MODE_SELECT.request and confirmation	473
10D.2.3.5 PHY_MODE_CHANGE.indication	475
10D.2.4 Compliance	475
10D.3 Detailed Specifications of Interactions with the Station Management Entity	475
10D.3.1 PHY_RESET.request	475
10D.3.2 PHY_RESET.confirm	477
10D.3.3 PHY_MODE_SELECT.request	477
10D.3.4 PHY_MODE_SELECT.confirm	479
10D.3.5 PHY_MODE_CHANGE.indication	481
10E. Token Ring Management	483
10E.1 Scope and Field of Application	483
10E.2 Overview of Token Ring Management	483
10E.2.1 Management of Ring Participation	485
10E.2.2 Maintenance of the Active_Station_List	485
10E.2.3 Report of Active_Station_List Membership	485
10E.2.4 Report of Spontaneous Changes in Active_Station_List Membership	485
10E.3 Compliance	485
10E.4 Maintenance of the Active_Station_List	487
10E.4.1 Informal Overview of Active_Station_List Maintenance Procedures	487
10E.4.2 Detailed Active_Station_List Maintenance Procedures	489
10E.4.3 Communications with the Management Entities of Other Stations	493
10E.4.3.1 Transmission of Active_Station_List and Change_	
Notifications	493
10E.4.3.2 Transmission of Active_Station_List_Requests	493
10F. Reset Management	493
APPENDIX 10(A) - Examples of Active_Station_List Maintenance	495
APPENDIX 10(B) - Recommendations for Management of Ring Participation	
and Redundant Media	503
10(B).1 Recommendations for Ring Participation Management	503
10(B).1.1 Management of Ring Participation	503
10(B).1.2 Ring Participation Management Station Descriptions	503
10(B).1.3 Line_Disconnected State	503
10(B).1.4 Line_Connect State	503
10(B).1.5 Active_Station_List_Receive State	505
10(B).1.6 Line_Connected State	505
10(B).1.7 Active_Station_List_Update Substate	505
10(B).1.8 Configure State	507
10(B).1.9 Line_Disconnect State	507
10(B).2 Recommendation for Management of Redundant Media	507

Figures	Pages
0-1 Modèle de RL	34
0-2 Anneau logique sur bus physique	42
0-3 Subdivision fonctionnelle de la couche MAC	44
2A-1 Relations avec le modèle de RL	76
2B-1 Relations avec le modèle de RL	112
2-2 Schéma des interactions au niveau de la station locale	128
2-3 Schéma des interactions au niveau de la station éloignée	128
2-4 Comportement topologique du service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception	130
2-5 Relations séquentielles du service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception	130
2-6 Diagramme d'états de l'utilisateur local pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception	132
2-7 Diagramme d'états de l'utilisateur éloigné pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception	134
2-8 Diagramme d'états de l'entité de bus locale pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception	134
2-9 Diagramme d'états de l'entité de bus éloignée pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception	136
2-10 Comportement topologique du service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception	136
2-11 Relations séquentielles du service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception	138
2-12 Diagramme d'états de l'utilisateur local pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception	140
2-13 Diagramme d'états de l'utilisateur éloigné pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception	142
2-14 Diagramme d'états de l'entité de bus locale pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception	142
2-15 Diagramme d'états de l'entité de bus éloignée pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception	144
2-16 Comportement topologique du service demande_de_données_avec_réponse	144
2-17 Relations séquentielles du service demande_de_données_avec_réponse	146
2-18 Diagramme d'états de l'utilisateur local pour le service demande_de_données_avec_réponse	148
2-19 Diagramme d'états de l'utilisateur éloigné pour le service demande_de_données_avec_réponse	150
2-20 Diagramme d'états de l'entité de bus locale pour le service demande_de_données_avec_réponse	152
2-21 Diagramme d'états de l'entité de bus éloignée pour le service demande_de_données_avec_réponse	154
3-1 Relations avec le modèle de RL	156
3-2 Diagramme d'états de la machine_PLC locale	174
3-3 Diagramme d'états de la machine_PLC éloignée	176
4-1 Relations avec le modèle de RL	210
5-1 Relations avec le modèle de RL	220
5-2 Diagramme de la machine à états finis MAC	242
5-3 Composition et ordre d'émission des unités_de_données_du_protocole_MAC et des unités_de_données_du_protocole_PLC de PROWAY avec des adresses de 16 bits	262
5-4 Anneau logique de passage du jeton	266
6-1 Relations avec le modèle de RL	334
6-2 Mise à la terre physique de MAC	356
6-3 Connecteur d'interface de l'ETCD MAC-PHY	358
8-1 Relations avec le modèle de RL	364
8-2 Codage des signaux physiques en code Manchester	374

Figures	Page
0-1 LAN Model	35
0-2 Logical Ring on Physical Bus	43
0-3 MAC Layer Functional Partitioning	45
2A-1 Relationship to LAN Model	77
2B-1 Relationship to LAN Model	113
2-2 Local Station Interaction Diagram	129
2-3 Remote Station Interaction Diagram	129
2-4 Topological Behaviour of the Send_Data_with_Acknowledge Service	131
2-5 Sequential Relationship of the Send_Data_with_Acknowledge Service	131
2-6 Local User State Diagram for the Send_Data_with_Acknowledge Service	133
2-7 Remote User State Diagram for the Send_Data_with_Acknowledge Service	135
2-8 Local Highway Entity State Diagram of the Send_Data_with_Acknowledge Service	135
2-9 Remote Highway Entity State Diagram for the Send_Data_with_Acknowledge Service	137
2-10 Topological Behaviour of the Send_Data_with_No_Acknowledge Service	137
2-11 Sequential Relationship of the Send_Data_with_No_Acknowledge Service	139
2-12 Local User State Diagram for the Send_Data_with_No_Acknowledge Service	141
2-13 Remote User State Diagram for the Send_Data_with_No_Acknowledge Service	143
2-14 Local Highway Entity State Diagram for the Send_Data_with_No_Acknowledge Service	143
2-15 Remote Highway Entity State Diagram for the Send_Data_with_No_Acknowledge Service	145
2-16 Topological Behaviour of the Request_Data_with_Reply Service	145
2-17 Sequential Relationship of the Request_Data_with_Reply Service	147
2-18 Local User State Diagram for the Request_Data_with_Reply Service	149
2-19 Remote User State Diagram for the Request_Data_with_Reply Service	151
2-20 Local Highway Unit State Diagram for the Request_Data_with_Reply Service	153
2-21 Remote Highway Entity State Diagram for the Request_Data_with_Reply Service ...	155
3-1 Relationship to LAN Model	157
3-2 PLC Local Machine State Diagram	175
3-3 PLC Remote Machine State Diagram	177
4-1 Relationship to LAN Model	211
5-1 Relationship to LAN Model	221
5-2 MAC Finite State Machine Diagram	243
5-3 PROWAY PLC and MAC_Protocol_Data_Unit Composition and Transmission Order with 16-Bit Address	263
5-4 Logical Token-Passing Ring	267
6-1 Relationship to LAN Model	335
6-2 MAC Physical Grounding	357
6-3 MAC-PHY Interface Connector	359
8-1 Relationship to LAN Model and Medium	365
8-2 Manchester Data Encoded Physical Signal Encodings	375

Figures	Pages
9-1 Relations avec le modèle de RL	386
9-2 Dérivateur non directionnel à transformateur	408
9-3 Exemple de configuration de câble - Application simple destinée à une salle de commande	412
9-4 Exemple de configuration de câble - Exemple d'une application complexe couvrant une usine	412
10A-1 Relations avec le modèle de RL	422
10B-1 Relations avec le modèle de RL	430
10C-1 Relations avec le modèle de RL	450
10D-1 Relations avec le modèle de RL	470
10E-1 Relations avec le modèle de RL	482
10-2 Administration de la participation à l'anneau	508
10-3 Diagramme de l'état connexion_ligne	510
10-4 Diagramme de l'état déconnexion_ligne	512
 Tableaux	
2-1 Codes et arguments de demande d'administration	116
2-2 Codes et résultats de confirmation utilisateur-administration	120
2-3 Codes d'indication utilisateur-administration avec raison	122
3-1 Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC locale	180
3-2 Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC éloignée	184
3-3 Structure des unités_de_données_de_protocole_PLC	192
6-1 Codage Emission_Physique	346
6-2 Codage Réception_Physique	348
6-3 Affectation des broches de l'interface MAC-Physique	360
9-1 Exemples de types de câbles coaxiaux	406
9-2 Exemples de spécifications de dérivateurs simples non directionnels à transformateur	410

Figures	Page
9-1 Relationship to LAN Model	387
9-2 Non-directional Transformer Tap	409
9-3 Example Cable Configuration - Simple Control Room Application	413
9-4 Example Cable Configuration - Complex Plant Area Application.....	413
10A-1 Relationship to LAN Model	423
10B-1 Relationship to LAN Model	431
10C-1 Relationship to LAN Model	451
10D-1 Relationship to LAN Model	471
10E-1 Relationship to LAN Model	483
10-2 Ring Participation Management	509
10-3 Line_Connect State Diagram	511
10-4 Line_Disconnect State Diagram	513
 Tables	
2-1 Management Request Codes and Arguments	117
2-2 User-Management Confirmation Codes and Results	121
2-3 User-Management Indication Codes and Reason	123
3-1 State Transition Table for the Local PLC State Machine	181
3-2 State Transition Table for the Remote PLC State Machine	185
3-3 PLC_Protocol_Data_Unit Structure	193
6-1 Physical_Send_Encoding	347
6-2 Physical_Receive_Encoding	349
6-3 MAC-Physical Interface Pin Assignments	361
9-1 Coaxial Cable Type Examples	407
9-2 Example Specifications of Single Drop Non-directional Transformer Taps	411

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**BUS DE DONNEES DE PROCESSUS, TYPE C (PROWAY C),
POUR SYSTEMES DISTRIBUES DE COMMANDE
DE PROCESSUS INDUSTRIELS**

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 65C: Communication numérique des données pour les systèmes de mesure et de commande, du Comité d'Etudes n° 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
65C(BC)17	65C(BC)24

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

Une version "phase cohérente" de la méthode de modulation "FSK-variation de phase continue" spécifiée dans les parties 8 et 9 est à l'étude.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROCESS DATA HIGHWAY, TYPE C (PROWAY C),
FOR DISTRIBUTED PROCESS CONTROL SYSTEMS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 65C: Digital Data Communications for Measurement and Control Systems, of IEC Technical Committee No. 65: Industrial-process Measurement and Control.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
65C(C0)17	65C(C0)24

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

A "phase-coherent" version of the "FSK phase-continuous modulation method" specified in Parts 8 and 9 is under consideration.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 79: Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses.
- 79-1 (1971): Première partie: Construction, vérification et essais des enveloppes antidéflagrantes de matériel électrique.
 - 79-3 (1972): Troisième partie: Eclateur pour circuits de sécurité intrinsèque.
 - 79-10 (1986): Dixième partie: Classification des emplacements dangereux.
 - 79-11 (1984): Onzième partie: Construction et épreuves du matériel à sécurité intrinsèque et du matériel associé.
 - 255: Relais électriques.
 - 255-4 (1976): Quatrième partie: Relais de mesure à une seule grandeur d'alimentation d'entrée à temps dépendant spécifié.
 - 348 (1978): Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques.
 - 950 (1986): Sécurité des matériels de traitement de l'information y compris les matériels de bureau électriques.
- C.I.S.P.R. 22 (1985): Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils de traitement de l'information relatives aux perturbations radio-électriques (appareils de classe A).

Autres publications citées:

- ISO/DIS 4902 (1985): Communication de données - Description du connecteur 37 broches à la jonction entre ETTD et ETCB et affectation des broches.
- Norme ISO 7498 (1984): Systèmes de traitement de l'information - Interconnexion de systèmes ouverts - Modèle de référence de base.
- ISO/DIS 8802-2 (1985): Systèmes de traitement de l'information - Réseaux locaux, Partie 2: Commande de liaison (préparation en cours).
- ISO/DIS 8802-4 (1985): Systèmes de traitement de l'information - Réseaux locaux, Partie 4: Spécifications de la méthode d'accès par bus à jeton et de la couche physique (préparation en cours).
- Avis CCITT V.11 (1984): Caractéristiques électriques des circuits de jonction symétriques en double courant pour application générale aux équipements à circuits intégrés dans le domaine des transmissions de données.
- Avis CCITT de la série H (1984): Livre rouge - Volume III, fascicule III.4.
- Avis CCITT de la série V (1984): Livre rouge - Volume VIII, fascicule VIII.1.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publication Nos. 79: Electrical apparatus for explosive gas atmospheres.
- 79-1 (1971): Part 1: Construction and test of flameproof enclosures of electrical apparatus.
 - 79-3 (1972): Part 3: Spark test apparatus for intrinsically-safe circuits.
 - 79-10 (1986): Part 10: Classification of hazardous areas.
 - 79-11 (1984): Part 11: Construction and test of intrinsically-safe and associated apparatus.
 - 255: Electrical relays.
 - 255-4 (1976): Part 4: Single input energizing quantity measuring relays with dependent specified time.
 - 348 (1978): Safety requirements for electronic measuring apparatus.
 - 950 (1986): Safety of information technology equipment including electrical business equipment.
- C.I.S.P.R. 22 (1985): Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of information technology equipment (Class A equipment).

Other publications quoted:

- ISO/DIS 4902 (1985): Data communication - 37-pin DTE/DCE interface connector and pin assignments.
- ISO Standard 7498 (1984): Information processing systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model.
- ISO/DIS 8802-2 (1985): Information processing systems - Local area networks, Part 2: Logical link control (in preparation).
- ISO/DIS 8802-4 (1985): Information processing systems - Local area networks, Part 4: Token-passing bus access method and physical layer specifications (in preparation).
- CCITT Recommendation V.11 (1984): Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits for general use with integrated circuit equipment in the field of data communications.
- CCITT Recommendation of H Series (1984): Red Book - Volume III, Fascicle III.4.
- CCITT Recommendation of V Series (1984): Red Book - Volume VIII, Fascicle VIII.1.

BUS DE DONNEES DE PROCESSUS, TYPE C (PROWAY C), POUR SYSTEMES DISTRIBUES DE COMMANDE DE PROCESSUS INDUSTRIELS

PARTIE 0: INTRODUCTION ET GENERALITES

0.1 Domaine d'application

La présente norme spécifie les éléments nécessaires à l'interconnexion et à l'interfonctionnement de stations par l'intermédiaire d'un réseau local utilisant la méthode d'accès à passage de jeton sur bus dans un environnement industriel. Ces éléments comprennent:

- 1) Les caractéristiques électriques et physiques du support de transmission.
- 2) La méthode de modulation utilisée par le protocole physique.
- 3) Les services et signaux fournis à l'interface entre les entités physique et commande d'accès au support.
- 4) Les formats des trames transmises.
- 5) Le protocole d'accès au bus.
- 6) Les services fournis à l'interface conceptuelle entre la sous-couche commande d'accès au support (MAC) et la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC) située au-dessus de celle-ci.
- 7) Le protocole de commande de liaison PROWAY (PLC).
- 8) Les services fournis à l'interface conceptuelle entre l'utilisateur de PROWAY et la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC).
- 9) L'administration des stations PROWAY.

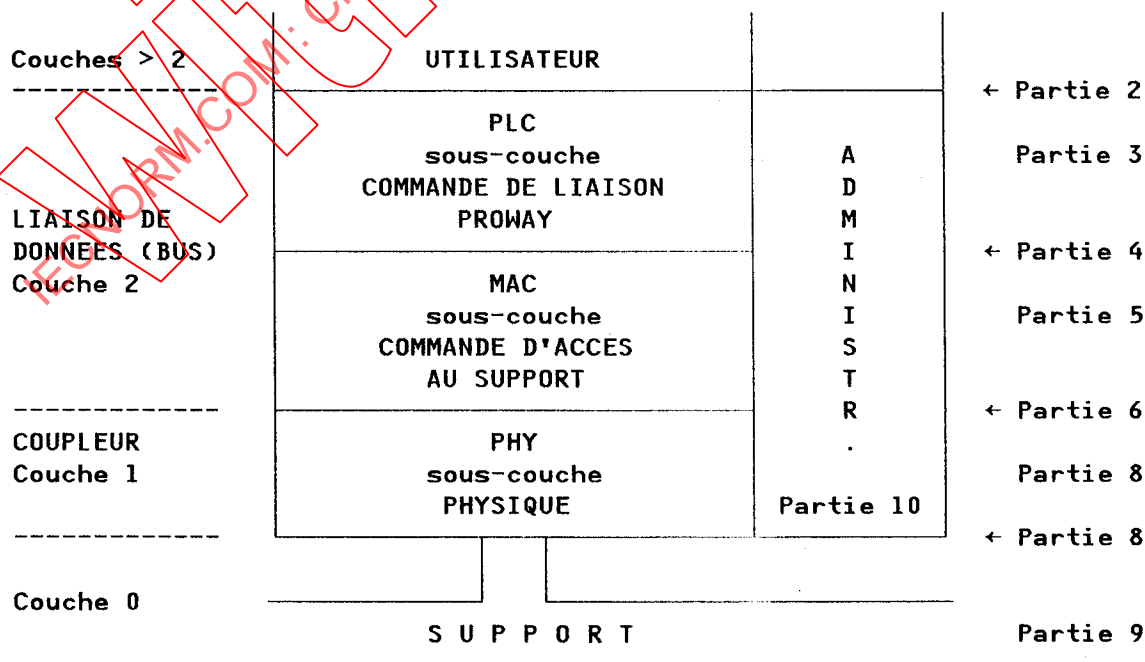


Fig. 0-1. - Modèle de RL.

**PROCESS DATA HIGHWAY, TYPE C (PROWAY C),
FOR DISTRIBUTED PROCESS CONTROL SYSTEMS**

PART 0: INTRODUCTION AND OVERVIEW

0.1 Scope

The standard specifies those elements which are required for compatible interconnection of stations by way of a Local Area Network (LAN) using the Token Bus access method in an industrial environment. These elements include:

- 1) The electrical and physical characteristics of the transmission medium.
- 2) The electrical transmission signalling method used by the Physical protocol.
- 3) The services and signals provided at interface between the Physical and Media Access Control entities.
- 4) The frame formats transmitted.
- 5) The Token Bus Media Access protocol.
- 6) The services provided at the conceptual interface between the Medium Access Control (MAC) sublayer and the PROWAY Link Control (PLC) sublayer above it.
- 7) The PROWAY Link Control (PLC) protocol.
- 8) The services provided at the conceptual interface between the User of PROWAY and the PROWAY Link Control (PLC) sublayer.
- 9) Management of PROWAY stations.

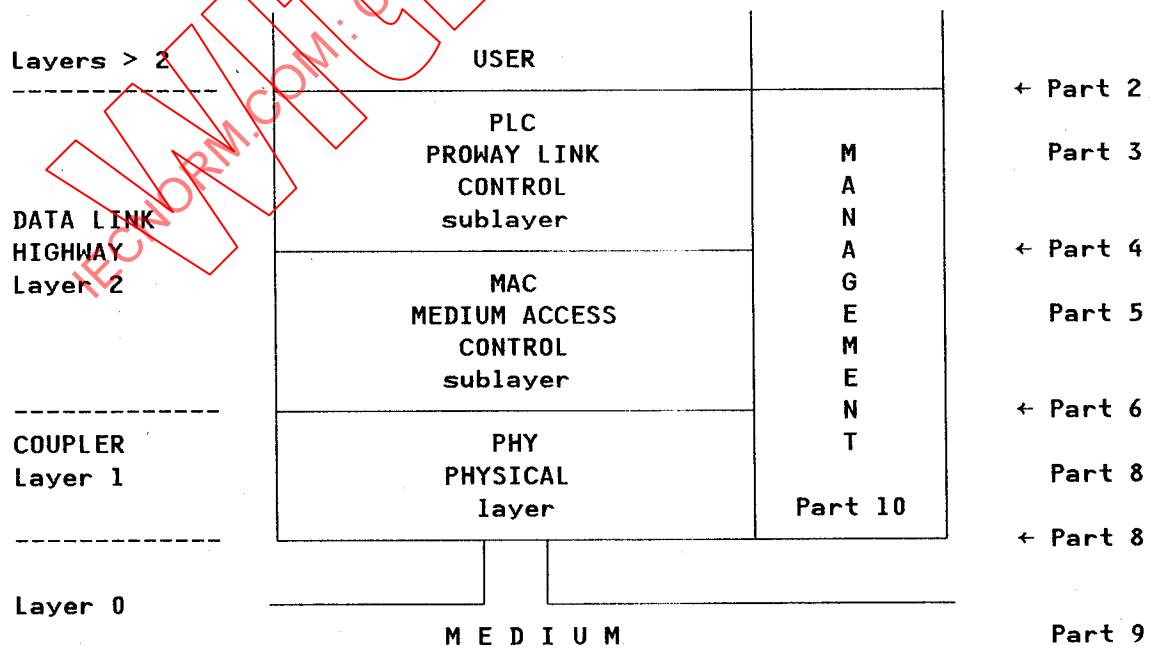


Fig. 0-1. - LAN Model.

0.2 Introduction

0.2.1 *Décomposition en couches*

Dans le cadre de cette norme, le fonctionnement d'une station est spécifié conformément au modèle en couches illustré en figure 0-1. Cette figure indique également quelles parties de cette norme spécifient les interfaces entre couches et quelles parties spécifient le fonctionnement des couches elles-mêmes. Cette figure est répétée dans chaque partie de la norme pour indiquer les relations de la partie concernée avec les autres parties de la norme et avec le modèle de RL.

0.2.2 *Priorité*

Les parties 0 et 1 fournissent une introduction et des explications. Ces parties ne sont pas destinées à fournir des spécifications précises. En cas de conflit entre les parties 0 et 1 et toute autre partie de la norme, ce sont les spécifications de cette autre partie qui sont à prendre en compte.

0.2.3 *Définitions*

Les termes utilisés de manière spécifique ou spécialisée dans les diverses parties de cette norme sont définies au début de la partie concernée. Les définitions générales sont données dans la référence 1 (voir annexe 0(A)).

0.2.4 *Références*

La liste des documents auxquels il est fait référence dans la présente norme est donnée en annexe 0(A).

0.3 Conformité

0.3.1 *Classes de stations*

La présente norme définit trois classes de stations:

INITIATEUR: ces stations assurent toutes les fonctions de la machine à états locale et les fonctions de réception de la machine à états éloignée.

REPONDEUR: ces stations assurent toutes les fonctions de la machine à états éloignée et aucune des fonctions de la machine à états locale. Un équipement simple (tel qu'un appareil de mesure) peut être connecté à un réseau local en tant que REPONDEUR.

INITIATEUR/REPONDEUR: ces stations assurent toutes les fonctions des deux machines à états (locale et éloignée).

0.3.2 *Prescriptions de conformité*

Les réalisations peuvent se déclarer conformes à la présente norme pour une des classes de stations définies en 0.3.1. Les réalisations se déclarant conformes à la présente norme doivent:

0.2 Introduction

0.2.1 Layering

Within this standard the operation of a station is specified in terms of the layered model shown in Figure 0.1. This figure also shows which parts of the standard specify interfaces between layers and which parts specify the operation of the layers themselves. This figure is repeated in each part of the standard to indicate the relationship of that part to the remaining parts of the standard and to the LAN model.

0.2.2 Precedence

Parts 0 and 1 are introductory and explanatory in nature. Parts 0 and 1 are not intended to convey precise specifications. In case of a conflict between Parts 0 and 1 and any other part of the standard, the specifications of the other part shall take precedence.

0.2.3 Definitions

Terms that are used in a specific or specialized manner in any part of this standard are defined at the beginning of that part. General definitions are given in reference 1 of Appendix 0(A).

0.2.4 References

Documents referenced by this standard are listed in Appendix 0(A).

0.3 Compliance

0.3.1 Classes of Stations

This standard defines three classes of stations:

INITIATOR stations perform all functions of the Local state machine and the reception functions of the Remote state machine.

RESPONDER stations perform all the functions of the Remote state machine and none of the functions of the Local state machine. A simple device (such as an instrument) can be connected to the Local Area Network as a RESPONDER.

INITIATOR/RESPONDER stations perform all functions of both the Local and Remote state machines.

0.3.2 Compliance Requirements

Implementations may claim compliance with this standard as one of the classes of stations given in 0.3.1. Implementations that claim compliance with this station shall:

- 1) Offrir de façon obligatoire l'interface utilisateur-PLC et les services spécifiés dans la présente norme pour la classe de station considérée.
- 2) Supporter le protocole de commande de liaison PROWAY spécifié dans la présente norme pour la classe de station considérée.
- 3) Supporter de façon obligatoire l'interface PLC-MAC et les services spécifiés dans la présente norme pour la classe de station considérée.
- 4) Offrir de façon obligatoire les interfaces et services d'administration de station spécifiés dans la présente norme pour la classe de station considérée.
- 5) Supporter les caractéristiques obligatoires du protocole de commande d'accès par jeton sur bus tel que spécifiées dans la présente norme pour la classe de station considérée.
- 6) Supporter les services d'interface MAC-Physique spécifiés dans la présente norme.
- 7) Supporter la réalisation de l'interface MAC-Physique spécifiée dans la présente norme si les couches MAC et physique sont réalisées sous la forme de deux parties matériellement séparées.
- 8) Supporter la couche physique et le support de transmission spécifiés.
- 9) Etre conformes aux spécifications concernant le support de transmission données dans cette norme.

Il est vivement recommandé que les stations INITIATEUR supportent la fonction de compte-rendu de la liste des stations participant à l'anneau virtuel de passage du jeton.

Un certain nombre d'options sont spécifiées dans la présente norme. Une réalisation déterminée doit indiquer quelle(s) option(s) est(sont) supportée(s), ainsi que les valeurs des attributs supportés dans chaque station.

0.4 Organisation de PROWAY

Le bus de données PROWAY comprend trois couches ou entités fonctionnelles:

- commande de liaison PROWAY - PLC;
- commande de l'accès au support - MAC;
- transmission physique - PHY.

On trouvera dans les sections suivantes une brève introduction pour chacune de ces couches.

Les sous-couches PLC et MAC réunies constituent le niveau liaison de données (bus) du modèle ISO. Le niveau PHY correspond au niveau physique du modèle ISO.

- 1) Offer the mandatory PLC-user interface and services specified in this standard for that class of station.
- 2) Support the PROWAY Link Control protocol specified in this standard for that class of station.
- 3) Support the mandatory PLC-MAC interface and services specified in this standard for that class of station.
- 4) Offer the mandatory station management interfaces and services specified in this standard for that class of station.
- 5) Support the mandatory features of the Token Bus Medium Access protocol specified in this standard for that class of station.
- 6) Support the MAC-Physical interface services specified in this standard.
- 7) Support the MAC-Physical interface implementation specified in this standard if the MAC sublayer and Physical layer are embodied in separate pieces of equipment.
- 8) Support the specified Physical layer and medium.
- 9) Conform to the medium specifications given in this standard.

It is strongly recommended that INITIATOR stations support the reporting of the list of stations participating in the logical token ring.

A number of options are specified in this standard. An implementation shall indicate which, if any, of these options are supported and the supported values of each station attribute.

0.4 PROWAY Organization

The PROWAY Data Highway has three primary functional layers or entities:

- PROWAY Link Control - PLC;
- Media Access Control - MAC;
- Physical Signalling - PHY.

Each of these layers is briefly introduced in the following sections.

The PLC and MAC sublayers together comprise the Data Link (Highway) level of the ISO Model. The PHY level comprises the Physical level of the ISO Model.

0.5 Vue d'ensemble de la couche commande de liaison PROWAY

0.5.1 Services de la couche commande de liaison PROWAY

PROWAY fournit trois services de base à ses utilisateurs:

- envoi de données en utilisant un protocole avec confirmation (réponse immédiate) depuis une station locale (station d'origine) vers une station distante (répondreuse). Ce service est appelé Envoi de données avec accusé de réception ou SDA,
- envoi de données sans accusé de réception ni répétition depuis une station locale vers une, plusieurs, ou toutes les stations éloignées (réceptrices). Ce service, assurant moins de sécurité, est appelé Envoi de données sans accusé de réception ou SDN,
- une station locale demande à une station éloignée des données préalablement préparées, en utilisant un protocole avec confirmation (réponse immédiate). Ce service est appelé Demande de données avec réponse ou RDR.

0.5.2 Organisation de la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC)

Les fonctions de la sous-couche PLC se décomposent de manière logique en deux machines à états:

- a) la machine à états locale,
- b) la machine à états éloignée.

0.5.2.1 Fonctions de la machine à états locale

La machine à états locale traite toutes les demandes en provenance de, et les confirmations en direction de l'utilisateur-PLC local. Ces demandes locales se traduisent par l'émission de trames de demande. Les fonctions de la machine à états PLC locale comprennent:

- l'acceptation des demandes en provenance de l'utilisateur local (à l'exclusion des demande_de_mise_à_jour),
- la génération des trames de demande,
- la réception des trames de réponse,
- la passation de confirmations à l'utilisateur local (à l'exclusion des confirmation_de_mise_à_jour).

0.5.2.2 Fonctions de la machine à états éloignée

La machine à états éloignée passe les indications à l'utilisateur-PLC éloigné, gère les zones de données partagées, et envoie les données demandées à la machine locale. Les fonctions de la machine à états PLC éloignée comprennent:

- la réception des trames de demande,
- le passage d'indications à l'utilisateur-PLC éloigné,
- la génération des trames de réponse,
- l'acceptation des demandes en provenance de l'utilisateur-PLC éloigné, pour mettre à jour une zone_de_données_partagée,
- le passage de confirmations de mise à jour à l'utilisateur-PLC éloigné.

0.5 Overview of the PROWAY Link Control Layer

0.5.1 PROWAY Link Control Services

PROWAY provides three basic services to its users:

- Sending data using a confirmed (immediate response) protocol from one local (originating) station to one remote (responding) station. This service is known as Send Data with Acknowledge or SDA.
- Sending data without acknowledge or retry from one local station to one, some, or all remote (receiving) stations. This less secure service is known as Send Data with No Acknowledge or SDN.
- One local station requesting previously submitted information from one remote station using the confirmed (immediate response) protocol. This service is known as Request Data with Reply or RDR.

0.5.2 PROWAY Link Control (PLC) Sublayer Organization

The PLC sublayer functions are logically divided into two independent state machines:

- a) local state machine;
- b) remote state machine.

0.5.2.1 Local State Machine Functions

The Local state machine handles all requests from and confirmation to the local PLC-user. These local requests result in transmission of request frames. Functions of the local PLC state machine include:

- accepting local user requests (including update_requests),
- generating request frames,
- receiving response frames,
- passing confirmations to the local PLC-user (excluding update_confirmations).

0.5.2.2 Remote State Machine Functions

The remote state machine passes indications to the remote PLC-user, manages the shared data areas, and returns requested data to the local machine. Functions of the remote PLC state machine include:

- receiving request frames,
- passing indications to the remote PLC-user,
- generating response frames,
- accepting remote user requests to updated a shared_data_area,
- passing update confirmations to the remote PLC-user.

0.6 Présentation générale de la méthode d'accès par passage de jeton sur bus

0.6.1 Philosophie de la méthode d'accès par passage de jeton sur bus

- 1) Un jeton ou bâton contrôle le droit d'accès au support physique; la station qui tient (qui possède) le jeton contrôle momentanément le support.
- 2) Le jeton est passé par les stations résidant sur le support. Au fur et à mesure que le jeton passe d'une station à l'autre, il y a formation d'un anneau logique.
- 3) Le fonctionnement à l'état stable se compose d'une phase de transfert de données et d'une phase de transfert de jeton.
- 4) Les fonctions de maintenance de l'anneau qui sont intégrées aux stations assurent l'initialisation de l'anneau, la récupération du jeton perdu, l'addition d'une nouvelle station à l'anneau logique et les servitudes générales de l'anneau logique. Les fonctions de maintenance de l'anneau sont répétées dans toutes les stations du réseau qui utilisent le jeton.

De façon générale, les supports partagés peuvent être classés en deux types principaux, à *diffusion* et *séquentiel*. Cette norme traite exclusivement du type à diffusion. Sur un support à diffusion, toutes les stations peuvent recevoir tous les signaux émis. Habituellement, un support du type à diffusion est configuré comme un bus physique.

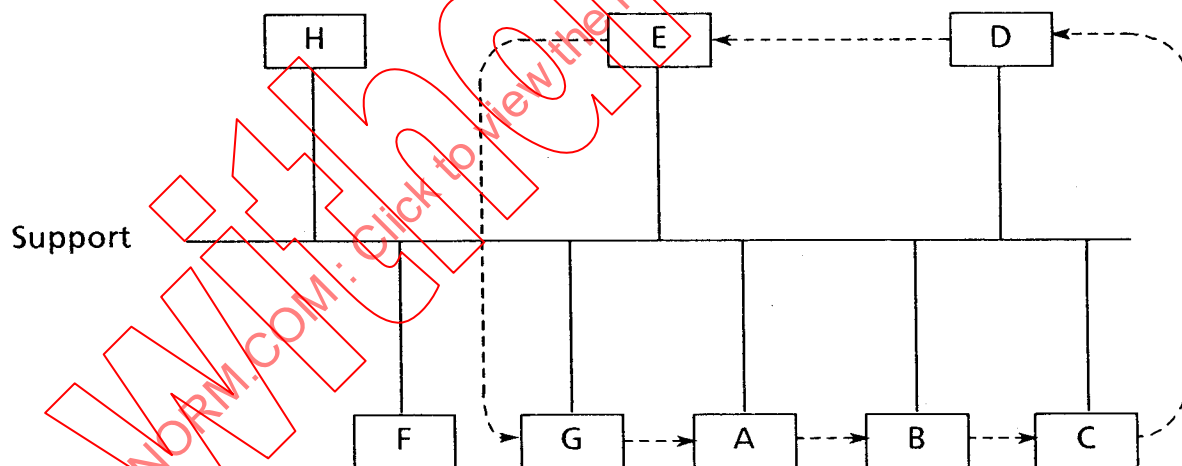


Fig. 0-2. - Anneau logique sur bus physique.

En figure 0-2, on remarque que la méthode d'accès au support par passage de jeton est toujours séquentielle au sens logique de ce terme. C'est-à-dire que pendant le fonctionnement normal à l'état stable, le droit d'accès au support passe d'une station à l'autre. De plus, on note que la connectivité physique a peu d'effet sur l'ordre de l'anneau logique et que les stations peuvent répondre à une interrogation du détenteur du jeton même lorsqu'elles ne font pas partie de l'anneau logique. (Par exemple, les stations H et F peuvent recevoir des trames, mais elles ne peuvent pas lancer une transmission puisqu'elles ne recevront jamais le jeton.)

La sous-couche de commande d'accès au support (MAC) permet un accès séquentiel au bus partagé en passant le contrôle du support d'une station à une autre station, en formant un anneau d'un point de

0.6 Overview of the Token Bus Access Method

0.6.1 The Essence of the Token Bus Access Method

- 1) A token (or baton) controls the right of access to the physical medium; the station which holds (possesses) the token has control over the medium.
- 2) The token is passed by stations residing on the medium. As the token is passed from station to station a logical ring is formed.
- 3) Steady state operation consists of a data transfer phase and a token transfer phase.
- 4) Ring maintenance functions within the stations provide for ring initialization, lost token recovery, new station addition to logical ring, and general housekeeping of the logical ring. The ring maintenance functions are replicated among all the token-using stations on the network.

Shared media generally can be categorized into two major types. These types are *broadcast* and *sequential*. This standard deals exclusively with the broadcast type. On a broadcast medium, every station may receive all signals transmitted. Media of the broadcast type are usually configured as a physical bus.

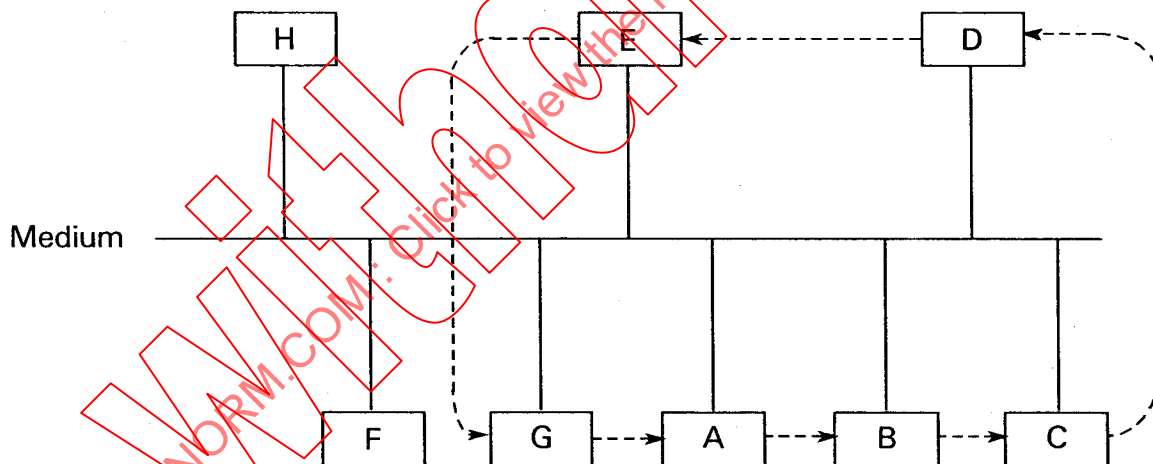


Fig. 0-2. - Logical Ring on Physical Bus.

In Figure 0-2, it should be noted that the Token Bus Access Method is always sequential in a logical sense. That is, during normal steady state operation, the right to access the medium passes from station to station. Further, it should be noted that the physical connectivity has little impact on the order of the logical ring and that stations can respond to a query from the token holder even without being part of the logical ring. (E.g., stations H and F can receive frames but cannot initiate a transmission since they will never be sent the token.)

The Medium Access Control (MAC) sublayer provides sequential access to the shared bus medium by passing control of the medium from station to station in a logically circular fashion. The MAC sub-

vue logique. La sous-couche MAC détermine le moment auquel la station a le droit d'accéder au support partagé en reconnaissant et en acceptant le jeton provenant de la station précédente et il détermine à quel moment le jeton sera transmis à la station suivante.

0.6.2 Fonctions générales de la sous-couche MAC

- 1) Temporisation de jeton perdu.
- 2) Initialisation distribuée.
- 3) Temporisation de maintien de jeton (utilisée pour les diverses classes de service et pour la maintenance de l'anneau).
- 4) Mémorisation des données (dans certaines limites).
- 5) Reconnaissance de l'adresse du noeud.
- 6) Conditionnement des trames (y compris la préparation du jeton).
- 7) Génération et vérification des séquences de contrôle (FCS).
- 8) Reconnaissance du jeton correct.
- 9) Ajout d'un nouveau membre à l'anneau.
- 10) Reprise sur erreur ou panne d'un noeud.
- 11) Réponse PLC immédiate ou accusé de réception immédiat à une trame émise par le possesseur du jeton.
- 12) Répétition de l'émission pour certaines classes de service.

0.7 Structure interne de la couche MAC

La couche MAC assure plusieurs fonctions qui sont relativement indépendantes. Les descriptions et les spécifications de la couche MAC dans cette norme sont organisées au niveau d'une ou de plusieurs subdivisions possibles de ces fonctions. La subdivision utilisée ici est illustrée à la figure 0-3 qui présente quatre machines logiques asynchrones, traitant chacune certaines fonctions de la couche MAC comme il est expliqué ci-après.

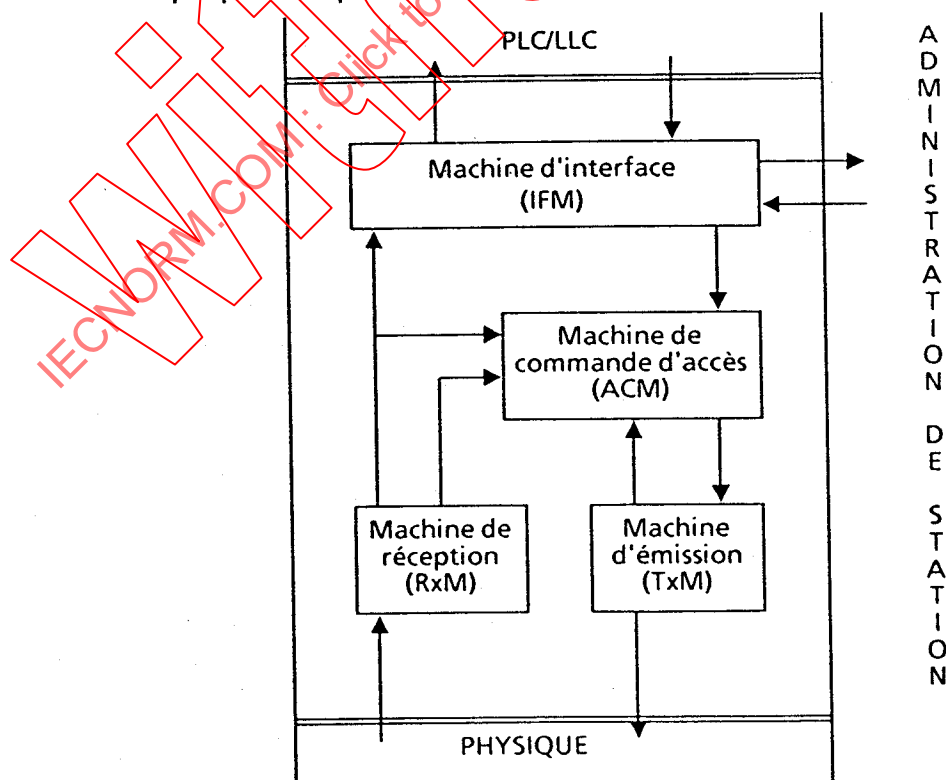


Fig. 0-3. - Subdivision fonctionnelle de la couche MAC.

layer determines when the station has the right to access the shared medium by recognizing and accepting the token from the predecessor station, and it determines when the token is passed to the successor station.

0.6.2 General MAC Sublayer Functions

- 1) Lost token timer.
- 2) Distributed initialization.
- 3) Token holding timer (for multiple classes of service and ring maintenance).
- 4) Limited data buffering.
- 5) Node address recognition.
- 6) Frame encapsulation (including token preparation).
- 7) Frame Check Sequence (FCS) generation and checking.
- 8) Valid token recognition.
- 9) New ring member addition.
- 10) Node failure error recovery.
- 11) Allowing an immediate PLC response to or acknowledgement of a frame sent by the token holder.
- 12) Retry transmission for certain classes of service.

0.7 MAC Layer Internal Structure

The MAC layer performs several functions which are loosely coupled. The descriptions and specifications of the MAC sublayer in this standard are organized in terms of one of several possible partitionings of these functions. The partitioning used here is illustrated in Figure 0-3, which shows four asynchronous logical "machines," each of which handles some of the MAC functions, as discussed below.

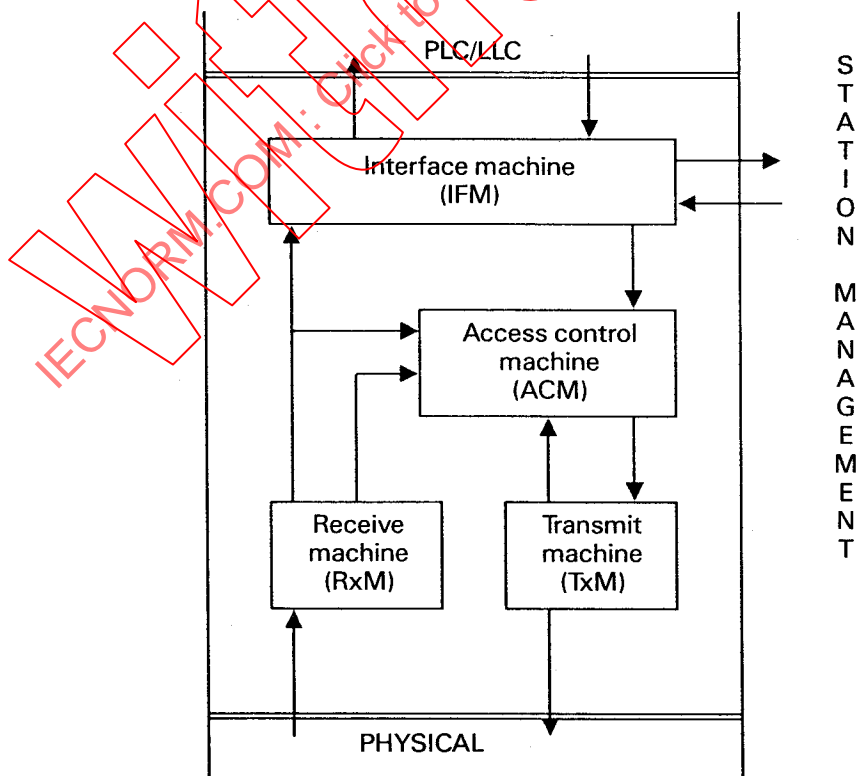


Fig. 0-3.- MAC Layer Functional Partitioning.

0.7.1 Machine d'interface (IFM)

Cette machine joue le rôle d'une interface et d'une mémoire tampon insérées entre les couches PLC et MAC et entre l'administration de station et MAC. Elle interprète en entrée toutes les primitives de service et génère les primitives de service sortantes appropriées. Cette machine assure la mise en correspondance des paramètres de qualité de service vus de PLC avec ceux vus de MAC, lorsque c'est nécessaire. Elle assure la mise en file d'attente des demandes de service, par exemple les demandes d'émission d'une unité de données du protocole PLC. Elle assure la fonction de reconnaissance d'adresse des trames PLC reçues, pour accepter seulement celles qui sont adressées à la station. Enfin elle envoie une réponse immédiate lorsqu'elle est sollicitée par la station initiatrice.

0.7.2 Machine de commande d'accès (ACM)

Cette machine coopère avec les machines ACM de toutes les autres stations du bus pour contrôler l'émission sur le bus partagé. La machine ACM gère plusieurs classes d'accès MAC afin d'offrir plusieurs niveaux de qualité de service à la couche PLC. Lorsque cela est requis, elle attend de la station éloignée une réponse ou l'accusé de réception correspondant à une trame émise. Si la réponse requise n'est pas reçue, la machine ACM locale procède à des répétitions de l'émission. La machine ACM est également responsable de l'initialisation et de la maintenance de l'anneau logique, y compris l'admission de nouvelles stations. Enfin, elle est chargée de la détection et, quand c'est possible, de la reprise après les défauts et pannes intervenus sur le bus à jeton. Elle est également chargée d'informer l'administration de station des changements dans la participation à l'anneau logique. La machine ACM n'est pas nécessaire dans une station REpondeur.

0.7.3 Machine de réception (RxM)

Cette machine accepte en entrée les symboles élémentaires provenant de la couche physique, les assemble en trames qu'elle valide et transmet aux machines IFM et ACM. La machine RxM fait cette opération en reconnaissant les délimiteurs de début de trame et de fin de trame (SD et ED), en vérifiant la séquence de contrôle de trame (FCS) et en validant la structure de la trame. De plus la machine RxM identifie et indique la réception des états rafale_bruit et bus_silencieux.

0.7.4 Machine d'émission (TxM)

Cette machine opère habituellement en acceptant une trame de données provenant de la machine ACM et en la transmettant à la couche physique sous forme d'une série de symboles élémentaires suivant le format approprié. La machine TxM construit une unité_de_données_de_protocole MAC en faisant précéder chaque trame du préambule et du délimiteur de début de trame requis et en la terminant par la séquence FCS et le délimiteur ED.

0.7.1 *Interface Machine (IFM)*

This machine acts as an interface and buffer between the PLC and MAC sublayers and between Station Management and the MAC sublayer. It interprets all incoming service primitives and generates appropriate outgoing service primitives. This machine handles the mapping of "quality of service" parameters from the PLC view to the MAC view, and generation of a response frame when required. The IFM handles queueing of service requests sent to a PLC protocol data unit. It performs the "address recognition" function on received PLC frames, accepting only those addressed to this station. Finally, it generates an immediate response when requested by the initiating station.

0.7.2 *Access Control Machine (ACM)*

This machine cooperates with the ACMs of all other stations to control transmission on the shared bus medium. The ACM manages multiple MAC access classes in order to provide different levels of "quality of service" to the PLC layer. When required, it will wait for a response or acknowledgement of a transmitted frame from the remote station. If the required response is not received, the local ACM will retry the transmission. The ACM is also responsible for initialization and maintenance of the logical ring, including the admission of new stations. Finally, it has responsibility for the detection of and, where possible, recovery from faults and failures in the token bus network and for informing station management of changes in the membership of the token ring. The ACM is not required in a RESPONDER station.

0.7.3 *Receive Machine (RxM)*

This machine accepts atomic_symbol inputs from the physical layer, assembles them into frames, which it validates and passes the frames to the IFM and ACM. The RxM accomplishes this by recognizing the frame Start Delimiter (SD) and the frame End Delimiter (ED), checking the Frame Check Sequence (FCS) and validating the frame's structure. The RxM also identifies and indicates the reception of noise_bursts and the bus_quiet condition.

0.7.4 *Transmit Machine (TxM)*

This machine generally accepts a data frame from the ACM and transmits it, as a sequence of atomic_symbols in the proper format, to the physical layer. The TxM builds a MAC protocol_data_unit by prefacing each frame with the required preamble and SD, and appending the FCS and ED.

0.8 Caractéristiques de la méthode d'accès par passage de jeton sur bus

La compréhension des caractéristiques fondamentales de la méthode d'accès par passage de jeton est utile pour mieux saisir les conditions dans lesquelles un bus à passage de jeton est une technologie appropriée pour un réseau local.

L'énumération suivante reprend quelques-unes des caractéristiques majeures de cette méthode d'accès au support:

- 1) Cette méthode est efficace dans la mesure où, lorsque la charge proposée est importante, la coordination des stations n'exige qu'un faible pourcentage de la capacité du support.
- 2) La méthode est équitable dans la mesure où elle offre à chaque station une partie égale de la capacité du support. Toutefois, elle n'exige pas qu'une station quelconque utilise entièrement la partie à laquelle elle a droit.
- 3) Cette méthode autorise l'emploi de plusieurs classes de priorité.
- 4) Cette méthode supporte les transferts de données en boucle ouverte (pas de réponse) et en boucle fermée (avec réponse ou accusé de réception).
- 5) Cette méthode coordonne les émissions de la station afin de minimiser et de contrôler les interférences avec les autres stations.
- 6) Cette méthode n'impose aucune contrainte supplémentaire au support et aux possibilités des modems par rapport à celles qui sont nécessaires pour la transmission et la réception de séquences de plusieurs bits et de plusieurs trames au taux moyen spécifié pour les erreurs binaires.
- 7) En l'absence de bruit sur le réseau, cette méthode fournit des limites calculables et déterministes pour le temps d'accès dans le cas le plus défavorable, pour la classe de service qui a la priorité la plus haute, pour n'importe quelle configuration de réseau et de charge.
- 8) Les périodes d'interférence contrôlées sont reconnaissables; la mesure du bruit du système est possible pendant les autres périodes.
- 9) Cette méthode n'impose que des contraintes minimales quant à la façon dont une station qui contrôle momentanément le support peut utiliser sa part de la capacité du support. En particulier, la méthode d'accès permet à une station d'utiliser des méthodes d'accès par demande/réponse durant les périodes d'accès de cette station.
- 10) Cette méthode permet d'équiper un réseau d'un nombre important de stations économiques à fonctions réduites (REPONDEUR) avec une ou plusieurs stations à fonctions complètes (INITIATEUR). (Par hypothèse, on suppose qu'il faut au moins une station du type INITIATEUR pour rendre le système opérationnel, par exemple pour l'initialiser.) Une station de type REPONDEUR ne nécessite pas une logique de commande d'accès au support.

0.8 Token Bus Access Method Characteristics

An understanding of the basic characteristics of the Token Bus access method assists in understanding where and when a token-passing bus is an appropriate LAN technology.

Some of the important features of the token bus access method are as follows:

- 1) The method is efficient in the sense that under high offered load the coordination of the stations requires only a small percentage of the media's capacity.
- 2) The method is fair in the sense that it offers each station an equal share of the media's capacity. It does not, however, require any station to use its full share.
- 3) The method permits multiple priorities.
- 4) The method supports open loop (no response) and closed loop (with response or acknowledgement) data transfers.
- 5) The method coordinates station transmissions to minimize and control interference with other stations.
- 6) The method imposes no additional requirements on the media and the modem capabilities over those necessary for transmission and reception of multi-bit, multi-frame sequences at the specified mean bit error rate.
- 7) In the absence of system noise, the method provides computable, deterministic, worst case bounds on access delay, for the highest priority class of service, for any given network and loading configuration.
- 8) Periods of controlled interference are distinguishable; system noise measurements are possible during the remaining periods.
- 9) The method places minimal constraints on how a station which momentarily controls the media may use its share of the media's capacity. In particular, the access method allows a station to use request/reply access methods during that station's access periods.
- 10) The method permits the presence of a large number of low-cost reduced-function (RESPONDER) stations in the network with one or more full-function (INITIATOR) stations. (It is assumed that at least one INITIATOR station is needed to make the system operational, for example, to initialize.) A RESPONDER station does not require Media Access Control logic.

- 11) L'utilisation de la réponse immédiate, associée avec les services de transfert de données avec confirmation (SDA ou RDR) permet une protection contre la perte ou la duplication de trames, et ce avec n'importe quel niveau désiré d'assurance.

0.9 Vue d'ensemble des couches physique et support de transmission

0.9.1 *Résumé de la couche physique FSK (modulation par déplacement de fréquence) à variation de phase continue*

Niveau d'émission: +64 dB à +66 dB (1 mV, 75 Ω) (dBmV), c'est-à-dire environ 2 V eff.

Sensibilité du récepteur: +4 à +50 dB (1 mV, 75 Ω) (dBmV), et possibilité de recevoir son propre signal d'émission.

Seuil de bruit: ≤ -15 dB (1 mV, 75 Ω) dans une bande de 3 à 7 MHz.

Débit binaire: 1 Mbit/s.

Codage des symboles: codage de type Manchester des symboles données, non_données et remplissage_inactif. Les représentations des symboles de transmission sont:

[HL]	=	zéro	} données
[LH]	=	un	
[LL][H]	=	paires de symboles non_données ne comportant aucune transition de fréquence pendant une durée complète de symbole-MAC.	

Octets formés de uns et zéros consécutifs = remplissage_inactif (préambule).

Modulation: modulation FSK (modulation par déplacement de fréquence) et variation de phase continue (c'est une forme de modulation de fréquence).

- 1) Fréquence haute = 6,25 $\pm$ 0,08 MHz = [H]
- 2) Fréquence basse = 3,75 $\pm$ 0,08 MHz = [L]

Récupération de la base de temps: à partir des transitions générées par le codage Manchester.

0.9.2 *Résumé de la couche support: bus sur câble coaxial - canal unique*

Topologie: bus omni-directionnel.

Câble: câble principal coaxial de 75 Ω , par exemple du type RG-6 et semi-rigide, avec des câbles de dérivation flexibles tels que RG-59.

Connecteur de station: connecteur femelle type N, 75 Ω .

- 11) Use of the immediate response feature in conjunction with the confirmed (SDA or RDR) data transfer services allows protection against loss or duplication of frames at any desired level of assurance.

0.9 Overview of the Physical Layer and Media

0.9.1 *Summary of Phase Continuous FSK (Frequency Shift Keying) Physical Layer*

Transmit level: +64 to +66 dB (1 mV, 75 Ω) (dBmV); i.e., approximately 2 V rms.

Receiver sensitivity: +4 to +50 dB (1 mV, 75 Ω) (dBmV), and the ability to receive one's own transmissions.

Noise floor: ≤ -15 dB (1 mV, 75 Ω) over a 3-7 MHz band.

Data rate: 1 Mbit/sec.

Signalling: Manchester encoding of data, non_data, and pad_idle symbols.

The transmission symbol representations are:

[HL]	= zero	} data
[LH]	= one	
[LL][HH]	= pairs of non_data-symbols containing no frequency transitions for one full MAC-symbol period.	

Octets of consecutive ones and zeros = pad_idle (preamble)

Modulation: phase continuous FSK (Frequency Shift Keying) (a form of frequency modulation).

- 1) Higher frequency = 6.25 ± 0.08 MHz = [H]
- 2) Lower frequency = 3.75 ± 0.08 MHz = [L].

Clock Recovery: from transitions generated by the Manchester encoding.

0.9.2 *Summary of Single-Channel Coaxial Cable Bus Medium*

Topology: Omnidirectional bus.

Cable: 75 Ω coaxial trunk cable, such as types RG-6 and semi-rigid, with flexible drop cables such as RG-59.

Connector at Station: 75 Ω female N-type.

Configuration recommandée du câble: câble principal semi-rigide, avec des câbles de dérivation flexibles.

Connexion au câble principal (dérivateur): dérivateur passif non directionnel 75 Ω .

Répéteurs: aucun répéteur actif ou amplificateur n'est utilisé dans un système PROWAY.

0.9.3 *Mise en oeuvre d'autres techniques pour les couches physique et support*

Au fur et à mesure que la technologie progressera, on pourra envisager l'inclusion dans des révisions futures de la présente norme d'autres couches physiques, débits binaires et supports compatibles.

0.10 Organisation de la norme

La norme est divisée en 10 parties, qui sont résumées ci-dessous:

La Partie 0 sert d'introduction. Elle commence par une discussion générale des services de liaison de données de PROWAY, et des méthodes d'accès par passage de jeton sur bus. L'on y introduit la décomposition en sous-couches PLC et MAC, qui est utilisée dans les parties suivantes. Les caractéristiques de la méthode d'accès par passage de jeton sur bus est ensuite passée en revue, puis les couches physique et support.

L'annexe 0(A) énumère les normes référencées dans le présent document.

La partie 1 indique les exigences fonctionnelles des réseaux locaux industriels.

La partie 2 décrit l'interface utilisateur du bus de données industrielles (PROWAY).

La section 2A détaille l'interface utilisateur pour la transmission de données au travers de PROWAY, c'est-à-dire l'interface utilisateur/sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC).

La section 2B définit l'interface utilisateur/fonctions d'administration de station.

L'annexe 2(A) donne une vue d'ensemble du fonctionnement de la couche liaison de données (sous-couches PLC et MAC combinées) et des interactions de l'utilisateur avec PROWAY.

La partie 3 spécifie la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC).

La section 3A donne des définitions applicables aux machines à états PLC et spécifie les caractéristiques obligatoires de la sous-couche PLC.

La section 3B définit les fonctionnalités de la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC) au moyen de tableaux d'états.

Recommended cable configuration: Semi-rigid trunk and flexible drop cable.

Trunk connection (TAP) 75 Ω nondirectional passive impedance-matching tap.

Repeaters: active repeaters and amplifiers are not used in a PROWAY System.

0.9.3 *Alternate Physical and Media Implementation*

As technology advances, additional Physical layers, data rates, and compatible media will be considered for inclusion in future revisions of this standard.

0.10 Standard Organization

This standard is organized in 10 parts, which are summarized below.

Part 0 serves as an introduction. It begins with a general discussion of the PROWAY link control services and token-passing bus access methods. The PLC and MAC sublayer functional partitioning used in subsequent parts is introduced here. Features of the token-passing bus access method are next reviewed. The Physical layer and media are then surveyed.

Appendix 0(A) lists standards referenced by this standard.

Part 1 gives the functional requirements for industrial local area networks.

Part 2 outlines the user interface to the Process Data Highway (PROWAY).

Section 2A details the user interface for transmission of data through PROWAY; i.e., it details the user interface to the PROWAY Link Control (PLC) sublayer.

Section 2B defines the user interface to station management functions.

Appendix 2(A) provides an overview of the operation of the Data Link layer (PLC and MAC sublayers combined) and the user interactions with PROWAY.

Part 3 specifies the PROWAY Link Control (PLC) sublayer.

Section 3A gives definitions that are applicable to the PLC state machines and specifies mandatory requirements of the PLC sublayer.

Section 3B defines the functionality of the PROWAY Link Control (PLC) sublayer by means of state tables.

La section 3C détaille le format des unités de données de protocole (L_pdu) échangées entre entités PLC coopérant entre elles.

La partie 4 détaille les interfaces entre les sous-couches PLC et MAC. Elle définit les services et interfaces fournis à la sous-couche PLC.

La partie 5 spécifie la sous-couche Commande d'Accès au support (MAC) et détaille le format des trames échangées entre entités MAC coopérant entre elles.

La section 5A discute les concepts de base du protocole d'accès au support et fournit une description informelle des actions dans chaque état de la machine de commande d'accès.

La section 5B contient les définitions des termes et composants essentiels de MAC et spécifie celles des prescriptions des protocoles de la sous-couche MAC qui ne sont pas couvertes ailleurs. Elle spécifie la machine d'interface et fait référence aux machines de réception et d'émission de la référence 4 de l'annexe 0(A).

La section 5C spécifie la machine de commande d'accès au support (MAC) de la référence 4. C'est la spécification définitive du fonctionnement du passage du jeton sur le bus.

La section 5C décrit aussi les variables de MAC, ainsi que les fonctions et les procédures utilisées dans la machine à états.

La section 5D détaille la structure des trames MAC, y compris les délimiteurs, l'adressage et la FCS. Elle donne une énumération complète des formats de trame traités par MAC.

L'annexe 5(A) donne un exemple de configuration de réseau PROWAY qui répond aux exigences de la partie 1.

L'annexe 5(B) donne des exemples d'adresses de stations à 16 bits.

La partie 6 détaille l'interface entre la sous-couche MAC et la couche Physique.

La section 6A spécifie les services à l'interface MAC-physique d'une manière abstraite et donne la description des symboles, demandes et indications à l'interface.

La section 6B définit la réalisation de l'interface MAC-physique lorsque les entités MAC et physique sont réalisées sous forme de deux parties matériellement séparées.

La partie 7 est réservée pour utilisation ultérieure.

La partie 8 définit l'entité physique FSK_phase_continue et son interface avec le support.

La partie 9 donne les prescriptions d'un support en bus_sur_câble_coaxial_à_canal_unique.

L'annexe 9(A) donne les indications pour la configuration et l'installation de réseaux en bus_sur_câble_coaxial_à_canal_unique.

Section 3C details the format of Protocol Data Units (L_pdu) exchanged between cooperating PLC entities.

Part 4 details the interfaces between PLC and MAC sublayers. It defines the services and interfaces provided to the PLC sublayer.

Part 5 specifies the Medium Access Control (MAC) sublayer and details the format of frames exchanged between cooperating MAC entities.

Section 5A discusses the basic concepts of the medium access protocol and provides an informal description of the actions in each state of the Access Control Machine.

Section 5B contains definitions of essential MAC terms and components and specifies those requirements for the MAC sublayer protocols which are not covered elsewhere. It specifies the Interface machine and references the Receive and Transmit machines in Reference 4, Appendix 0(A).

Section 5C specifies the MAC Access Control Machine in Reference 4. This is the definitive specification of the token-passing bus MAC cooperation.

Section 5C also describes the MAC layer variables, functions and procedures used in the state machine.

Section 5D details the MAC frame structure including delimiters, addressing, and the FCS. All of the frame formats which MAC handles, including MAC control frames, are enumerated.

Appendix 5(A) gives an example configuration for a PROWAY network that meets the requirements of Part 1.

Appendix 5(B) gives examples of 16-bit station addresses.

Part 6 details the interface between the MAC sublayer and the Physical layer.

Section 6A specifies the MAC-Physical interface services in an abstract manner and provides descriptions of the interface symbols, requests, and indications.

Section 6B defines the MAC-Physical interface implementation required when the MAC and Physical entities are separate pieces of equipment.

Part 7 is reserved for future use.

Part 8 specifies the Phase_Continuous_FSK physical layer entity and its interface to the medium.

Part 9 gives requirements for a single_channel coaxial_cable_bus medium.

Appendix 9(A) gives guidance for configuring and installing single channel coaxial_cable_bus networks.

La partie 10 définit l'administration de station PROWAY.

La section 10A définit de manière informelle les activités de l'entité d'administration de station en fonction des demandes locales, au moyen de tableaux indiquant les actions demandées.

La section 10B définit l'interface entre l'entité d'administration de station et la sous-couche PLC.

La section 10C définit l'interface entre l'entité d'administration de station et la sous-couche MAC.

La section 10D définit l'interface entre l'entité d'administration de station et la couche physique.

La section 10E spécifie la maintenance de la liste des stations participant à l'anneau à jeton (*liste_des_stations_actives*) et le format des unités de données du protocole (*Mgt_pdu*) échangées entre entités d'administration coopérant entre elles pour maintenir cette liste.

La section 10F spécifie une possibilité de remettre à zéro les communications.

L'annexe 10(A) donne des exemples de l'activité correspondant à la *liste_des_stations_actives*.

L'annexe 10(B) donne des recommandations concernant des conditions préalables pour entrer dans - et sortir de - l'anneau logique à jeton.

0.11 Correspondance entre la norme PROWAY et le projet de Norme ISO/DIS 8802

Les parties et sections de la norme PROWAY-LAN correspondent aux sections suivantes du projet ISO/DIS 8802:

<i>Partie et section de la norme PROWAY-LAN</i>	<i>Partie et section du projet ISO/DIS 8802</i>
Partie 0	8802-4 - Section 1
Section 2A	8802-2 - Section 2
Section 2B	-----
Section 3A	8802-2 - Définitions
Section 3B	8802-2 - Section 6
Section 3C	8802-2 - Sections 3 et 5
Partie 4	8802-4 - Section 2
Section 5A	8802-4 - Section 5
Section 5B	8802-4 - Section 6
Section 5C	8802-4 - Section 7
Section 5D	8802-4 - Section 4
Section 6A	8802-4 - Section 8
Section 6B	-----
Partie 8	8802-4 - Section 10
Partie 9	8802-4 - Section 13
Annexe 9(A)	8802-4 - Annexe 13-A
Section 10A	-----
Section 10B	-----
Section 10C	8802-4 - Section 3
Section 10D	8802-4 - Section 9
Section 10E	-----

Part 10 defines PROWAY station management.

Section 10A informally defines the activities of the Station Management entity with respect to local requests by means of tables of required actions.

Section 10B defines the interface between the Station Management entity and the PLC sublayer.

Section 10C details the interface between the Station Management entity and the MAC sublayer.

Section 10D details the interface between the Station Management entity and the Physical layer.

Section 10E specifies maintenance of the list of stations participating in the token ring (the *active_station_list*) and the format of Protocol Data Units (Mgt_pdu's) exchanged between cooperating management entities in maintaining this list.

Section 10F specifies a communications reset capability.

Appendix 10(A) gives examples of *active_station_list* activity.

Appendix 10(B) provides recommendations for preconditions to entering and leaving the logical token ring.

0.11 Correspondence between the PROWAY and ISO/DIS 8802

The parts and sections of the PROWAY-LAN standard are related to the following sections of draft international standard ISO/DIS 8802.

<i>PROWAY-LAN part and section</i>	<i>ISO/DIS 8802 part and section</i>
Part 0	8802-4 - Section 1
Section 2A	8802-2 - Section 2
Section 2B	-----
Section 3A	8802-2 - Definitions
Section 3B	8802-2 - Section 6
Section 3C	8802-2 - Sections 3, 5
Part 4	8802-4 - Section 2
Section 5A	8802-4 - Section 5
Section 5B	8802-4 - Section 6
Section 5C	8802-4 - Section 7
Section 5D	8802-4 - Section 4
Section 6A	8802-4 - Section 8
Section 6B	-----
Part 8	8802-4 - Section 10
Part 9	8802-4 - Section 13
Appendix 9(A)	8802-4 - Appendix 13A
Section 10A	-----
Section 10B	-----
Section 10C	8802-4 - Section 3
Section 10D	8802-4 - Section 9
Section 10E	-----

0.12 Compatibilité avec le projet ISO/DIS 8802

La présente norme définit les caractéristiques obligatoires pour assurer la conformité aux spécifications PROWAY. La conformité aux spécifications de l'ISO/DIS 8802 requiert des caractéristiques supplémentaires définies dans les projets ISO/DIS 8802-2 et 8802-4 (voir références 2, 3 de l'annexe 0(A)).

Les réalisations spécifiques des parties 2, 3, 6 et 10 sont sujettes à harmonisation avec les évolutions futures des normes ISO/DIS 8802.

De toute façon, lorsqu'il y a conflit direct entre la présente norme et une partie équivalente des normes ISO/DIS 8802 référencées ci-dessus, les prescriptions de la présente norme ont priorité.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60955:1989

0.12 Compatibility with ISO/DIS 8802

This standard defines the features which are mandatory for conformance to PROWAY specifications. Conformance to ISO/DIS 8802 specifications requires additional features as defined in the ISO/DIS 8802-2, and 8802-4 standards (see references 2, 3 of Appendix 0(A)).

Implementation specifics for Parts 2, 3, 6, and 10 are subject to harmonization with the future evolution of the 8802 ISO/DIS standards.

In any case, where there is a direct conflict between this standard and a requirement of an equivalent part of one of the above ISO/DIS 8802 standards, the requirement of this standard shall take precedence.

Withd 2011
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60955:1989

ANNEXE 0(A)

REFERENCES

<i>Réf. N°</i>		<i>Partie N°</i>
1	ISO 7498 (1984) - Systèmes de traitement de l'information - Interconnexion des systèmes ouverts - Modèle de référence de base	toutes
2	Projet ISO/DIS 8802-2 (1985) - Réseaux locaux - Commande logique de liaison	0, 2, 3
3	Projet ISO/DIS 8802-4 (1985) - Réseaux locaux - Partie 4: Spécifications de la méthode d'accès par bus à jeton et de la couche physique	0, 4, 5
4	Publication 79-10 de la CEI (1986)	1
5	Publication 79-1 de la CEI (1971)	1
6	Publication 79-3 de la CEI (1972)	1
7	Publication 79-11 de la CEI (1984)	1
8	Projet ISO/DIS 4902 (1985) - Communication de données - Description du connecteur 37 broches à la jonction entre ETTD et ETCB et affectation des broches	6
9	Recommandation CCITT V.11 (1984) - Caractéristiques électriques des circuits de jonction symétriques en double courant pour application générale aux équipements à circuits intégrés dans le domaine des transmissions de données	6
10	Publication 348 de la CEI (1978) - Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques	6
11	CISPR Publication 22 (1985) - Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils de traitement de l'information relatives aux perturbations radioélectriques (appareils de classe A)	8
12	Publication 950 de la CEI (1986) - Sécurité des matériels de traitement de l'information y compris les matériels de bureau électriques	8, 9
13	Avis CCITT de la série V (1984), Vol. VIII, fascicule VIII.1, Genève (esp. V.35 - V.37)	8
14	Avis CCITT de la série H (1984), Vol. III, fascicule III.4, Genève (esp. H.14)	9
15	Publication 255-4 de la CEI (1976)	0

APPENDIX 0(A)

REFERENCES

<i>Ref. No.</i>		<i>Part No.</i>
1	ISO 7498 (1984) - Information processing systems - Open systems interconnection - Basic reference model	all
2	ISO/DIS 8802-2 (1985) - Information processing systems - Local area networks, Part 2: Logical link control	0, 2, 3
3	ISO/DIS 8802-4 (1985) - Information processing systems - Local area networks, Part 4: Token-passing bus access method and physical layer specifications	0, 4, 5
4	IEC Publication 79-10 (1986)	1
5	IEC Publication 79-1 (1971)	1
6	IEC Publication 79-3 (1972)	1
7	IEC Publication 79-11 (1984)	1
8	ISO/DIS 4902 (1985) - Data communication - 37-pin DTE/DCE interface connector and pin assignments	6
9	CCITT Recommendation V.11 (1984) - Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits for general use with integrated circuit equipment in the field of data communications	6
10	IEC Publication 348 (1978) - Safety requirements for electronic measuring apparatus	6
11	CISPR Publication 22 (1985) - Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of information technology equipment (Class A equipment)	8
12	IEC Publication 950 (1986) - Safety of information technology equipment including electrical business equipment	8, 9
13	CCITT Recommendation of the V series (1984), Vol. VIII, Fascicle VIII.1, Geneva (esp. V.35 - V.37)	8
14	CCITT Recommendation of the H series (1984), Vol. III, Fascicle III.4, Geneva (esp. H.14)	9
15	IEC Publication 255-4 (1976)	0

PARTIE 1: PRESCRIPTIONS FONCTIONNELLES

1.1 Généralités

La présente norme PROWAY définit les protocoles, interfaces et supports de transmission correspondant aux couches 1 et 2 du modèle de référence ISO. La conformité à cette norme et aux normes complémentaires correspondant aux couches supérieures permettra la communication sans ambiguïté entre les divers équipements que comprend un système distribué destiné à la commande des processus industriels, par l'intermédiaire d'un bus de données industrielles (PROWAY) partagé. La conformité à ces normes permettra à des équipements fournis par des constructeurs différents de coopérer entre eux au sein d'un même système de commande de processus. La norme PROWAY est applicable aux systèmes de commande utilisables dans les processus continus et discontinus, et à une large gamme de systèmes de productique. Les systèmes de commande de processus diffèrent des autres réseaux de calculateurs interconnectés utilisés en temps réel par le fait que les organes de sortie de ces systèmes commandent des déplacements de matériaux ou d'énergie.

Cette norme s'applique à une transmission en série, utilisant une seule ligne de transmission électrique partagée, en l'occurrence un câble coaxial. Cependant d'autres supports de transmission, tels que la fibre optique, pourront être définis dans des révisions futures.

Les prescriptions fonctionnelles données dans la présente partie ont été élaborées avant les autres parties de la norme et ont constitué la base d'évaluation des mérites techniques des propositions qui ont été retenues pour les parties allant de 2 à 10 de la présente norme. En cas de conflit entre la partie 1 et les autres parties de la présente norme, les prescriptions des autres parties ont priorité.

1.2 Environnement lié à l'application et caractéristiques principales

1.2.1 *Caractéristiques de l'application*

Il convient que les caractéristiques du bus de données soient telles qu'elles fournissent des conditions optimales d'utilisation dans les systèmes de commande de processus industriels ; elles doivent s'appliquer aux processus continus aussi bien que discontinus. Les caractéristiques essentielles d'un bus de données sont les suivantes:

- a) communication commandée par les événements, ce qui permet une réponse en temps réel à ces derniers;
- b) très grande disponibilité;
- c) très grande intégrité des données transmises;
- d) fonctionnement correct en présence de perturbations électromagnétiques et de différences dans le potentiels des terres;
- e) lignes de transmissions spécialisées, utilisées à l'intérieur de l'usine.

PART 1: FUNCTIONAL REQUIREMENTS

1.1 Overview

This PROWAY standard defines the protocols, interfaces, and transmission media for layers 1 and 2 of the ISO reference model. Compliance with this standard, and with complementary standards at the higher layers will allow unambiguous communication between the devices that comprise a Distributed Industrial or Process Control System over a shared Process Data Highway (PROWAY). Compliance with these standards will enable devices from different manufacturers to cooperate in the same control system. The PROWAY standard is applicable to control systems for both continuous and discrete processes and to a wide range of factory automation systems. Industrial control systems are distinguished from other on-line, real-time computer networks in that control systems' outputs cause material or energy to move.

This standard applies to serial transmission over a single shared electrical transmission line; i.e., a coaxial cable. However, future revisions may define alternative transmission media, such as fibre optics.

The functional requirements given in this Part were developed prior to the other parts of the standard and were the primary basis for evaluating the technical merits of proposals for use in Parts 2 to 10 of this standard. If there are conflicts between Part 1 and other Parts of this standard, the requirements of the other Part take precedence.

1.2 Application Environment and Main Features

1.2.1 *Application Characteristics*

The characteristics of the data highway should be such that they provide optimum features for use in industrial control systems and shall be applicable to both continuous and discrete processes. An industrial data highway is characterized by the following:

- a) event-driven communication which allows real-time response to events;
- b) very high availability;
- c) very high data integrity;
- d) proper operation in the presence of electromagnetic interference and differences in earth potentials;
- e) specialized intra-plant transmission lines.

1.2.2 *Compromis entre facteurs économiques et facteurs techniques*

Pour que l'éventail des applications soit le plus large possible, il est essentiel que les bus de données de processus soient économiques à utiliser dans les systèmes de commande, et ce dans les conditions énumérées ci-dessous:

- a) avec des vitesses de transfert d'informations basses ou élevées;
- b) à l'intérieur d'une salle de commande et/ou dans un environnement industriel;
- c) dans des usines plus ou moins étendues géographiquement.

Il peut y avoir lieu de concilier les facteurs techniques et économiques afin d'obtenir un juste équilibre entre la longueur de la ligne de transmission et la vitesse de transmission des informations.

1.2.3 *Caractéristiques principales de PROWAY*

Nombre de stations	≤ 100
Longueur du bus	≤ 2 000 m
Débit binaire	≥ 10 ⁶ bits/s
Taux d'erreurs sur les bits au niveau du circuit de données (TEB)	< 10 ⁻⁸
Taux d'erreurs résiduelles	< 3.10 ⁻¹⁵ (pour un TEB de 10 ⁻⁶)
Longueur du champ de données dans la trame	≤ 1 000 octets
Taux de transfert d'information	≥ 3.10 ⁵ bits/s
Temps d'accès au support pour la priorité la plus élevée	≤ 10 ms

1.3 *Types d'équipements*

1.3.1 *Communications entre équipements de commande*

Des communications doivent pouvoir être établies entre les équipements couramment utilisés dans les applications de commande industrielles ou de commande de processus.

Il est prévu que cette norme assure une performance optimale lorsque des équipements de conduite intelligents communiquent.

1.3.2 *Communications avec d'autres équipements*

Un bus de données n'est pas prévu pour fournir une interface optimisée pour des mémoires ou des périphériques rapides d'ordinateur. Cependant tout équipement ou type d'équipement, pour autant qu'il se conforme aux prescriptions de la présente norme, peut échanger des données par l'intermédiaire d'un bus de données industrielles.

1.3.3 *Classes de stations*

Le bus de données industrielles doit supporter des stations possédant l'ensemble des fonctions (INITIATEUR) et d'autres stations ne possédant que des fonctions réduites (REPONDEUR). Des équipements simples peuvent être directement connectés au bus comme REPONDEUR.

1.2.2 *Economic versus Technical Factors*

To achieve broad applicability it is essential that industrial data highways should be economically viable in control systems under the following conditions:

- a) with low or high information transfer requirements;
- b) within a control room and/or while exposed to the plant environment;
- c) in geographically small or large plants.

The economic and technical factors may need to be reconciled to achieve a balance of transmission line length versus data signalling rate.

1.2.3 *Main Features of PROWAY*

Number of stations	≤ 100
Length of highway	$\leq 2\,000\text{ m}$
Data signalling rate	$\geq 10^6\text{ bits/s}$
Data circuit bit error rate	$< 10^{-8}$
Residual error rate	$< 3 \cdot 10^{-15}$ (at a bit error rate of 10^{-6})
Maximum user data in frame	$\leq 1\,000\text{ octets}$
Information transfer rate	$\geq 3 \cdot 10^5\text{ bits/s}$
High priority media access time	$\leq 10\text{ ms}$

1.3 *Device Types*

1.3.1 *Communications between Control Devices*

Communications shall be provided among commonly used devices in process or industrial control applications.

It is intended that this standard will provide optimum performance when intelligent control devices are communicating.

1.3.2 *Communications with Other Devices*

An industrial data highway is not intended to provide an optimized interface for high-speed computer memories or peripherals. However, no devices or types of devices are excluded from exchanging data over an industrial data highway, provided they conform to the requirements of this standard.

1.3.3 *Classes of Stations*

The data highway shall support full function (INITIATOR) stations and reduced function (RESPONDER) stations. Simple devices may be directly connected to the data highway as RESPONDERS.

1.4 Structure du système

1.4.1 Structure du système de commande

Un bus de données de processus doit être utilisé avec des systèmes de commande à intelligence centralisée, ou répartie (distribuée), ou hiérarchisée, ou mettant en oeuvre des combinaisons de ces divers types d'intelligence.

1.4.2 Mode de fonctionnement du bus de données

Le bus de données permet la transmission en temps réel de données relatives à des événements. Le mode de fonctionnement normal procède par transactions constituées de paires de messages, telles que chaque message de demande provenant d'un initiateur est suivi immédiatement par la réponse associée (accusé de réception ou message de réponse).

Le bus de données doit permettre un échange direct de données entre deux stations quelconques, sans relayage par une troisième station.

1.4.3 Changements de configuration

Le bus de données doit pouvoir supporter une reconfiguration du système de commande durant le fonctionnement du processus. Pendant cette reconfiguration, une perturbation passagère de l'échange de trames est autorisée, pour autant que le bus de données soit capable de détecter une telle perturbation, et qu'il puisse retrouver un fonctionnement correct au bout d'un temps compatible avec l'application.

Exemples de changements de configuration:

- a) extension, réduction ou redéfinition du parcours des lignes de transmission;
- b) connexion ou déconnexion des stations à la ligne de transmission.

1.5 Caractéristiques relatives à la maintenance et à l'entretien

1.5.1 Tests et diagnostics des défauts

Un bus de données industrielles doit comporter les moyens nécessaires pour réaliser les tests et le diagnostic des défauts pendant le fonctionnement.

1.5.2 Effet des changements d'état

Toute station doit pouvoir passer d'un état dans un autre sans engendrer au niveau des bits des erreurs affectant les autres stations. Exemples de changement d'état:

- a) en ligne/autonome;
- b) mise sous tension/mise hors tension;
- c) prêt/non prêt;
- d) occupé/non occupé;
- e) local/à distance (commande).

1.4 System Structure

1.4.1 Control System Structure

An industrial data highway shall be capable of supporting control systems with centralized intelligence, distributed or hierarchical intelligence and combinations thereof.

1.4.2 Data Highway Mode of Operation

The data highway shall be capable of supporting transmission of event oriented data in real time. The normal mode of operation uses transaction message pairs, such that each request message is followed by its related response or acknowledgement message, i.e., by an immediate response.

Any two stations on a single data highway shall perform direct data interchange without involving store and forward at a third station.

1.4.3 Configuration Changes

The data highway shall support reconfiguration of the control system while the process is operating. During reconfiguration, a transient disturbance to the exchange of frames is permitted, provided that the data highway is able to detect such disturbance and that it can recover full operation within a time appropriate to the application.

Examples of these configuration changes are as follows:

- a) extending, shortening or rerouting transmission lines;
- b) connecting or disconnecting stations from the transmission line.

1.5 Maintenance and Service Features

1.5.1 Testing and Fault Diagnosis

An industrial data highway shall include means for carrying out test and fault diagnoses on line.

1.5.2 Effect of State Transitions

Any station shall be able to perform transitions from one state to another without generating bit errors between other stations. Examples of such transitions are as follows:

- a) on-line/off-line;
- b) power-on/power-off;
- c) ready/not ready;
- d) busy/not busy;
- e) local/remote.

1.6 Sécurité

1.6.1 Défauts électriques

Tous les équipements utilisés dans le bus de données doivent pouvoir supporter l'application d'une tension de défaut admissible compatible avec l'application. L'application de cette tension au niveau de la connexion de l'équipement avec la ligne de transmission ne doit pas endommager cet équipement ou rendre son fonctionnement dangereux vis-à-vis du personnel ou d'autres équipements. Trois classes d'installation peuvent être identifiées:

- a) la tension de défaut est celle du réseau d'alimentation électrique situé dans la zone traversée par la ou les lignes de transmission;
- b) la tension de défaut est représentée typiquement par une impulsion de 2,5 kV crête, avec un temps de montée de 1 μ s, et un temps de descente de 50 μ s. La procédure d'essai est donnée dans la référence 15, annexe 0(A);
- c) la tension de défaut est celle engendrée par un coup de foudre tombant en un point arbitraire à proximité de la ou des lignes de transmission. Un tel défaut est caractérisé de manière typique par une montée en 10 μ s jusqu'à 5 000 A, suivie par une descente en 20 μ s jusqu'à la moitié de cette valeur (impulsion 10/20 μ s).

1.6.2 Sécurité intrinsèque

La conception du bus de données doit inclure la prise en considération d'extensions possibles permettant l'utilisation de l'équipement (ou de parties de ce dernier) dans des atmosphères dangereuses.

Le fournisseur doit indiquer à laquelle des catégories ci-dessous son matériel appartient:

- a) non utilisable en atmosphère dangereuse (voir référence 4 de l'annexe 0(A));
- b) antidéflagrant par construction (voir référence 5 de l'annexe 0(A));
- c) à sécurité intrinsèque (voir références 6 et 7 de l'annexe 0(A));
- d) déclare (par le fournisseur) conforme aux prescriptions de la certification sécurité intrinsèque mais non encore certifié.

Pour les catégories b) et c) le fournisseur doit donner le nom de l'autorité ayant délivré l'approbation, la classe de certification ainsi que le numéro du certificat d'approbation.

1.7 Performances en environnement industriel

1.7.1 Environnement industriel

1.7.1.1 Bruits électriques induits

Le seuil de bruit pouvant exister sur un câble principal installé dans un environnement industriel typique conformément aux prescriptions de la partie 9 peut atteindre 0 dBmV, la mesure étant effectuée dans une bande de 3 MHz à 7 MHz.

1.6 Safety

1.6.1 Electrical Faults

All devices used in the data highway shall be capable of withstanding the application of an allowable fault potential appropriate to the application. Application of this potential to the device's connection to the transmission line shall not damage the device nor cause it either to damage other devices, or become hazardous to personnel. Three classes of installation can be identified. They are:

- a) the fault potential is the power mains voltage in the area traversed by the transmission line(s);
- b) the fault potential is typically represented by a pulse with 2.5 kV peak with a 1 μ s rise time and 50 μ s decay time, the test procedure is given in Reference 15, Appendix 0(A);
- c) the fault potential is that which is generated by a lightning strike to an arbitrary point near the transmission line(s). Such a fault is typically characterized by a 10 μ s rise time to 5 000 A followed by a 20 μ s fall-time to half that value. This is referred to as a 10/20 μ s pulse.

1.6.2 Intrinsic Safety

The design of the data highway shall include consideration of possible extensions to use the equipment, or sections of it, in hazardous atmospheres.

The supplier shall state to which of the four categories below his equipment belongs:

- a) not suitable for hazardous atmospheres (see Reference 4, Appendix 0(A));
- b) flameproof construction (see Reference 5, Appendix 0(A));
- c) intrinsically safe (see References 6 and 7, Appendix 0(A));
- d) claimed to meet the requirements for intrinsic safety certification but not actually certified.

For categories b) and c), the supplier shall give the name of the approving authority, the class of certification and the approval certificate number.

1.7 Performance in Industrial Environment

1.7.1 Industrial Environment

1.7.1.1 Induced Noise

The noise threshold on a main trunk cable installed in a typical industrial environment in accordance with Part 9 may be as high as 0 dBmV measured over a 3 MHz to 7 MHz bandwidth.

1.7.1.2 Environnement électromagnétique

L'environnement industriel peut comprendre un champ ambiant plan de:

- a) 2 V/m de 10 kHz à 30 MHz;
- b) 5 V/m de 30 MHz à 1 GHz.

1.7.1.3 Différences de potentiel entre terres

Des valeurs typiques de différences de potentiel entre terres en milieu industriel sont indiquées ci-dessous:

- a) lorsque la ligne de transmission supportant le circuit de données est entièrement située dans une zone protégée, cette différence de potentiel est typiquement inférieure à 10 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 400 Hz;
- b) lorsque la ligne de transmission est exposée à l'environnement industriel cette différence de potentiel est typiquement inférieure à 50 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 400 Hz;
- c) lorsque la ligne de transmission est exposée à un environnement industriel sévère (par exemple celui d'une centrale électrique), cette différence de potentiel peut atteindre typiquement 1 000 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 10 MHz.

1.7.2 Taux d'erreurs sur les bits au niveau du circuit de données

Le bus de données, lorsqu'il est installé dans un environnement industriel typique et conformément aux prescriptions de la partie 9, doit présenter un taux d'erreurs sur les bits au niveau du circuit de données au plus égal à 10^{-8} . Le constructeur doit fournir un diagramme donnant le taux d'erreurs sur les bits du circuit de données en fonction du seuil de bruit, des différences de potentiel entre terres, du débit binaire et des autres facteurs pertinents.

1.7.3 Taux d'erreurs résiduelles

Le bus de données doit atteindre un taux d'erreurs résiduelles de $3 \cdot 10^{-15}$ au plus, lorsque le taux d'erreurs sur les bits du circuit de données est de 10^{-6} . Le constructeur doit fournir un diagramme donnant le taux d'erreurs résiduelles en fonction du taux d'erreurs sur les bits du circuit de données.

Note.- Le taux correspondant d'erreurs de trame non détectées est de 1 erreur pour 1 000 années de fonctionnement du bus de données, en utilisant à 100% un débit binaire de 10^6 bits/s.

1.7.4 Vitesse de transmission de l'information

Le bus de données doit permettre une vitesse de transmission de l'information d'au moins $3 \cdot 10^5$ bits/s, lorsque le taux d'erreurs sur les bits est de 10^{-6} et le débit binaire de 10^6 bits/s. Le constructeur doit fournir un diagramme donnant la vitesse de transmission de l'information en fonction du taux d'erreurs sur les bits du circuit de données et du débit binaire.

1.7.1.2 *Electromagnetic Environment*

The industrial environment may include an ambient plane wave field of

- a) 2 V/m from 10 kHz to 30 MHz;
- b) 5 V/m from 30 MHz to 1 GHz.

1.7.1.3 *Differences in Earth Potential*

Typical differences in earth potential for an industrial environment are:

- a) When the transmission medium is entirely contained in a protected area, this difference in earth potential is typically less than 10 V peak-to-peak at frequencies less than 400 Hz;
- b) When the transmission medium is exposed to the plant environment, this difference in earth potential is typically less than 50 V peak-to-peak at frequencies less than 400 Hz;
- c) When the transmission medium is exposed to a severe plant environment (for example a power station), this difference in earth potential may typically rise to 1 000 V peak-to-peak at frequencies less than 10 MHz.

1.7.2 *Data Circuit Bit Error Rate*

The data highway, when installed in a typical industrial environment and in accordance with Part 9, shall exhibit a data circuit bit error rate of no more than 10^{-8} . The manufacturer shall provide a graph relating data circuit bit error rate to the noise floor, differences in earth potential, data rate, and other relevant factors.

1.7.3 *Residual Error Rate*

The data highway shall achieve a residual error rate of no more than $3 \cdot 10^{-15}$ when the data circuit bit error rate is 10^{-6} . The manufacturer shall provide a graph which relates the residual error rate to the data circuit bit error rate.

Note.- The corresponding rate of undetected frame errors is one error per 1 000 years of data highway operation, assuming 100% utilization of a data signalling rate of 10^6 bits/s.

1.7.4 *Information Transfer Rate*

The data highway shall achieve an information transfer rate of at least $3 \cdot 10^5$ bits/s, when the data circuit bit error rate is 10^{-6} and the data rate is 10^6 bits/s. The manufacturer shall provide a graph which relates information transfer rate to the data circuit bit error rate and data signalling rate.

1.7.5 Temps d'accès au support et temps de transaction

Le constructeur doit fournir des informations permettant de déterminer les temps d'accès et de transaction moyens et maximaux en fonction de la configuration et de la charge du bus, de la priorité ainsi que de tout autre facteur pertinent.

1.7.5.1 Temps d'accès au support

Un bus de données industrielles de commande doit avoir un temps d'accès maximal au support au plus égal à 10 ms, pour une trame de la priorité la plus élevée soumise par n'importe quelle station et sous n'importe quel ensemble de conditions équivalentes à celles énumérées ci-dessous:

- longueur du bus: 2 000 m,
- débit binaire 10^6 bits/s,
- 20 stations participent à l'anneau logique,
- 10 stations lancent simultanément des transmissions de messages SDA avec une taille moyenne du champ d'information utilisateur de 16 octets,
- longueur d'adresse = 16 bits,
- il ne se produit pas plus d'une erreur par rotation du jeton.

Un ensemble de conditions sous lesquelles ce temps d'accès au support peut être atteint est donné en annexe 5(A).

Pour un débit binaire, un taux d'erreurs, une longueur d'adresse et un retard de propagation donnés, le temps d'accès maximal au support est déterminé par le nombre de stations détenant le jeton, la charge présentée à la priorité la plus élevée, et la longueur de trame maximale autorisée.

1.7.5.2 Temps de transaction sur le bus

Le temps de transaction sur le bus, lors de l'utilisation des services SDA ou RDR, est conditionné par le délai au sein de la file d'attente de la station initiatrice, le temps d'accès au support, la longueur des données utilisateur et le nombre de répétitions spécifié.

1.7.5.3 Définitions

- Temps d'accès au support: durée écoulée entre l'instant où une requête est prête à être émise et l'instant où le premier bit du SD pour la trame de requête correspondante apparaît sur le support commun constituant le bus.
- Temps de transaction sur le bus: durée écoulée entre la soumission d'une requête à l'interface utilisateur-PLC et l'apparition de la confirmation correspondante à cette interface.

1.7.5 *Media Access and Highway Transaction Times*

The manufacturer shall provide information relating average and maximum media access time and highway transaction time to highway configuration, loading, priority, and other relevant factors.

1.7.5.1 *Media Access Time*

An industrial control data highway shall have a maximum media access time of no more than 10 ms for a frame submitted at the highest priority by an arbitrary station under any set of conditions equivalent to those listed below.

- 2 000 m highway length,
- 10^6 bits/s data signalling rate,
- 20 stations participate in the token ring,
- 10 stations initiate SDA messages with an average user data length of 16 octets simultaneously,
- address length = 16 bits,
- no more than one error occurs during each token rotation.

One set of conditions under which this media access time may be achieved is given in Appendix 5(A).

At a given data rate, error rate, address length and propagation delay, the maximum media access time is determined by the number of token holding stations, the offered load at the highest priority, and the maximum frame length allowed.

1.7.5.2 *Highway Transaction Time*

The highway transaction time, when using the SDA or RDR services, is determined by the queueing delay within the initiating station, the media access time, the user data length and the number of retries required.

1.7.5.3 *Definitions*

- Media access time is defined as the period of time between a request becoming next to be transmitted and the time when the first bit of the SD for the corresponding request frame appears on the common bus medium.
- Highway transaction time is the period of time between submission of a request at the PLC-user interface and the appearance of the corresponding confirmation at that interface.

1.8 Disponibilité du système

1.8.1 Effets des défaillances

Une défaillance simple d'une partie d'un équipement utilisé dans le bus de données ou connecté à ce bus ne doit en aucun cas entraîner la défaillance du système de commande complet ni d'aucune fonction (sauf de celles où l'équipement défaillant est directement impliqué).

Il doit être possible de réaliser un système de commande de processus qui puisse supporter des changements de configuration, une défaillance d'une quelconque des stations ou encore une défaillance d'une quelconque des lignes de transmission, sans perte de la fonction de communication.

1.8.2 Indication de l'état interne et compte rendu d'erreurs

Le bus de données doit avoir la possibilité d'indiquer son état interne ainsi que d'effectuer un compte rendu d'erreurs.

1.8.3 Reprise automatique

Le bus de données doit être capable de reprise automatique après correction des défaillances courantes.

1.8.4 Commande des stations

Le bus de données doit permettre le chargement, le démarrage, l'arrêt, le rechargement ou la réinitialisation de toute station.

1.8 System Availability

1.8.1 *Effect of Failures*

No single failure of any part of any device used within or connected to the data highway shall cause failure of the entire control system, or of any function except those in which the failed device is directly involved.

It shall be possible to configure an industrial control system which can tolerate without loss of communication function, changes of configuration, failure of any one transmission line, or failure of any one station.

1.8.2 *Internal Status and Error Reporting*

The data highway shall have an internal status and error reporting capability.

1.8.3 *Automatic recovery*

The data highway shall be capable of automatic recovery after commonly occurring failures are corrected.

1.8.4 *Control of Stations*

The data highway shall support loading, starting, stopping, re-loading, and resetting of any station.

PARTIE 2: INTERFACE AVEC PROWAY

2.1 Organisation

La section 2A spécifie les services de transfert de données fournis à l'utilisateur de PROWAY dans la sous-couche commande de liaison PROWAY de la couche liaison de données (bus) du modèle de référence ISO.

La section 2B spécifie les services d'administration fournis à l'utilisateur de PROWAY par l'entité d'administration de station.

2A. Interface utilisateur-PLC et spécification du service à cette interface

2A.1 Domaine d'application

Cette section spécifie les services de transfert de données fournis à l'utilisateur de PROWAY (utilisateur-PLC) par la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC) à la frontière entre l'utilisateur de PROWAY et la sous-couche commande de liaison PROWAY de la couche liaison de données (bus) du modèle de référence ISO. La présente norme spécifie ces services de façon abstraite. Elle ne spécifie ni ne rend obligatoire les entités et les interfaces mises en oeuvre dans un système informatique déterminé. La figure 2A-1 spécifie les relations entre cette section et les autres parties de la norme ainsi que les relations avec les spécifications des réseaux locaux (RL).

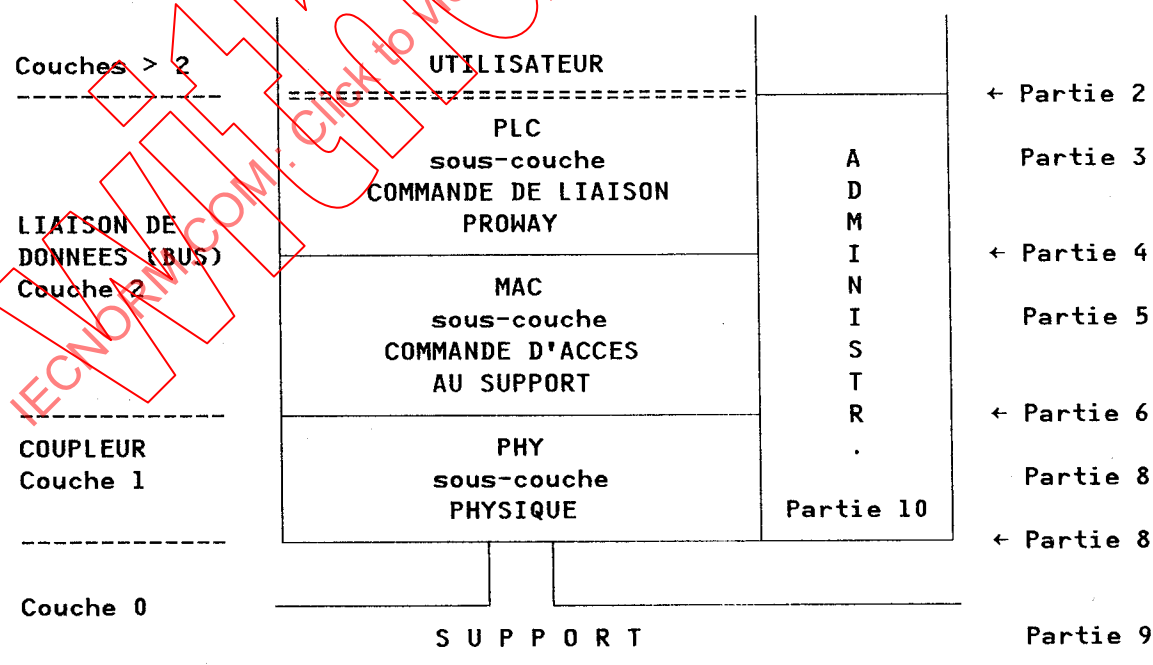


Fig. 2A-1. - Relations avec le modèle de RL.

PART 2: THE INTERFACE TO PROWAY

2.1 Organization

Section 2A specifies the data transfer services provided to the PROWAY user by the PROWAY Link Control sublayer of the Data Link (Highway) layer of the ISO reference model.

Part 2B specifies the administrative services provided to the PROWAY user by the station management entity.

2A. User-PLC Interface and Service Specification

2A.1 Scope

This section specifies the data transfer services provided to the user of PROWAY (PLC-user) by the PROWAY Link Control (PLC) sublayer at the boundary between the user of PROWAY and the PROWAY Link Control sublayer of the Data Link (Highway) layer of the ISO reference model. This standard specifies these services in an abstract way. It does not specify or constrain the implementation entities and interfaces within a computer system. The relationship of this section to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 2A-1.

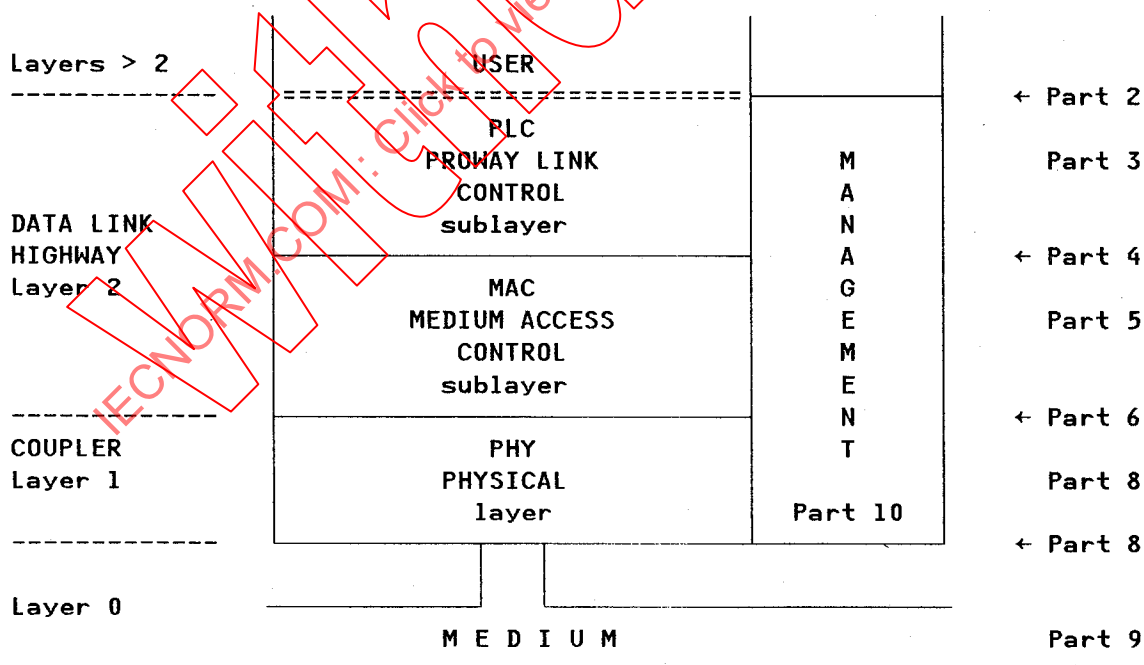


Fig. 2A-1. - Relationship to LAN model.

2A.2 Vue d'ensemble du service PROWAY

2A.2.1 Description générale des services fournis

Cette section expose de façon informelle les services fournis à l'utilisateur de PROWAY par la sous-couche commande de liaison PROWAY (PLC) de la couche bus. Ces services assurent le transfert de données ainsi que les activités de commande entre entités PLC homologues. Ils fournissent les moyens qui permettent aux entités de commande de liaison PROWAY d'échanger des unités_de_données_du_service_liaison (L_sdu) sur le bus de données de processus partagé que constitue le réseau local PROWAY. Le transfert des données peut s'effectuer en boucle ouverte ou fermée, en mode point à point ou multipoint.

2A.2.2 Modèle utilisé pour la spécification du service

Le modèle général et la méthode de description sont donnés à l'annexe 0(A), référence 1. L'application spécifique de ce modèle à chaque service est décrite à l'article 2A.4.

2A.2.3 Vue d'ensemble des services

Les services de transfert de données à la disposition de l'utilisateur de PROWAY sont les suivants:

- *envoi de données avec accusé de réception (SDA)*, compatible avec le service "trame unique" de la référence 2 (en l'absence de demande de données).
- *envoi de données sans accusé de réception (SDN)*, équivalent au service sans connexion ni accusé de réception de la référence 2, service avec lequel il peut interfonctionner.
- *demande de données avec réponse (RDR)*, compatible avec le service "trame unique" de la référence 2 (en l'absence de données transmises).

Noter que l'on peut mettre en oeuvre un service orienté connexion dans certaines stations d'un Réseau Local PROWAY. La présente norme ne traite pas de ce type de service qui se trouve spécifié à l'annexe 0(A), référence 2.

Les services SDA et RDR assurent des transferts de données confirmés.

2A.2.3.1 Envoi de données avec accusé de réception (SDA)

Ce service permet à un utilisateur de PROWAY d'envoyer des données utilisateur (unité_de_données_du_service_liaison, L_sdu) à une seule station éloignée. L'utilisateur local reçoit confirmation de la réception ou de la non-réception des données envoyées. A la station éloignée, cette unité L_sdu (pourvu qu'elle soit reçue correctement) est passée à l'utilisateur éloigné de PROWAY. Lorsque une telle L_sdu est présentée à l'utilisateur éloigné, on admet qu'elle est correcte et identique à l'unité L_sdu présentée à la station locale. Si une erreur se produit au cours de la transmission, la station locale PROWAY essaiera d'émettre à nouveau les données.

2A.2 Overview of PROWAY Services

2A.2.1 General Description of Services Provided

This section describes informally the services provided to the user of PROWAY by the PROWAY Link Control (PLC) sublayer of the Highway layer. These services provide data transfer and control services between peer PLC entities. They provide the means by which PROWAY Link Control entities can exchange Link_service_data_units (L_sdu) over the shared Process Data Highway, i.e., PROWAY Local Area Network (LAN). The data transfer can be open-loop or closed-loop, point-to-point or multipoint.

2A.2.2 Model Used for the Service Specification

The general model and descriptive method are given in Reference 1, Appendix 0(A). The specific application of this model to each service is given in Clause 2A.4.

2A.2.3 Overview of Services

The data transfer services provided to a user of PROWAY are:

- *Send Data with Acknowledge (SDA)*, compatible with the Single Frame service of Reference 2 (when data is not requested),
- *Send Data with No Acknowledge (SDN)*, equivalent to and interoperable with the Unacknowledged Connectionless service of Reference 2,
- *Request Data with Reply (RDR)*, compatible with the single frame service of Reference 2 (when no data transmitted).

Note that a compatible Connection Oriented service may be implemented in some stations on a PROWAY LAN. This standard does not specify the Connection Oriented service, which is specified in Reference 2, Appendix 0(A).

The SDA and RDR services provide *confirmed* data transfers.

2A.2.3.1 Send Data with Acknowledge (SDA)

This service allows a local user of PROWAY to send user-supplied data (Link_service_data_unit, L_sdu) to a single remote station. The local user receives a confirmation of the receipt or nonreceipt of the data. At the remote station, this L_sdu (if received correctly) is passed to the remote user of PROWAY. If such an L_sdu is presented to a remote user, it is known to be correct and identical to the L_sdu presented at the local station. If an error in transmission occurs, the local PROWAY station will attempt to retransmit the data.

2A.2.3.2 *Envoi de données sans accusé de réception (SDN)*

Ce service permet à un utilisateur local de PROWAY d'envoyer des données utilisateur (unité_de_données_du_service_liaison, L_sdu) à une seule station, à plusieurs stations ou à toutes les stations éloignées. L'utilisateur local reçoit confirmation de l'achèvement de l'émission, mais pas de la réception des données. A la ou aux stations éloignées, cette L_sdu (pourvu qu'elle ait été reçue correctement) est présentée à l'utilisateur éloigné de PROWAY. Lorsque une telle L_sdu est passée à l'utilisateur éloigné, on admet qu'elle est correcte et identique à la L_sdu présentée à la station locale. Il n'existe toutefois pas d'accusé de réception prouvant que la livraison a été effectuée.

2A.2.3.3 *Demande de données avec réponse (RDR)*

Ce service permet à un utilisateur local de PROWAY de demander des données (unité_de_données_du_service_liaison, L_sdu) précédemment soumises par l'utilisateur à une seule station éloignée. L'utilisateur local reçoit les données demandées ou l'indication selon laquelle ces données n'étaient pas disponibles. Quand les données sont présentées à l'utilisateur local, on admet qu'elles sont correctes et qu'elles correspondent bien à la L_sdu précédemment présentée à la station éloignée. En cas d'erreurs de transmission, la station PROWAY locale enverra à nouveau des demandes de données.

2A.2.4 *Vue d'ensemble des interactions*

Tous ces services sont commandés par un ensemble de primitives. Une primitive demande est employée par l'utilisateur local pour demander un service. Une primitive confirmation est renvoyée à l'utilisateur local quand la prestation de service est terminée. Une primitive indication est communiquée à l'utilisateur éloigné chaque fois qu'un événement spontané se produit. Les primitives utilisées pour les services précités sont les suivantes:

- *Envoi de données avec accusé de réception (SDA):*

- L_DATA_ACK.demande
 - .indication
 - .confirmation

- *Envoi de données sans accusé de réception (SDN):*

- L_DATA.demande
 - .indication
 - .confirmation

- *Demande de données avec réponse (RDR):*

- L_REPLY.demande
 - .indication
 - .confirmation

- L_REPLY_UPDATE.demande
 - .confirmation

2A.2.3.2 *Send Data with No Acknowledge (SDN)*

This service allows a local user of PROWAY to send user supplied data (Link_service_data_unit, L_sdu) to a single station, a group of stations, or to all remote stations. The local user receives confirmation of transmission completion but not of receipt of the data. At the remote station(s) this L_sdu (if received correctly) is passed to the remote user(s) of PROWAY. If such an L_sdu is presented to a remote user, it is known to be correct and identical to the L_sdu presented at the local station. However, there is no acknowledgement that such a delivery was made.

2A.2.3.3 *Request Data with Reply (RDR)*

This service allows a local user of PROWAY to request data (Link_service_data_unit, L_sdu) previously submitted by the user at a single remote station. The local user receives either the data requested or an indication that the data was not available. If the data is presented to the local user, it is known to be correct and identical to the L_sdu presented earlier at the remote station. In the event of transmission errors, the local PROWAY station will make additional requests for the data.

2A.2.4 *Overview of Interactions*

These services are accomplished using a set of primitives. A request primitive is used by the local user to request a service. A confirmation primitive is returned to the local user when the service is completed. An indication primitive is passed to the remote user whenever an unsolicited event is noted. The primitives used for each of the above services are:

- *Send Data with Acknowledge (SDA):*

- L_DATA_ACK.request
 - .indication
 - .confirm

- *Send Data with No Acknowledge (SDN):*

- L_DATA.request
 - .indication
 - .confirm

- *Request Data with Reply (RDR):*

- L_REPLY.request
 - .indication
 - .confirm

- L_REPLY_UPDATE.request
 - .confirm

L'utilisateur local de PROWAY ne peut avoir qu'une seule demande en attente (c'est-à-dire en attente de confirmation) à la fois pour chaque invocation de l'entité locale PLC supportée par cette station. Une station doit supporter une invocation de l'entité PLC locale pour chaque priorité et pour chaque SSAP qu'elle supporte (voir paragraphe 3B.1.1).

2A.2.5 Vue d'ensemble du fonctionnement du bus de données

L'annexe 2(A) donne une vue d'ensemble du fonctionnement de la couche liaison données (sous-couches PLC et MAC).

2A.3 Caractéristiques obligatoires

Les primitives considérées comme des caractéristiques obligatoires pour les stations INITIATEUR et REPONDEUR sont repérées par un "O" dans le tableau ci-après. Les primitives facultatives sont repérées par un "F", les primitives non applicables étant repérées par un signe "-".

	INITIATEUR	REPONDEUR
- Envoi de données avec accusé de réception (SDA)		
L_DATA_ACK.demande	O*	-
.indication	O	O
.confirmation	O	-
- Envoi de données sans accusé de réception (SDN)		
L_DATA.demande	O	-
.indication	O	O
.confirmation	O	-
- Demande de données avec réponse (RDR)		
L_REPLY.demande	O	-
.indication	O	O
.confirmation	O	-
L_REPLY_UPDATE.demande	F**	O
.confirmation	F	O
* Obligatoire		
** Facultatif		

2A.4 Spécification détaillée des interactions de PLC avec l'utilisateur de PROWAY

2A.4.1 Envoi de données avec accusé de réception (SDA)

2A.4.1.1 Description du fonctionnement

L'utilisateur-PLC local prépare une unité_de_données_du_service_de_liaison (L_sdu) contenant des informations ou des commandes, transparentes dans les deux cas à PROWAY, à l'attention d'un utilisateur-PLC éloigné. Ces données sont passées à l'entité PLC locale au

The local user of PROWAY can have only one outstanding request (i.e., awaiting a confirmation) for each invocation of the local PLC entity supported by this station. A station shall support one invocation of the local PLC entity for each priority and SSAP that it supports (see Sub-clause 3B.1.1).

2A.2.5 Overview of Data Highway Operation

An overview of the combined operation of the "Data Link" layer (PLC and MAC sublayers) is given in Appendix 2(A).

2A.3 Mandatory Features

The primitives which are mandatory for INITIATOR and RESPONDER stations are listed as "M" in the table below. Optional primitives are listed as "O", and non-applicable primitives are listed as "-".

	INITIATOR	RESPONDER
- Send Data with Acknowledge (SDA)		
L_DATA_ACK.request	M*	-
.indication	M	M
.confirm	M	-
- Send Data with No Acknowledge (SDN)		
L_DATA.request	M	-
.indication	M	M
.confirm	M	-
- Request Data with Reply (RDR)		
L_REPLY.request	M	-
.indication	M	M
.confirm	M	-
L_REPLY_UPDATE.request	O**	M
.confirm	O	M

* Mandatory

** Optional

2A.4 Detailed Specification of PLC Interactions with the User of PROWAY

2A.4.1 Send Data with Acknowledge (SDA)

2A.4.1.1 Description of Operation

The local PLC-user prepares a Link_service_data_unit (L_sdu) containing process information or commands, both transparent to PROWAY, for one remote PLC-user. This data is passed to the local

moyen d'une primitive `L_DATA_ACK.demande` au travers de l'interface locale utilisateur-PLC. L'entité PLC locale accepte cette demande de service et essaie d'envoyer l'unité de données du service de liaison (`L_sdu`) à l'entité PLC éloignée. L'entité PLC locale fournit une confirmation à l'utilisateur-PLC local pour indiquer si le transfert de données a réussi ou a échoué.

L'entité PLC éloignée doit fournir un accusé de réception positif pour que l'entité PLC locale renvoie une confirmation positive à l'utilisateur-PLC local. Si cet accusé de réception n'est pas reçu dans un temps approprié, l'entité MAC locale refait un nombre prédéterminé de tentatives pour transmettre l'unité `L_sdu` à l'entité MAC éloignée. Aucun autre trafic ne peut être acheminé par le réseau local entre la transmission initiale des données et l'accusé de réception correspondant.

Quand la trame a été reçue correctement, l'entité PLC éloignée reçoit et passe l'unité `L_sdu` à l'utilisateur-PLC éloigné au travers de son interface utilisateur-PLC en employant une primitive `L_DATA_ACK.indication`.

2A.4.1.2 Définition des primitives à l'interface locale utilisateur-bus

2A.4.1.2.1 `L_DATA_ACK.demande`

2A.4.1.2.1.1 Fonction

Cette primitive est la primitive de demande de service pour le service de transfert de données `envoi_de_données_avec_accusé_de_réception`.

2A.4.1.2.1.2 Sémantique

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

`L_DATA_ACK.demande`
(`SSAP`,
`DSAP`,
`L_sdu`,
`adresse_éloignée`,
`classe_de_service`)

Les paramètres `SSAP` et `DSAP` spécifient les points d'accès au service liaison des utilisateurs local et éloigné impliqués dans le service de transfert de données, comme défini dans la section 3C.

Le paramètre `adresse_éloignée` spécifie l'adresse MAC de la station éloignée comme défini dans la section 5D. L'adresse_éloignée doit être une adresse individuelle.

Le paramètre `L_sdu` spécifie l'unité de données du service de liaison que l'entité PLC doit transférer.

Le paramètre `classe_de_service` spécifie la classe d'accès MAC et donne le degré de priorité MAC désiré pour le transfert des données, tel qu'il est défini dans la section 5D. Les attributions recommandées pour les classes d'accès des systèmes PROWAY sont les suivantes:

PLC entity by an L_DATA_ACK.request primitive over the local PLC-user interface. The local PLC entity accepts this service request and attempts to send the L_sdu to the remote PLC entity. The local PLC entity provides a confirmation to the local PLC-user indicating the success or a failure of the data transfer.

A positive acknowledgement is required from the remote PLC entity before the local PLC entity returns a positive confirmation to the local PLC-user. If this acknowledgement is not received in a timely manner, the local MAC entity will make up to a predefined number of attempts to pass the L_sdu to the remote MAC. No other traffic occurs on the local area network between the original transmission of the data and its associated acknowledgement.

When the frame is correctly received, the remote PLC entity receives and passes the L_sdu to the remote PLC-user over its PLC-user interface using a L_DATA_ACK.indication primitive.

2A.4.1.2 Definition of Primitives of Local User-Highway Interface

2A.4.1.2.1 L_DATA_ACK.request

2A.4.1.2.1.1 Function

This primitive is the service request primitive for the Send_Data_with_Acknowledge data transfer service.

2A.4.1.2.1.2 Semantics

The primitive shall provide parameters as follows:

L_DATA_ACK.request
(SSAP,
DSAP,
L_sdu,
remote_address,
service_class)

The SSAP and DSAP parameters specify the local and remote user link_service_access_points involved in the data transfer service, as defined in Section 3C.

The remote_address parameter specifies the MAC address of the remote station, as defined in Section 5D. The remote_address shall be an individual address.

The L_sdu parameter specifies the link_service_data_unit to be transferred by the PLC entity.

The service_class parameter specifies the MAC access_class and thus the MAC priority desired for the data transfer, as defined in Section 5D. Recommended access class assignments for PROWAY systems are:

<i>Degré de priorité MAC</i>	<i>Classe d'accès</i>	<i>Utilisation</i>
Le plus élevé	6	Messages urgents, c'est-à-dire assurant des fonctions critiques d'alarme, de verrouillage et de coordination de commandes
	4	Actions normales de commande et fonctions de maintenance de l'anneau
	2	Collecte et affichage courants de données; fonctions de mise à jour de la base de données
Le plus faible	0	Transfert de fichiers et de programmes

2A.4.1.2.1.3 A la génération

Cette primitive est passée de l'utilisateur-PLC local à l'entité PLC locale pour demander l'envoi d'une unité L_sdu à l'utilisateur-PLC éloigné en utilisant les procédures envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

2A.4.1.2.1.4 Effet à la réception

La réception de cette primitive provoque l'émission, de la part de l'entité PLC locale, d'une unité L_sdu en utilisant les procédures envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

2A.4.1.2.1.5 Observations complémentaires

Un seul SDA ou SDN ou une seule demande RDR peut être à la fois en attente (c'est-à-dire en attente de confirmation) pour chaque invocation, telle que définie dans la section 3B de l'entité PLC locale supportée par la station considérée.

2A.4.1.2.2 L_DATA_ACK.indication

2A.4.1.2.2.1 Fonction

Cette primitive est la primitive d'indication du service de transfert de données envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

2A.4.1.2.2.2 Sémantique

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_DATA_ACK.indication
 (SSAP,
 DSAP,
 adresse_locale,
 adresse_éloignée,
 L_sdu,
 classe_de_service)

<i>MAC priority</i>	<i>Access-class</i>	<i>Usage</i>
Highest	6	Urgent messages, i.e., those performing critical alarm, interlock and control co-ordination functions
	4	Normal control actions and ring maintenance functions
	2	Routine data gathering and display, and data base update functions
Lowest	0	File and program transfers

2A.4.1.2.1.3 *When Generated*

This primitive is passed from the local PLC-user to the local PLC entity to request an L_sdu be sent to one remote PLC-user using Send_Data_with_Acknowledge procedures.

2A.4.1.2.1.4 *Effect on Receipt*

Receipt of this primitive causes the local PLC entity to send an L_sdu using Send_Data_with_Acknowledge procedures.

2A.4.1.2.1.5 *Additional Comments*

Only one SDA, SDN, or RDR request may be concurrently outstanding (i.e., awaiting a confirmation) for each invocation, as defined in Section 3B, of the local PLC entity supported by this station.

2A.4.1.2.2 *L_DATA_ACK.indication*

2A.4.1.2.2.1 *Function*

This primitive is the service indication for the Send_Data_with_Acknowledge data transfer service.

2A.4.1.2.2.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

L_DATA_ACK.indication
 (SSAP,
 DSAP,
 local_address,
 remote_address,
 L_sdu,
 service_class)

Les paramètres SSAP et DSAP spécifient les points_d'accès_au_service_liaison des utilisateurs local et éloigné impliqués dans le service de transfert de données selon les définitions de la section 3C.

Les paramètres adresse_locale et adresse_éloignée spécifient les adresses de la source et de la destination de la trame SDA correspondante comme défini dans la section 5D.

Le paramètre L_sdu spécifie l'unité_de_données_du_service_de_liaison de la trame SDA correspondante.

Le paramètre classe_de_service spécifie le degré réel de priorité MAC de la trame SDA correspondante, selon la définition de la section 5D.

2A.4.1.2.2.3 A la génération

La primitive est passée de l'entité PLC éloignée à l'utilisateur-PLC éloigné sur réception d'une MA_DATA.indication contenant une unité L_sdu de type SDA, à condition que cette L_sdu ne soit pas une duplication.

2A.4.1.2.2.4 Effet à la réception

L'effet de la réception de cette primitive par l'utilisateur-PLC éloigné n'est pas spécifié.

2A.4.1.2.2.5 Observations complémentaires

Le contenu du paramètre L_sdu est complet au point de vue logique et inchangé par rapport au paramètre L_sdu contenu dans la primitive L_DATA_ACK.demande associée.

2A.4.1.2.3 L_DATA_ACK.confirmation

2A.4.1.2.3.1 Fonction

Cette primitive est la primitive de confirmation du service de transfert de données envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

2A.4.1.2.3.2 Sémantique

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_DATA_ACK.confirmation
(SSAP,
DSAP,
adresse_éloignée,
L_sdu,
classe_de_service,
L_status)

Les paramètres SSAP et DSAP spécifient les points_d'accès_au_service_liaison des utilisateurs local et éloigné impliqués dans le service de transfert de données. Ils sont identiques aux paramètres SSAP et DSAP de la primitive L_DATA_ACK.demande correspondante.

L'unité_de_données_du_service_de_liaison est vide.

The SSAP and DSAP parameters specify the local and remote user link_service_access_points involved in the data transfer service, as defined in Section 3C.

The local_address and remote_address parameters specify the source address and the destination address of the corresponding SDA frame, as defined in Section 5D.

The L_sdu parameter specifies the link_service_data_unit of the corresponding SDA frame.

The service_class parameter specifies the actual MAC priority of the corresponding SDA frame, as defined in Section 5D.

2A.4.1.2.2.3 *When Generated*

The primitive is passed from the remote PLC entity to the remote PLC-user when a MA_DATA.indication with L_sdu type = SDA is received and the received L_sdu is not a duplicate.

2A.4.1.2.2.4 *Effect on Receipt*

The effect of receipt of this primitive on the remote PLC-user is unspecified.

2A.4.1.2.2.5 *Additional Comments*

The contents of the L_sdu parameter are logically complete and unchanged relative to the L_sdu parameter in the associated L_DATA_ACK.request primitive.

2A.4.1.2.3 *L_DATA_ACK.confirm*

2A.4.1.2.3.1 *Function*

This primitive is the service confirmation primitive for the send_data_with_acknowledge data transfer service.

2A.4.1.2.3.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

L_DATA_ACK.confirm
(SSAP,
DSAP,
remote_address,
L_sdu,
service_class,
L_status)

The SSAP and DSAP parameters specify the local and remote user link_service_access_points involved in the data transfer service. They are identical to the SSAP and DSAP parameters of the corresponding L_DATA_ACK.request primitive.

The link_service_data_unit is null.

Le paramètre *adresse_éloignée* spécifie le paramètre *adresse_destination* de la primitive *MA_DATA.confirmation*.

Le paramètre *classe_de_service* spécifie le paramètre de priorité de la primitive *MA_DATA.confirmation*.

Le paramètre *L_status* indique le succès ou l'échec de la précédente demande de transfert de données associée du service *envoi_de_données_avec_accusé_de_réception*, ainsi que l'existence éventuelle d'une situation d'erreur temporaire ou permanente.

Les valeurs pouvant être prises par les éléments *command_status* du paramètre *L_status* sont les suivantes:

<i>Code</i>	<i>Signification</i>	<i>Temporaire/ Permanent</i>
OK	= réponse <i>L_sdu</i> acceptée	-
TE	= pas d'accusé de réception de la station éloignée après nombre spécifié de répétitions (cela peut être dû à une station non PROWAY)	T
DS	= station locale déconnectée de la ligne	P
WD	= fin de temporisation chien de garde de la station locale	P
IV	= paramètres non valables dans la demande	P
RS	= demande pour un service non existant ou non activé au DSAP éloigné: aucune suite donnée	P
LS	= service non existant au SSAP local	P
UN	= ressources non disponibles aux entités PLC et MAC éloignées: aucune suite donnée	T
UE	= erreur à l'interface utilisateur-PLC	P
PE	= erreur de protocole	T/P
IP	= erreur permanente due au mode de réalisation	P
IT	= erreur temporaire due au mode de réalisation.	T

Dans la référence 2, un élément additionnel *response_status* peut être présent dans le paramètre *L_status*.

2A.4.1.2.3.3 A la génération

La primitive est passée de l'entité PLC locale à l'utilisateur-PLC local pour indiquer si la précédente demande correspondante de transfert de données avec *envoi_de_données_avec_accusé_de_réception* a réussi ou a échoué.

2A.4.1.2.3.4 Effet à la réception

L'effet de la réception de cette primitive par l'utilisateur-PLC local n'est pas spécifié.

The `remote_address` parameter specifies the `destination_address` parameter of the `MA_DATA.confirmation` primitive.

The `service_class` parameter specifies the priority parameter of the `MA_DATA.confirmation` primitive.

The `L_status` parameter indicates the success or failure of the previous associated `send_data_with_acknowledge` data transfer request and whether any error condition is *temporary* or *permanent*.

The values that the `Command_status` components of the `L_status` parameter can assume are as follows:

Code	Meaning	Temporary/ Permanent
OK	= command <code>L_sdu</code> accepted	-
TE	= no acknowledgement from remote station after specified retries (possibly due to a non-PROWAY station)	T
DS	= local station disconnected from line	P
WD	= local station watchdog timed out	P
IV	= invalid parameters in request	P
RS	= request for an unimplemented or unactivated service at remote DSAP: no action taken	P
LS	= unimplemented service at local SSAP	P
UN	= resources not available to remote PLC or MAC entity: no action taken	T
UE	= user-PLC interface error	P
PE	= protocol error	T/P
IP	= permanent implementation dependent error	P
IT	= temporary implementation dependent error	T

In Reference 2, an additional `Response_status` component of `L_status` may be present.

2A.4.1.2.3.3 When Generated

This primitive is passed from the local PLC entity to the local PLC-user to indicate the success or failure of the previous associated `send_data_with_acknowledge` data transfer request.

2A.4.1.2.3.4 Effect on Receipt

The effect of receipt of this primitive on the local PLC-user is unspecified.

2A.4.1.2.3.5 *Observations complémentaires*

Si le transfert a réussi, cette primitive indique que l'entité PLC éloignée a reçu l'unité L_sdu et a renvoyé un accusé de réception positif. S'il s'est produit une erreur à l'émission, l'entité MAC locale refera un nombre prédéterminé d'essais pour émettre à nouveau les données.

Si L_status indique une erreur *temporaire*, l'entité utilisateur-PLC locale peut supposer qu'une répétition ultérieure de la demande associée pourra réussir.

Si L_status indique une erreur *permanente*, l'entité utilisateur-PLC locale devrait supposer qu'une intervention de l'administration peut être nécessaire avant qu'une répétition de la demande associée puisse réussir.

On suppose que l'utilisateur-PLC local dispose d'assez d'informations pour associer cette confirmation à la demande correspondante.

2A.4.2 *Envoi de données sans accusé de réception (SDN)*

2A.4.2.1 *Description du fonctionnement*

L'utilisateur-PLC local prépare des données (commandes ou informations de processus, toutes deux transparentes pour PROWAY) pour certains utilisateurs ou pour tous les utilisateurs éloignés. Ces données sont passées au travers de l'interface utilisateur-PLC au moyen de la primitive L_DATA.demande. L'entité PLC locale accepte cette demande de service et essaie d'envoyer les données aux entités PLC éloignées en retournant une confirmation de la transmission locale à l'utilisateur-PLC local. Cette confirmation ne rend compte que des défaillances locales.

Il n'existe aucune garantie de transfert aux entités PLC éloignées, car on n'utilise ni accusés de réception engendrés à destination ni répétitions locales de l'émission. Les données sont émises une seule fois sur la ligne et sont reçues simultanément (au délai de propagation sur la ligne près) par toutes les stations destinataires. Chaque entité PLC éloignée qui reçoit les données les passe à l'utilisateur-PLC éloigné au moyen d'une primitive L_DATA.indication.

2A.4.2.2 L'interfonctionnement entre stations conformes aux dispositions des références 2 et 3 est assuré par l'utilisation des procédures SDN.

2A.4.2.3 *Définition des primitives au niveau de l'interface locale utilisateur-bus*

2A.4.2.3.1 *L_DATA.demande*

2A.4.2.3.1.1 *Fonction*

Cette primitive est la primitive de demande de service pour le service de transfert de données envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

2A.4.1.2.3.5 *Additional Comments*

If the transfer was successful, this primitive indicates that the remote PLC sublayer entity received and positively acknowledged the L_sdu. If an error in transmission occurs, the local MAC entity will make up to a predefined number of attempts to retransmit the data.

If L_status indicates a *Temporary* error, the local PLC-user entity may assume that a future retry of the associated request may be successful.

If L_status indicates a *Permanent* error, the local PLC-user entity should assume that management intervention may be required before a retry of the associated request may be successful.

It is assumed that sufficient information is available to the local PLC-user to associate this confirmation with the corresponding request.

2A.4.2 *Send Data with No Acknowledge (SDN)*

2A.4.2.1 *Description of Operation*

The local PLC-user prepares data (process information or commands, both transparent to PROWAY) for any or all remote users. This data is passed by the L_DATA.request primitive over the PLC-user interface. The local PLC entity accepts this service request, attempts to send this data to the specified remote PLC entities, and returns a local transmission confirmation to the local PLC-user. This confirmation reports only local failures.

There is no guarantee of delivery to the remote PLC entities addressed, since no remotely generated acknowledgements or local retries are employed. The data is transmitted once on the line and is received (subject to the propagation delay of the line) simultaneously by all addressed stations. Each remote PLC entity which receives the data passes it to the remote PLC-user by an L_DATA.indication primitive.

2A.4.2.2 Inter-operability with any Station conforming to References 2 and 3 is achieved using SDN procedures.

2A.4.2.3 *Definition of Primitives at Local User-Highway Interface*

2A.4.2.3.1 *L_DATA.request*

2A.4.2.3.1.1 *Function*

This primitive is the service request primitive for the send_data_with_no_acknowledge data transfer service.

2A.4.2.3.1.2 *Sémantique*

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_DATA.demande
(SSAP,
DSAP,
adresse_éloignée,
L_sdu,
classe_de_service)

Les paramètres SSAP et DSAP spécifient les points_d'accès_au_service_liaison pour les utilisateurs local et éloigné qui sont impliqués dans le service de transfert de données.

Le paramètre adresse_éloignée spécifie l'adresse MAC de la station éloignée comme spécifié dans la section 5D. L'adresse_éloignée peut être une adresse individuelle, une adresse de groupe ou une adresse de diffusion générale.

Le paramètre L_sdu spécifie l'unité_de_données_du_service_de_liaison que l'entité PLC locale doit transmettre.

Le paramètre classe_de_service spécifie le degré de priorité MAC désiré pour le transfert de données ainsi qu'il est spécifié dans la section 5D.

Degré de priorité MAC	Classe d'accès	Utilisation
Le plus élevé	6	Messages urgents, c'est-à-dire assurant des fonctions critiques d'alarmes, de verrouillage et de coordination de commandes
	4	Actions normales de commande et fonctions de maintenance de l'anneau
	2	Collecte et affichage courants de données; fonctions de mise à jour de la base de données
Le plus faible	0	Transfert de fichiers et de programmes

2A.4.2.3.1.3 *A la génération*

Cette primitive est passée de l'utilisateur-PLC local à l'entité PLC locale pour demander l'envoi d'une unité L_sdu à un utilisateur, un groupe d'utilisateurs ou à tous les utilisateurs en employant les procédures envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

2A.4.2.3.1.4 *Effet à la réception*

La réception de cette primitive provoque l'envoi d'une unité L_sdu par l'entité PLC locale en employant les procédures envoi_données_sans_accusé_de_réception.

2A.4.2.3.1.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

L_DATA.request
(SSAP,
DSAP,
remote_address,
L_sdu
service_class)

The SSAP and DSAP parameters specify the local and remote users' link_service_access_points involved in the data transfer service.

The remote_address parameter specifies the MAC address of the remote station as specified in Section 5D. The remote_address may be an individual address, a group address, or a broadcast address.

The L_sdu parameter specifies the link_service_data_unit to be transferred by the local PLC entity.

The service_class parameter specifies the MAC priority desired for the data transfer as specified in Section 5D.

MAC priority	Access-class	Usage
Highest	6	Urgent messages, i.e., those performing critical alarm, interlock and control co-ordination functions
	4	Normal control actions and ring maintenance functions
	2	Routine data gathering and display, and data base update functions
Lowest	0	File and program transfers

2A.4.2.3.1.3 *When Generated*

This primitive is passed from the local PLC-user to the local PLC entity to request that an L_sdu be sent to one, a group, or all remote users using send_data_with_no_acknowledge procedures.

2A.4.2.3.1.4 *Effect on Receipt*

Receipt of this primitive causes the local PLC entity to send an L_sdu using send_data_with_no_acknowledge procedures.

2A.4.2.3.1.5 *Observations complémentaires*

Un seul SDA, SDN ou une seule demande RDR peut être à la fois en attente (c'est-à-dire en attente de confirmation) pour chaque invocation, telle que définie dans la section 3B de l'entité PLC locale supportée par cette station.

2A.4.2.3.2 *L_DATA.indication*

2A.4.2.3.2.1 *Fonction*

Cette primitive est la primitive d'indication de service pour le service de transfert de données envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

2A.4.2.3.2.2 *Sémantique*

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_DATA.indication
(SSAP,
DSAP,
adresse_locale,
adresse_éloignée,
L_sdu,
classe_de_service)

Les paramètres SSAP et DSAP spécifient les points_d'accès_au_service_liaison des utilisateurs local et éloigné impliqués dans le transfert de données.

Les paramètres adresse_locale et adresse_éloignée spécifient l'adresse_source et l'adresse_de_destination de la trame SDN correspondante, selon la définition de la section 5D.

Le paramètre L_sdu spécifie l'unité_de_données_du_service_de_liaison de la trame SDN correspondante.

Le paramètre classe_de_service spécifie le degré réel de priorité MAC de la trame SDN correspondante, selon la définition de la section 5D.

2A.4.2.3.2.3 *A la génération*

Cette primitive est passée de l'entité PLC éloignée à l'utilisateur-PLC éloigné sur réception d'une MA_DATA.indication contenant une unité L_pdu du type SDN.

2A.4.2.3.2.4 *Effet à la réception*

L'effet de la réception de cette primitive par l'utilisateur-PLC éloigné n'est pas spécifié.

2A.4.2.3.2.5 *Observations complémentaires*

Le contenu du paramètre L_sdu est complet au point de vue logique et inchangé par rapport au paramètre L_sdu contenu dans la primitive associée L_DATA.demande.

2A.4.2.3.1.5 *Additional Comments*

Only one SDA, SDN, or RDR request may be concurrently outstanding (i.e., awaiting a confirmation) for each invocation, as defined in Section 3B, of the local PLC entity supported by this station.

2A.4.2.3.2 *L_DATA.indication*

2A.4.2.3.2.1 *Function*

This primitive is the service indication primitive for the send_data_with_no_acknowledge data transfer service.

2A.4.2.3.2.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

L_DATA.indication
(SSAP,
DSAP,
local_address,
remote_address,
L_sdu,
service_class)

The SSAP and DSAP parameters specify the local and remote user link_service_access_points involved in the data transfer.

The local_address and remote_address parameters specify the source address and destination_address of the corresponding SDN frame, as defined in Section 5D.

The L_sdu parameter specifies the link_service_data_unit of the corresponding SDN frame.

The service_class parameter specifies the actual MAC priority parameter of the corresponding SDN frame, as defined in Section 5D.

2A.4.2.3.2.3 *When Generated*

The primitive is passed from the remote PLC entity to the remote PLC-user when a MA_DATA.indication L_pdu_type = SDN is received.

2A.4.2.3.2.4 *Effect on Receipt*

The effect of receipt of this primitive on the remote PLC-user is unspecified.

2A.4.2.3.2.5 *Additional Comments*

The contents of the L_sdu parameter are logically complete and unchanged relative to the L_sdu parameter in the associated L_DATA.request primitive.

2A.4.2.3.3 L_DATA.confirmation

2A.4.2.3.3.1 Fonction

Cette primitive constitue la confirmation du service de transfert de données envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

2A.4.2.3.3.2 Sémantique

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_DATA.confirmation
(SSAP,
DSAP,
adresse_éloignée,
classe_de_service,
L_status)

Les paramètres SSAP et DSAP spécifient les points d'accès au service liaison local, éloigné et utilisateur qui sont impliqués dans le service de transfert de données. Ils sont identiques aux paramètres SSAP et DSAP de la primitive L_DATA.demande correspondante.

Le paramètre adresse_éloignée spécifie l'adresse de destination de la primitive MA_DATA.confirmation.

Le paramètre classe_de_service spécifie le degré de priorité MAC de la primitive MA_DATA.confirmation.

Le paramètre L_status indique au niveau local si la précédente demande de transfert de données associée à un envoi_de_données_sans_accusé_de_réception a réussi ou a échoué.

L'élément Command_status du paramètre L_status peut prendre les valeurs suivantes:

Code	Signification
OK	Transmission terminée à la station locale
DS	Station locale déconnectée de la ligne
WD	Fin temporisation chien de garde de la station locale
LE	Paramètres non valables (détectés au niveau local)
LS	Service non mis en oeuvre à la station locale.

2A.4.2.3.3.3 A la génération

Cette confirmation est passée de l'entité PLC locale à l'utilisateur-PLC local pour indiquer à ce niveau la réussite ou l'échec de la précédente demande de transfert de données associée à un envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

2A.4.2.3.3.4 Effet à la réception

L'effet de la réception de cette confirmation par l'utilisateur-PLC local n'est pas spécifié.

2A.4.2.3.3.5 Observations complémentaires

On suppose que l'utilisateur-PLC local dispose d'assez d'informations pour associer cette confirmation à la demande correspondante.

2A.4.2.3.3 *L_DATA.confirm*

2A.4.2.3.3.1 *Function*

This primitive is the confirmation of the `send_data_with_no_acknowledge` data transfer service.

2A.4.2.3.3.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

`L_DATA.confirm`
(`SSAP`,
`DSAP`,
`remote_address`,
`service_class`,
`L_status`)

The `SSAP` and `DSAP` parameters specify the local, remote and user `Link_service_access_points` involved in the data transfer service. They are identical to the `SSAP` and `DSAP` parameters of the corresponding `L_DATA.request` primitive.

The `remote_address` specifies the `destination_address` parameter of the `MA_DATA.confirm` primitive.

The `service_class` parameter specifies the `MAC` priority parameter of the `MA_DATA.confirm` primitive.

The `L_Status` parameter indicates the local success or failure of the previous associated `send_data_with_no_acknowledge` data transfer request.

The values that the `Command status` component of the `L_status` parameter can assume are:

Code	Meaning
OK	Transmission complete at local station
DS	Local station disconnected from line
WD	Local station watchdog_timed_out
LE	Invalid parameters (locally detected)
LS	Unimplemented service at local station

2A.4.2.3.3.3 *When Generated*

This confirmation is passed from the local PLC entity to the local PLC-user to indicate the local success or failure of the previous associated `send_data_with_no_acknowledge` data transfer request.

2A.4.2.3.3.4 *Effect on Receipt*

The effect of receipt of this confirmation by the local PLC-user is unspecified.

2A.4.2.3.3.5 *Additional Comments*

It is assumed that sufficient information is available to the local PLC-user to associate this confirmation with the corresponding request.

2A.4.3 *Demande de données avec réponse (RDR)*

2A.4.3.1 *Description du fonctionnement*

L'utilisateur-PLC local fait une demande de données à un utilisateur-PLC éloigné en émettant une primitive `L_REPLY.demande` envoyée à l'entité PLC locale au travers de l'interface utilisateur-PLC. L'entité PLC locale accepte cette demande de service et envoie la demande de données à l'entité PLC éloignée. L'entité PLC locale fournit une `L_REPLY.confirmation` à l'utilisateur-PLC local avec les données demandées ou avec une indication de défaut.

L'entité PLC éloignée reçoit la demande de données et répond immédiatement en transmettant une copie des données précédemment soumises par l'utilisateur-PLC éloigné tout en adressant une `L_REPLY_UPDATE.demande` au DSAP correspondant. L'utilisateur-PLC éloigné est informé de cette transmission en réponse par une `L_REPLY.indication`.

Si aucune réponse n'est reçue dans le temps voulu, l'entité MAC locale peut faire un nombre prédéterminé de répétitions pour obtenir les données demandées. Aucun autre trafic ne peut être acheminé par le réseau local entre la transmission initiale des données et la réponse correspondante.

L'utilisateur-PLC éloigné est responsable de la mise à disposition de l'entité PLC éloignée de données valides. L'utilisateur-PLC peut lancer une `L_REPLY_UPDATE.demande` pour mettre à jour la zone de données partagée: une `L_REPLY_UPDATE.confirmation` est alors renvoyée par le PLC éloigné lorsque cette mise à jour est effectuée. Noter que les procédures de mise à jour des données sont exécutées sans synchronisme avec les demandes de transfert de données.

2A.4.3.2 *Définition des primitives au niveau de l'interface utilisateur-PLC locale*

2A.4.3.2.1 *L_REPLY.demande*

2A.4.3.2.1.1 *Fonction*

C'est la primitive de demande de service pour le service `demande_de_données_avec_réponse` (RDR)

2A.4.3.2.1.2 *Sémantique*

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

`L_REPLY.demande`
(SSAP,
DSAP,
adresse_éloignée,
L_sdu,
classe_de_service)

Le paramètre SSAP spécifie le `point_d'accès_au_service_liaison` de l'utilisateur local qui demande les données.

2A.4.3 Request Data with Reply (RDR)

2A.4.3.1 Description of Operation

The local PLC-user requests data from a remote PLC-user by an L_REPLY.request primitive passed to the local PLC entity over the PLC-user interface. The local PLC entity accepts this service request and sends a request for the data to the remote PLC entity. The local PLC entity provides an L_REPLY.confirm to the local PLC-user with the requested data or a failure indication.

The remote PLC entity receives the request for data and immediately responds by transmitting a copy of data that had been previously submitted by the remote PLC-user with an L_REPLY_UPDATE.request for the corresponding DSAP. The remote PLC-user is informed of this reply transmission by an L_REPLY indication.

If a response is not received in a timely manner, the local MAC entity may make up to a predefined number of attempts to obtain the requested data. Between the original transmission of the request and the associated response, no other traffic occurs on the local area network.

The remote PLC-user is responsible for maintaining valid data available to the remote PLC entity. The remote PLC-user may make an L_REPLY_UPDATE.request to update the shared_data_area, and an L_REPLY_UPDATE.confirm is returned by the remote PLC after the update is complete. Note that the data updating procedures occur asynchronously to any data transfer requests.

2A.4.3.2 Definition of Primitives at Local User-PLC Interface

2A.4.3.2.1 L_REPLY.request

2A.4.3.2.1.1 Function

This primitive is the service request primitive for the request_data_with_reply service (RDR).

2A.4.3.2.1.2 Semantics

The primitive shall provide parameters as follows:

L_REPLY.request
(SSAP,
DSAP,
remote_address,
L_sdu,
service_class)

The SSAP parameter specifies the link_service_access_point of the local user requesting the data.

Le paramètre DSAP spécifie la zone_de_données_partagée demandée par l'utilisateur-PLC éloigné et ainsi l'utilisateur éloigné qui va recevoir la primitive d'indication.

Le paramètre adresse_éloignée spécifie l'adresse MAC de la station éloignée, ainsi qu'il est défini dans la section 5D.

L'unité_de_données_du_service_de_liaison est vide.

La classe_de_service spécifie le degré de priorité MAC de la demande comme spécifié dans la section 5D. Les attributions recommandées pour la classe d'accès des systèmes PROWAY sont les suivantes:

Degré de priorité MAC	Classe d'accès	Utilisation
Le plus élevé	6	Messages urgents, c'est-à-dire assurant des fonctions critiques, d'alarmes, de verrouillage et de coordination de commandes
	4	Actions normales de commande et fonctions de maintenance de l'anneau
	2	Collecte et affichage courants de données; fonctions de mise à jour de la base de données
Le plus faible	0	Transfert de fichiers et de programmes

2A.4.3.2.1.3 A la génération

Cette primitive est passée de l'utilisateur-PLC local à l'entité PLC locale pour demander des données à une entité PLC éloignée.

2A.4.3.2.1.4 Effet à la réception

La réception de cette primitive engendre de la part de l'entité PLC locale la demande des données spécifiées par le paramètre DSAP en employant les procédures demande_de_données_avec_réponse (RDR).

2A.4.3.2.1.5 Observations complémentaires

L'utilisateur-PLC éloigné est responsable de la mise à disposition de l'entité PLC éloignée de données valides dans la zone_de_données_partagée. Ces données ont été précédemment transférées à l'entité PLC éloignée par une primitive demande L_REPLY_UPDATE avec un paramètre DSAP identique. L'entité PLC sous-jacente doit interdire à l'utilisateur-PLC éloigné et à l'entité PLC éloignée elle-même d'accéder en même temps à la zone_de_données_partagée (l'une écrit tandis que l'autre lit).

Un seul SDA, SDN ou une seule demande RDR peut être à la fois en attente (c'est-à-dire en attente de confirmation) pour chaque invocation, telle que définie dans la section 3B de l'entité PLC locale supportée par cette station.

The DSAP parameter specifies which shared_data_area is requested from the remote PLC-user and thus which remote user will receive the indication primitive.

The remote_address parameter specifies the MAC address of the remote station, as defined in Section 5D.

The link_service_data_unit is *null*.

The service_class specifies the MAC priority of the request as specified in Section 5D. Recommended access-class assignments for PROWAY systems are as follows:

MAC priority	Access-class	Usage
Highest	6	Urgent messages, i.e., those performing critical alarm, interlock and control co-ordination functions
	4	Normal control actions and ring maintenance functions
	2	Routine data gathering and display, and data base update functions
Lowest	0	File and program transfers

2A.4.3.2.1.3 When Generated

This primitive is passed from the local PLC-user to the local PLC entity to request data from one remote PLC entity.

2A.4.3.2.1.4 Effect on Receipt

Receipt of this primitive causes the local PLC entity to request the data specified by the DSAP parameter using the request_data_with_response procedures.

2A.4.3.2.1.5 Additional Comments

The remote PLC-user is responsible for maintaining valid data available to the remote PLC entity in the shared_data_area. This data has been previously transferred to the remote PLC entity by an L_REPLY_UPDATE.request primitive with an identical DSAP parameter. The underlying PLC entity shall prevent the remote PLC-user and the remote PLC entity itself from accessing (one writes while the other reads) the shared_data_area at the same time.

Only one SDA, SDN, or RDR request may be concurrently outstanding (i.e., awaiting a confirmation) for each invocation, as defined in Section 3B, of the local PLC entity supported by this station.

2A.4.3.2.2 *L_REPLY.indication*

2A.4.3.2.2.1 *Fonction*

C'est la primitive d'indication de service du service demande_de_données_avec_réponse (RDR).

2A.4.3.2.2.2 *Sémantique*

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_REPLY.indication
(SSAP,
DSAP,
adresse_locale,
L_sdu,
adresse_éloignée,
classe_de_service)

Le paramètre SSAP spécifie le point d'accès au service_liaison de l'utilisateur-PLC local qui demande les données.

Le paramètre DSAP spécifie le point d'accès au service_liaison de l'utilisateur-PLC éloigné qui reçoit cette indication. Il spécifie également la zone_de_données_partagée qui a été transmise en réponse à une trame RDR.

Les paramètres adresse_locale et adresse_éloignée spécifient l'adresse_source et l'adresse_destination de la trame RDR correspondante.

L'unité_de_données_du_service_de_liaison est vide.

Le paramètre classe_de_service spécifie le degré réel de priorité MAC de la trame RDR correspondante, selon la définition de la section 5D.

2A.4.3.2.2.3 *A la génération*

La primitive est passée à partir de l'entité PLC éloignée à l'utilisateur-PLC éloigné quand une zone_de_données_partagée est transmise en réponse à une trame RDR.

2A.4.3.2.2.4 *Effet à la réception*

L'effet de la réception de cette primitive par l'utilisateur-PLC éloigné n'est pas spécifié.

2A.4.3.2.3 *L_REPLY.confirmation*

2A.4.3.2.3.1 *Fonction*

C'est la primitive de confirmation de service du service demande_données_avec_réponse (RDR).

2A.4.3.2.3.2 *Sémantique*

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

2A.4.3.2.2 *L_REPLY.indication*

2A.4.3.2.2.1 *Function*

This primitive is the service indication primitive for the request_data_with_reply service (RDR).

2A.4.3.2.2.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

L_REPLY.indication
(SSAP,
DSAP),
local_address,
L_sdu,
remote_address,
service_class)

The SSAP parameter specifies the link_service_access_point of the local PLC-user requesting the data.

The DSAP parameter specifies the remote PLC-user link_service_access_point that receives this indication. It also specifies which shared_data_area was transmitted as a response to an RDR frame.

The local_address and remote_address parameters specify the source_address and destination_address of the corresponding RDR frame.

The link_service_data_unit is *null*.

The service_class parameter specifies the actual MAC priority of the corresponding RDR frame, as defined in Section 5D.

2A.4.3.2.2.3 *When Generated*

This primitive is passed by the remote PLC entity to the remote PLC-user when a shared_data_area is transmitted as a response to an RDR frame.

2A.4.3.2.2.4 *Effect on Receipt*

The effect of receipt of this primitive on the remote PLC-user is unspecified.

2A.4.3.2.3 *L_REPLY.confirm*

2A.4.3.2.3.1 *Function*

This primitive is the service confirmation primitive for the request_data_with_reply service.

2A.4.3.2.3.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

L_REPLY.confirmation
(SSAP,
DSAP,
adresse_éloignée,
L_sdu,
classe_de_service,
L_status)

Les paramètres SSAP et DSAP spécifient les points_d'accès_au_service_liaison local et utilisateur impliqués dans le service de transfert de données. Ils sont identiques aux paramètres SSAP et DSAP de la primitive L_REPLY.demande correspondante. En outre, le DSAP identifie la zone_de_données_partagée éloignée qui contient l'unité L_sdu qui accompagne cette confirmation.

Le paramètre adresse_éloignée spécifie l'adresse_destination de la primitive MA_DATA.confirmation.

Le paramètre L_sdu identifie la donnée renvoyée par l'entité PLC éloignée.

Le paramètre classe_de_service spécifie le paramètre de priorité MAC de la primitive MA_DATA.confirmation.

Le paramètre L_status indique si la précédente demande de transfert de données demande_de_données_avec_réponse associée a réussi ou a échoué et si la condition d'erreur éventuelle est temporaire ou permanente.

Les valeurs que l'élément réponse_status du paramètre L_status peut prendre sont les suivantes:

Code	Signification	Temporaire/ Permanent
OK	= réponse L_sdu renvoyée	-
TE	= pas_de_reponse_de_la_station_éloignée après_nombre_spécifié_de_répétitions (cela peut être dû à une station non PROWAY)	T
DS	= station locale déconnectée de la ligne	P
WD	= fin_de_temporisation_chien_de_garde de la station locale	P
IV	= paramètres non valables dans la demande	P
RS	= demande pour un service non existant ou non activé au DSAP éloigné: aucune suite donnée	P
LS	= service non existant au SSAP local	P
UN	= ressources non disponibles aux entités PLC ou MAC éloignées: aucune suite donnée	T

```

L_REPLY.confirm
(SSAP,
DSAP,
remote_address,
L_sdu,
service_class,
L_status)

```

The SSAP and DSAP parameters specify the local and user link_service_access_points involved in the data transfer service. They are identical to the SSAP and DSAP parameters of the corresponding L_REPLY.request primitive. In addition the DSAP identifies the remote shared_data_area whose contents are the L_sdu that accompanies this confirmation.

The remote_address specifies the destination_address parameter of the MA_DATA.confirmation primitive.

The L_sdu parameter identifies the data returned by the remote PLC entity.

The service_class parameter specifies the MAC priority parameter of the MA_DATA.confirmation primitive.

The L_status parameter indicates the success or failure of the previous associated request_data_with_response data transfer request and whether any error condition is temporary or permanent.

The values that the Response_status component of the L_status parameter can assume are as follows:

Code	Meaning	Temporary/ Permanent
OK	= response L_sdu returned	-
TE	= no_response_from remote_station_ after_specified_retries (possibly due to a non-PROWAY station)	T
DS	= local station disconnected from line	P
WD	= local station watchdog_timed_out	P
IV	= invalid_parameters in request	P
RS	= request for an unimplemented or unactivated service at remote DSAP: no action taken	P
LS	= unimplemented service at local SSAP	P
UN	= resources not available to remote PLC or MAC entity: no action taken	T

<i>Code</i>	<i>Signification</i>	<i>Temporaire/ Permanent</i>
UE	= erreur à l'interface utilisateur-PLC	P
PE	= erreur de protocole	T/P
IP	= erreur permanente due au mode de réalisation	P
iT	= erreur temporaire due au mode de réalisation	T
NE	= réponse L_sdu jamais soumise à la destination.	P

Dans la référence 2 de l'annexe 0(A), un élément additionnel status_ commande peut être présent dans le paramètre L_status.

2A.4.3.2.3.3 A la génération

Cette primitive est passée de l'entité PLC locale à l'utilisateur-PLC local pour indiquer si la précédente demande associée de transfert de données demande_de_données_avec_réponse a réussi ou a échoué et pour transmettre les données requises si le transfert a réussi.

2A.4.3.2.3.4 Effet à la réception

L'effet produit par la réception de cette primitive sur l'utilisateur-PLC local n'est pas spécifié.

2A.4.3.2.3.5 Observations complémentaires

L'entité PLC locale délivre à l'utilisateur-PLC local les données demandées, ou le motif en cas de défaut. S'il se produit une erreur de transmission, l'entité MAC locale referra un nombre prédéterminé de demandes de ces données.

Au cas où L_status indique une erreur *temporaire*, l'entité utilisateur-PLC local peut supposer qu'un nouvel essai de la demande associée pourra aboutir.

Au cas où L_status indique une erreur *permanente*, l'entité utilisateur-PLC local devrait supposer qu'une intervention de l'administration peut être nécessaire avant qu'un nouvel essai de la demande associée puisse réussir.

On suppose que l'utilisateur-PLC local dispose d'assez d'informations pour associer cette confirmation à la demande correspondante.

2A.4.3.2.4 L_REPLY_UPDATE.demande

2A.4.3.2.4.1 Fonction

Cette primitive est la primitive de demande_de_mise_à_jour du service demande_de_données_avec_réponse (RDR).

<i>Code</i>	<i>Meaning</i>	<i>Temporary/ Permanent</i>
UE	= user-PLC interface error	P
PE	= protocol error	T/P
IP	= permanent implementation dependent error	P
IT	= temporary implementation dependent error	T
NE	= response L_sdu never submitted at destination	P

In Reference 2, Appendix (0)A, an additional *Command_status* component of *L_status* may be present.

2A.4.3.2.3.3 *When Generated*

This primitive is passed from the local PLC entity to the local PLC-user to indicate the success or failure of the previous associated *request_data_with_reply* data transfer request and to pass the requested data if the transfer was successful.

2A.4.3.2.3.4 *Effect on Receipt*

The effect of receipt of this primitive on the local PLC-user is unspecified.

2A.4.3.2.3.5 *Additional Comments*

The local PLC entity delivers either the requested data or the reason for failure to the local PLC-user. If an error in transmission occurs, the local MAC entity will make up to a predefined number of requests for the data.

If *L_status* indicates a *Temporary* error, the local PLC-user entity may assume that a future retry of the associated request may be successful.

If *L_status* indicates a *Permanent* error, the local PLC-user entity should assume that management intervention may be required before a retry of the associated request may be successful.

It is assumed that sufficient information is available to the local PLC-user to associate this confirmation with the corresponding request.

2A.4.3.2.4 *L_REPLY_UPDATE.request*

2A.4.3.2.4.1 *Function*

This primitive is the *update_request* primitive of the *request_data_with_reply* service (RDR).

2A.4.3.2.4.2 *Sémantique*

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_REPLY_UPDATE.demande
(DSAP,
L_sdu)

Le paramètre DSAP spécifie le point_d'accès_au_service_liaison de l'utilisateur-PLC éloigné qui fait la demande_de_mise_à_jour et dont la zone_de_données_partagée doit être mise à jour.

Le paramètre L_sdu spécifie le nouveau contenu de la zone_de_données_partagée identifiée par le paramètre DSAP.

2A.4.3.2.4.3 *A la génération*

La primitive est passée de l'utilisateur-PLC éloigné à l'entité PLC éloignée pour demander la mise à jour d'une zone_de_données_partagée.

2A.4.3.2.4.4 *Effet à la réception*

A la réception de cette primitive, l'entité PLC éloignée essaie de mettre à jour la zone_de_données_partagée spécifiée.

2A.4.3.2.4.5 *Observations complémentaires*

La zone_de_données_partagée ne peut être mise à jour que si l'entité PLC éloignée n'est pas occupée à lancer une réponse en ayant accès à cette même zone_de_données_partagée.

Cette primitive n'est significative que pour la station qui possède la zone_de_données_partagée, c'est-à-dire la station éloignée.

2A.4.3.2.5 *L_REPLY_UPDATE.confirmation*

2A.4.3.2.5.1 *Fonction*

Cette primitive est la primitive de confirmation_de_mise_à_jour du service demande_de_données_avec_réponse (RDR).

2A.4.3.2.5.2 *Sémantique*

La primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_REPLY_UPDATE.confirmation
(DSAP,
L_status)

Le paramètre DSAP spécifie le point_d'accès_au_service_liaison de l'utilisateur-PLC éloigné qui reçoit cette L_REPLY_UPDATE.confirmation et dont la zone_de_données_partagée fait l'objet de cette tentative de mise à jour.

Le paramètre L_status spécifie si la demande_de_mise_à_jour correspondante a réussi ou a échoué. Les valeurs que peut prendre L_status sont:

2A.4.3.2.4.2 *Semantics*

The primitive shall provide parameters as follows:

L_REPLY_UPDATE.request
(DSAP,
L_sdu)

The DSAP parameter specifies the remote PLC-user link_service_access_point making this update_request and which shared_data_area is to be updated.

The L_sdu parameter specifies the new contents of the shared_data_area identified by the DSAP parameter.

2A.4.3.2.4.3 *When Generated*

The primitive is passed by the remote PLC-user to the remote PLC entity to request update of a shared_data_area.

2A.4.3.2.4.4 *Effect on Receipt*

Receipt of this primitive causes the remote PLC entity to attempt to update the specified shared_data_area.

2A.4.3.2.4.5 *Additional Comments*

The shared_data_area can be updated only if the remote PLC entity is not attempting to generate a response by accessing the same shared_data_area.

This primitive has significance only to the station containing the shared_data_area, i.e., the remote station.

2A.4.3.2.5 L_REPLY_UPDATE.confirm

2A.4.3.2.5.1 *Function*

This primitive is the update_confirmation primitive of the request_data_with_reply service (RDR).

2A.4.3.2.5.2 *Semantics*

This primitive shall provide parameters as follows:

L_REPLY_UPDATE.confirm
(DSAP,
L_status)

The DSAP parameter specifies the remote PLC-user link_service_access_point that receives this update_confirmation and which shared_data_area was the subject of the attempted update.

The L_status parameter specifies success or failure of the corresponding update_request. The values that L_status can assume are:

<i>Code</i>	<i>Signification</i>

OK = zone_de_données_partagée_mise_à_jour

UN = zone_de_données_partagée_occupée, non_mise_à_jour

2A.4.3.2.5.3 A la génération

Cette primitive est passée de l'entité PLC éloignée à l'utilisateur-PLC éloigné pour indiquer si la L_REPLY_UPDATE.demande correspondante a réussi ou échoué.

2A.4.3.2.5.4 Effet à la réception

L'effet produit par la réception de cette primitive sur l'utilisateur-PLC n'est pas spécifié.

2B. Specifications du service et de l'interface utilisateur/administration

2B.1 *Domaine d'application*

Cette section spécifie les services d'administration rattachés aux couches 1 et 2 du modèle de référence ISO; ils sont assurés par l'entité d'administration de chaque station au niveau de l'interface d'administration PROWAY situé entre l'utilisateur de PROWAY et cette entité d'administration. La présente norme spécifie les services intéressés de façon abstraite. Elle ne spécifie ni ne rend obligatoires les entités ou les interfaces mises en oeuvre dans un système informatique réel. La figure 2B-1 illustre les relations entre cette section de la présente norme et les autres parties ainsi qu'avec les spécifications applicables aux réseaux locaux.

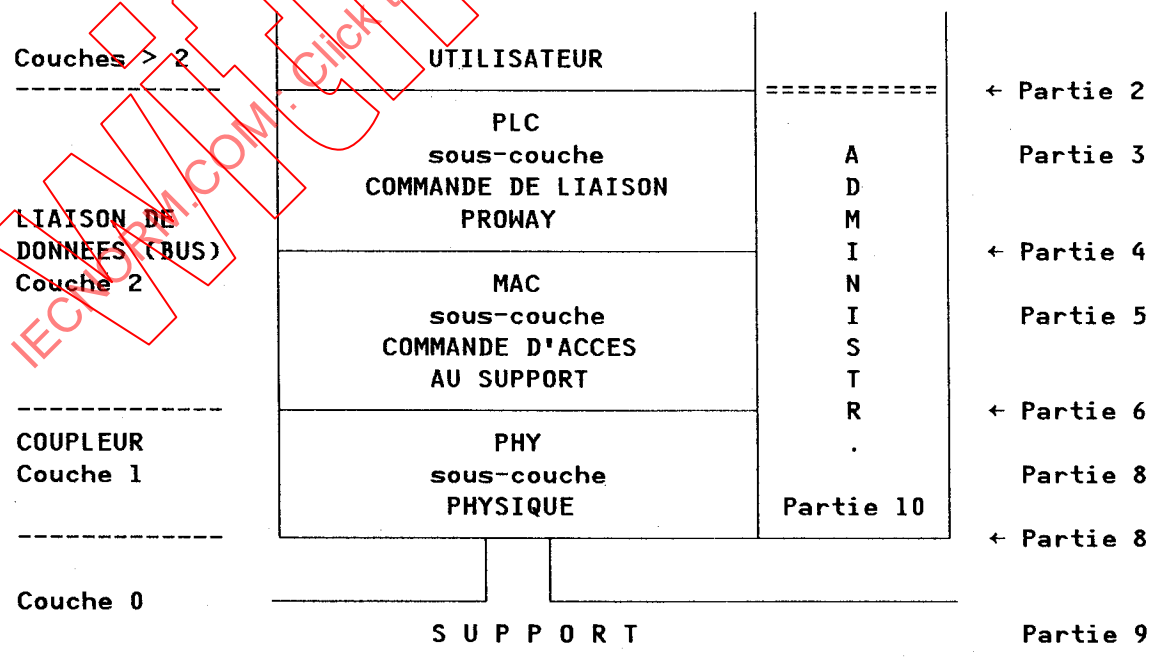


Fig. 2B-1. - Relations avec le modèle de RL.

Code Meaning

OK = shared_data_area_updated
UN = shared_data_area_busy_and_not_updated

2A.4.3.2.5.3 When Generated

This primitive is passed from the remote PLC entity to the remote PLC-user to indicate success or failure of the corresponding L_REPLY_UPDATE.request.

2A.4.3.2.5.4 Effect on Receipt

The effect of receipt of this primitive on the remote PLC-user is unspecified.

2B. User-Management Interface and Service Specification

2B.1 Scope and Field of Application

This section specifies the administrative services related to layers 1 and 2 of the ISO reference model that are provided by the Management entity of each station at the PROWAY Management interface between the User of PROWAY and that Management entity. This standard specifies these services abstractly. It does not specify or constrain the implementation of entities or interfaces within a computer system. The relationship of this section to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 2B-1.

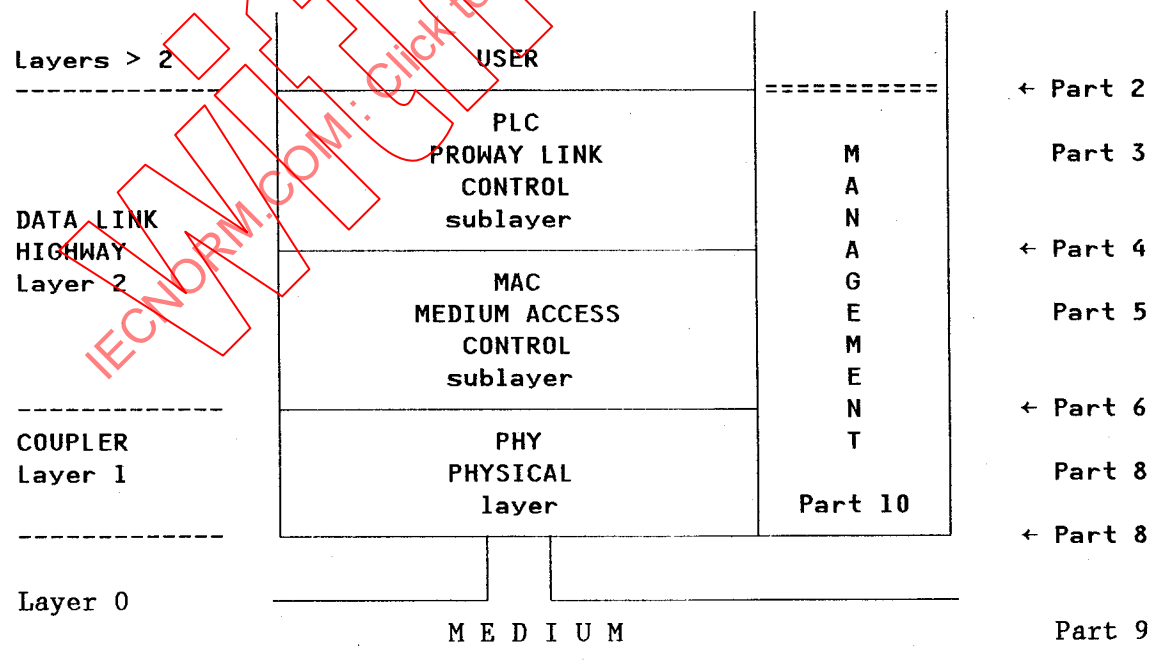


Fig. 2B-1. - Relationship to LAN model.

2B.1.1 *Caractéristiques obligatoires*

Les fonctions d'administration décrites dans la section 2B ont un caractère obligatoire quand les fonctions PLC, MAC ou PHY qui leur correspondent sont mises en oeuvre. Les primitives et codes spécifiques donnés dans cette section 2B font l'objet d'un complément d'études.

2B.2 *Vue d'ensemble des services d'administration*

2B.2.1 *Description générale des services assurés au niveau de l'interface utilisateur/administration*

Cette section donne la description informelle des services L_MGMT rattachés aux couches 1 et 2 du modèle de référence ISO, et fournis à l'utilisateur de PROWAY par l'entité d'administration de chaque station.

Ces services comprennent:

- a) la modification de la configuration de la station ou de son état;
- b) les demandes d'information sur le fonctionnement de l'anneau à jeton ou sur la participation à cet anneau;
- c) la notification des modifications spontanées de l'état de la station ou de l'anneau à jeton;
- d) les demandes portant sur les valeurs courantes de paramètres des entités PLC, MAC ou PHY.

Le service L_MGMT n'a de signification qu'au niveau local.

2B.2.2 *Modèle utilisé pour la spécification des services*

Le modèle et la méthode de description sont donnés à la référence 1 de l'annexe 0(A).

2B.2.3 *Vue d'ensemble des interactions*

Un ensemble de primitives est fourni au niveau de l'interface utilisateur-administration:

L_MGMT.demande
 .confirmation
 .indication.

La *primitive L_MGMT.demande* est passée de l'utilisateur local de PROWAY à l'entité d'administration locale pour demander une modification de la configuration de la station ou de son état, ou encore les informations disponibles sur le fonctionnement de l'anneau à jeton ou sur la participation à cet anneau.

La *primitive L_MGMT.indication* est passée de l'entité d'administration locale à un utilisateur local désigné pour indiquer une modification de l'état de la station ou des participants de l'anneau à jeton.

2B.1.1 *Mandatory Features*

The management functions described in Section 2B are mandatory if the corresponding PLC, MAC or PHY function is implemented. The specific primitives and codings given in Section 2B are subject to further study.

2B.2 *Overview of Management Services*

2B.2.1 *General Description of Services Provided at the User-Management Interface*

This section informally describes the L_MGMT services related to layers 1 and 2 of the ISO reference model provided to the user of PROWAY by each station's Management entity.

These services include:

- a) changes in the configuration or status of the station;
- b) requests for information on token ring performance or membership;
- c) notifications of unsolicited changes in station or token ring status;
- d) request for the current value of PLC, MAC, or PHY entity parameters.

The L_MGMT service has only local significance.

2B.2.2 *Model Used for the Service Specification*

The model and descriptive method are given in Reference 1, Appendix (0)A.

2B.2.3 *Overview of Interactions*

One set of primitives is provided at the User-Management interface:

L_MGMT.request
 .confirm
 .indication

L_MGMT.request primitive is passed from the local User of PROWAY to the Local Management entity to request a change in the station's configuration or status or current information on token ring performance or membership.

L_MGMT.indication primitive is passed from the local Management entity to a designated local User to indicate a change in station status or token ring membership.

La primitive *L_MGMT.confirmation* est passée de l'entité d'administration locale à l'utilisateur local de PROWAY pour lui transmettre les résultats de la primitive *L_MGMT.demande* correspondante et les informations éventuellement demandées.

2B.3 *Spécification détaillée des interactions de l'administration avec l'utilisateur de PROWAY*

2B.3.1 *L_MGMT.demande*

2B.3.1.1 *Fonction*

Cette primitive est la primitive de demande du service *L_MGMT*.

2B.3.1.2 *Sémantique*

Cette primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_MGMT.demande
(SSAP,
code_type,
arguments)

Le paramètre SSAP spécifie le point d'accès au service liaison de l'entité qui demande le service *L_MGMT* correspondant.

Le paramètre code_type peut prendre l'une des valeurs indiquées dans le tableau 2-1.

Les arguments dépendent du code_type choisi ; ils sont donnés dans le tableau 2-1 en regard du code_type correspondant. Les formats et étendues de chaque paramètre sont spécifiés selon les besoins dans les sections 10B, 10C ou 10D.

Tableau 2-1

Codes et arguments de demande d'administration

Code_type	Action demandée	Arguments
1	Renvoyer la liste de toutes les stations qui font partie de l'anneau à jeton	Néant
2	Renvoyer la valeur du paramètre PLC, MAC ou PHY	L_user_identificateur, Identificateur_paramètre, Information_commande_d'accès
3	Activer LSAP (sauf pour élément de réponse RDR)	SSAP, Service activé à ce SSAP, rôle pour chaque service activé, longueur_maximale_L_sdu pour chaque service activé

L_MGMT.confirm primitive is passed from the local Management entity to the local User of PROWAY to convey the results of the corresponding *L_MGMT.request primitive* and any requested information.

2B.3 Detailed Specification of Management Interactions with the User of PROWAY

2B.3.1 *L_MGMT.request*

2B.3.1.1 Function

This primitive is the service request primitive of the *L_MGMT* service.

2B.3.1.2 Semantics

This primitive shall provide parameters as follows:

L_MGMT.request
(SSAP,
code_type,
arguments)

SSAP specifies the link_service_access_point of the entity requesting the corresponding *L_MGMT* service.

The code_type parameter can assume any one of the values shown in Table 2-1.

The arguments are dependent upon the code_type chosen and are listed in Table 2-1 along with the corresponding code_type. The allowed format and range of values for each parameter are specified in Section 10B, 10C, or 10D, as appropriate.

Table 2-1

Management Request Codes and Arguments

Code_Type	Action Requested	Arguments
1	Return list of all stations participating in the token ring	None
2	Return value of PLC, MAC, or PHY parameter	L_user_identifier, Parameter_identifier, Access_control_information
3	Activate LSAP (except for RDR response component)	SSAP, Service activated at this SSAP, Role in each service activated, Maximum l_sdu_length for each service activated.

Tableau 2-1 (suite)

Code_type	Action demandée	Arguments
4	Activer RSAP (élément réponse RDR de ce LSAP)	SSAP devant recevoir les L_REPLY.indication quand une demande RDR est reçue sur ce DSAP, DSAP associé à cette zone_de_données_partagée, identification de la zone_de_données_partagée (le format dépend du mode de réalisation)
5	Désactiver SAP	SAP
6	Passer à l'état ligne_déconnectée	Néant
7	Passer à l'état ligne_connectée	Néant
8	Passer à l'état configuration	Néant

2B.3.1.3 A la génération

Cette primitive est passée de l'utilisateur local de PROWAY à l'entité d'administration locale pour demander l'intervention de l'administration.

2B.3.1.4 Effet à la réception

La réception de cette primitive par l'entité d'administration provoque l'accomplissement de l'intervention demandée. Cette intervention peut faire appel à la collaboration des entités PLC, MAC ou PHY.

2B.3.1.5 Observations complémentaires

Cette primitive n'a de signification qu'au niveau local.

2B.3.2 L_MGMT.confirmation

2B.3.2.1 Fonction

C'est la primitive de confirmation de service du service L_MGMT.

2B.3.2.2 Sémantique

Cette primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_MGMT.confirmation
(SSAP,
adresse_locale,
code_type,
résultats,
MGT_status)

Table 2-1 (continued)

Code_Type	Action Requested	Arguments
4	Activate RSAP (RDR response component of this LSAP)	SSAP to receive L_REPLY.indications when an RDR request is received at this DSAP, DSAP associated with this Shared_buffer_area, Shared_buffer_area_ identification (Format is implementation dependent)
5	Deactivate SAP	SAP
6	Enter Line_disconnect_state	None
7	Enter Line_connect_state	None
8	Enter Configure state	None

2B.3.1.3 When Generated

This primitive is passed from the local User of PROWAY to the local Management entity to request a management action.

2B.3.1.4 Effect on Receipt

Receipt of this primitive by the Management entity causes the Management entity to perform the requested action. This action may require the cooperation of the PLC, MAC, or PHY entity.

2B.3.1.5 Additional Comments

This primitive has only local significance.

2B.3.2 L_MGMT.confirm

2B.3.2.1 Function

This primitive is the service confirmation primitive of the L_MGMT service.

2B.3.2.2 Semantics

This primitive shall provide parameters as follows:

L_MGMT.confirm
(SSAP,
local_address,
code_type,
results,
MGT_status)

Le paramètre SSAP spécifie le point_d'accès_au_service_liaison de l'utilisateur local de PROWAY impliqué dans le service L_MGMT correspondant.

Adresse_locale spécifie l'adresse MAC de la station selon la définition de la section 5D.

Code_type peut prendre n'importe laquelle des valeurs du tableau 2-2.

Les résultats donnent les informations en fonction du code_type du tableau 2-2. L'étendue des valeurs que peut prendre chaque paramètre est spécifiée selon les besoins dans les sections 10B, 10C ou 10D.

Tableau 2-2

Codes et résultats de confirmation utilisateur-administration

Code_type	Action demandée	Résultats
1	Renvoyer la liste de toutes les stations faisant partie de l'anneau à jeton	Liste_des_stations_actives (Le format dépend du mode de réalisation)
2	Valeur du paramètre de la couche spécifiée: PLC, MAC ou PHY	Information d'état, valeur_paramètre
3	Activer LSAP	Services activés à ce SSAP, rôle pour chaque service activé, longueur_maximale_L_sdu pour chaque service activé, identification_zone_de_données_partagée, utilisateur devant recevoir la L_REPLY.indication
5	Désactiver SAP	SAP
6	Passer à l'état ligne_déconnectée	Néant
7	Passer à l'état ligne_connectée	Néant
8	Passer à l'état configuration	Néant

L_MGMT.status indique si l'action mentionnée par la L_MGMT.demande a été effectuée ou a échoué. MGT_status peut prendre les valeurs suivantes:

SSAP specifies the link_service_access point of the local user of PROWAY involved in the corresponding L_MGMT service.

Local_address specifies this station's MAC address as defined in Section 5D.

Code_type can assume any of the values indicated in Table 2-2.

Results provide information dependent on the code_type as listed in Table 2-2. The allowed range of values for each parameter is specified in Section 10B, 10C, or 10D, as appropriate.

Table 2-2
User-Management Confirmation Codes and Results

Code_Type	Action Attempted	Results
1	Return list of all stations participating in the token ring	Active_stations_list (Format is implementation dependent)
2	Value of specified PLC, MAC, PHY layer parameter	Status, Parameter_value
3	Activate LSAP	Services activated at this SSAP, Role in each active service, Maximum L_sdu_length for each service activated. Shared_Buffer_Area_identification. User to receive L_REPLY.indication
5	Deactivate SAP	SAP
6	Entry to Line_disconnect state	None
7	Entry to Line_connect state	None
8	Entry to Configure_state	None

L_MGMT_status indicates success or failure of the action requested in the corresponding L_MGMT.request. MGT_status may assume the following values:

Code Signification

OK = action désirée effectuée
 CE = code type non mis en oeuvre
 IP = paramètres non valables
 RJ = impossible de satisfaire la demande.

2B.3.2.3 A la génération

Cette primitive est passée de l'entité d'administration locale à l'entité qui fait la demande après que l'opération d'administration requise soit terminée.

2B.3.2.4 Effet à la réception

L'effet produit par la réception de cette primitive par l'utilisateur de PROWAY n'est pas spécifiée.

2B.3.2.5 Observations complémentaires

Cette primitive n'a de signification qu'au niveau local.

2B.3.3 L_MGMT.indication

2B.3.3.1 Fonction

C'est la primitive indication du service L_MGMT.

2B.3.3.2 Sémantique

Cette primitive doit comprendre les paramètres suivants:

L_MGMT.indication
 (SAP,
 code_type)

SAP est le point_d'accès_au_service de notification_utilisateur de l'entité qui reçoit cette indication de service, ainsi qu'il est défini en 3C.2.3.

Code_type spécifie la modification qui s'est produite.

Le tableau 2-3 donne le détail de chaque modification rapportée.

Tableau 2-3

Codes d'indication utilisateur-administration avec raison

Code_Type	Modification correspondante	Raison
1	Une modification s'est produite dans la liste_des_stations_actives	Défini en 10E
2	La station est passée spontanément à l'état ligne_déconnectée	Défini en 10A

"Raison" indique la cause qui a provoqué la L_MGMT.indication.

Code Meaning

OK = Requested action performed
 CE = Unimplemented code type
 IP = Invalid parameters
 RJ = Unable to perform requested action.

2B.3.2.3 When Generated

This primitive is passed from the local Management entity to the requesting entity after the requested management operation is complete.

2B.3.2.4 Effect on Receipt

The effect of receipt of this primitive on the User of PROWAY is unspecified.

2B.3.2.5 Additional Comments

This primitive has local significance only.

2B.3.3 L_MGMT.indication

2B.3.3.1 Function

This primitive is the indication primitive of the L_MGMT service.

2B.3.3.2 Semantics

The primitive shall provide parameters as follows:

L_MGMT.indication
 (SAP,
 Code_type)

SAP is the user_notification service_access_point of the entity that receives this service indication as defined in 3C.2.3.

Code_type specifies the change that has occurred.

Table 2-3 itemizes each reported change.

Table 2-3
User-Management Indication Codes and Reason

Code_Type	Associated Change	Reason
1	A change has occurred to the Active_station_list	Defined in 10E
2	The station has entered the line_disconnect state spontaneously	Defined in 10A

"Reason" indicates the underlying cause of L_MGMT.indication.

D'autres modifications donnant lieu à rapport sont à l'étude.

2B.3.3.3 *A la génération*

Cette primitive est passée de l'entité d'administration locale à l'entité identifiée par le SAP_de_notification_utilisateur après que la couche PLC, MAC ou PHY ait prévenu l'entité d'administration d'une modification.

2B.3.3.4 *Effet à la réception*

L'effet produit par la réception de cette primitive sur l'entité d'administration n'est pas spécifié.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60955:1989

Additional changes to be reported are under study.

2B.3.3.3 *When Generated*

This primitive is passed from the local management entity to the entity identified by the user_notification_SAP after the Management entity has been notified of a change by the PLC, MAC or PHY layer.

2B.3.3.4 *Effect on Receipt*

The effect of receipt of this primitive on the receiving entity is unspecified.

Withdrawing
IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60955:1989

ANNEXE 2(A)

VUE D'ENSEMBLE DU FONCTIONNEMENT DU BUS DE DONNEES

2(A).1 Organisation de la vue d'ensemble du fonctionnement du bus de données

Les figures 2-2 et 2-3 représentent les diagrammes généraux des entités de bus locale et éloignée d'une station qui supporte un seule invocation de l'entité PLC locale. Ces figures indiquent les actions combinées des sous-couches PLC et MAC et de la couche PHY, vues des utilisateurs local et éloigné de PROWAY.

Les figures 2-4 à 2-21 illustrent le fonctionnement de chaque service assuré par le bus de données PROWAY.

La description de chaque service commence par un diagramme topologique et par un diagramme séquentiel qui illustrent le fonctionnement du bus de données PROWAY dans son ensemble du point de vue de ses utilisateurs. Ces schémas sont assortis d'exemples de diagrammes d'état établis au niveau des utilisateurs local et éloigné de ce service. (Ces diagrammes servent à éclaircir les interactions entre PROWAY et ses utilisateurs et ne sont pas référencés dans la présente norme.) Les diagrammes d'état des entités de bus locale et éloignée illustrent le fonctionnement de la couche liaison données (bus), qui est une combinaison des sous-couches PLC et MAC, vu par les utilisateurs de PROWAY. Ces diagrammes représentent les interactions spécifiques utilisateur-PLC et PLC-MAC pour ce service.

Les points spécifiques à la sous-couche PLC sont donnés dans la partie 3, alors que ceux relatifs à la sous-couche MAC le sont en partie 5.

Dans tous les diagrammes d'états du bus, les états PLC sont identiques à ceux qui portent le même nom définis en partie 3. Dans les schémas topologiques, les arcs pleins tracés à l'intérieur de PROWAY représentent les trajets logiques et les lignes en pointillé les émissions de trames. La valeur du paramètre *L_status* d'une confirmation dépend du trajet logique emprunté. Dans les schémas séquentiels, l'axe des temps est représenté par une paire de droites verticales où le temps croît en allant vers le bas de la page ; un X indique les défauts de fonctionnement.

Tous les schémas de l'annexe 2(A) sont donnés à titre d'explication et ne constituent pas des prescriptions de la présente norme. En cas de conflit entre l'annexe 2(A) et d'autres parties de cette norme, ce sont ces autres parties qui font foi.

APPENDIX 2(A)

OVERVIEW OF DATA HIGHWAY OPERATION

2(A).1 Organization of Data Highway Overview

Figures 2-2 and 2-3 show the overall diagrams of the local and remote highway entities of a station that supports a single invocation of the local PLC entity. These figures show the combined actions of the PLC and MAC sublayers and the PHY layer as seen from the perspective of the local and remote users of PROWAY.

Figures 2-4 to 2-21 describe the operation of each service provided by the PROWAY Data Highway.

The description of each of the services begins with a topological and a sequential diagram which depict the operation of the entire PROWAY data highway from the perspective of the PROWAY users. They are followed by example state diagrams for the Local and Remote Users of this service. (These diagrams are included to clarify PROWAY-user interactions. They are not referenced in this standard.) The Local and Remote Highway entity state diagrams show the operation of the Data Link (Highway) layer (PLC and MAC sublayers combined) as seen by the users of PROWAY. These diagrams show specific PLC-user and PLC-MAC interactions for this service.

The specifics of the PLC sublayer are given in Part 3, while the specifics of the MAC sublayer are given in Part 5.

In all Highway State Diagrams, the PLC states are identical to those of the same name defined in Part 3. In the topological diagrams, the solid arcs within PROWAY represent logical paths and the dotted lines represent frame transmissions. The value of the L_status parameter in a confirmation depends on the logical path taken. In sequential diagrams, the time axis is shown as a pair of vertical lines with time increasing towards the bottom of the page and a malfunction indicated by an X.

All diagrams given in Appendix 2(A) are for explanation only and are not a requirement of this standard. In case of conflict between Appendix 2(A) and other parts of this standard, the other parts take precedence.

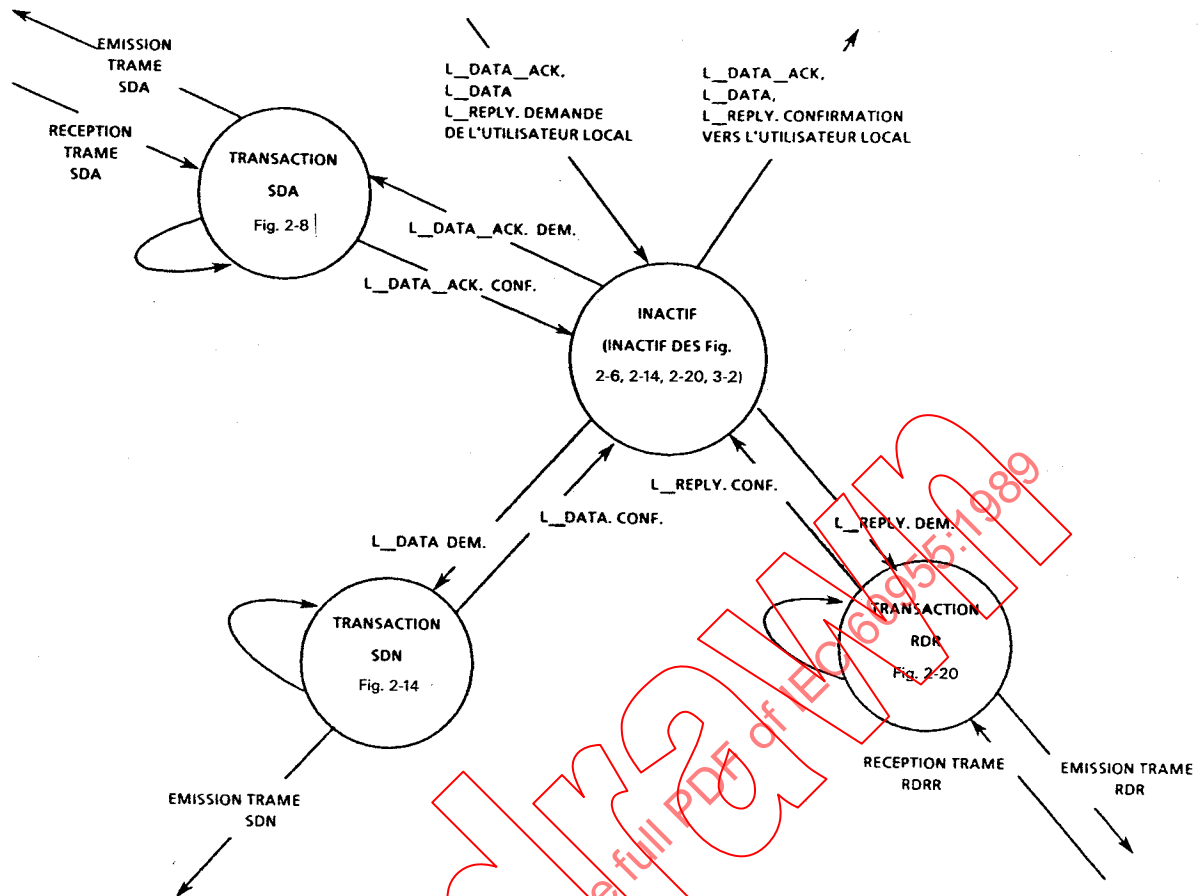


Fig. 2-2. - Schéma des interactions au niveau de la station locale.

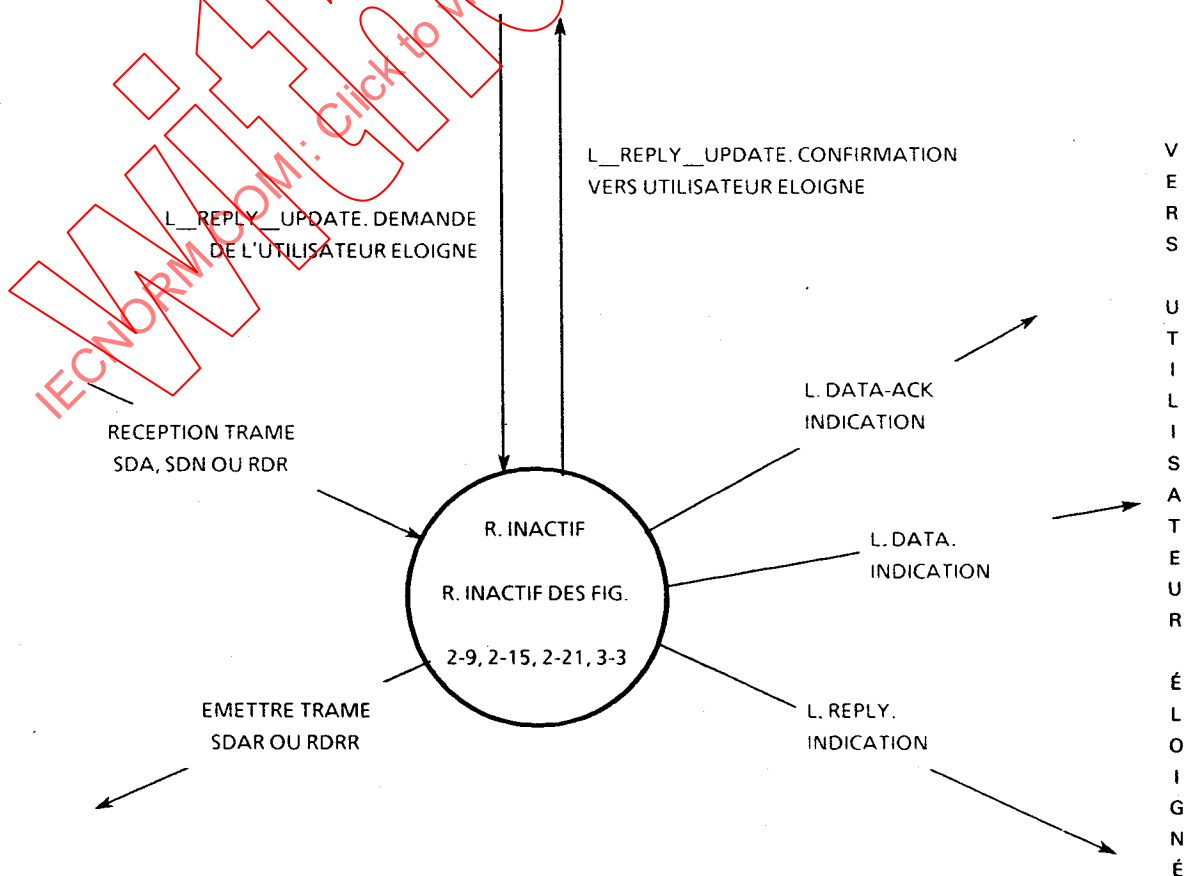


Fig. 2-3. - Schéma des interactions au niveau de la station éloignée.

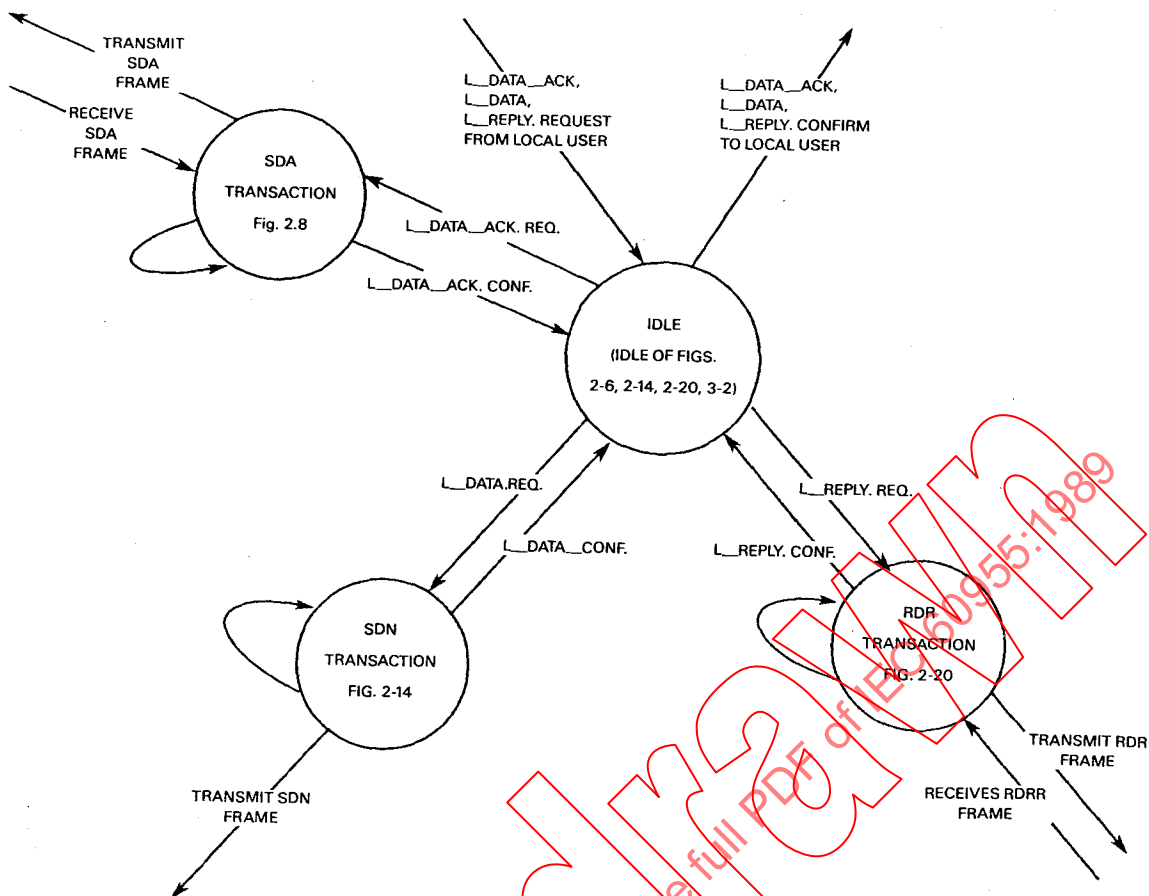


Fig. 2-2. - Local Station Interaction Diagram.

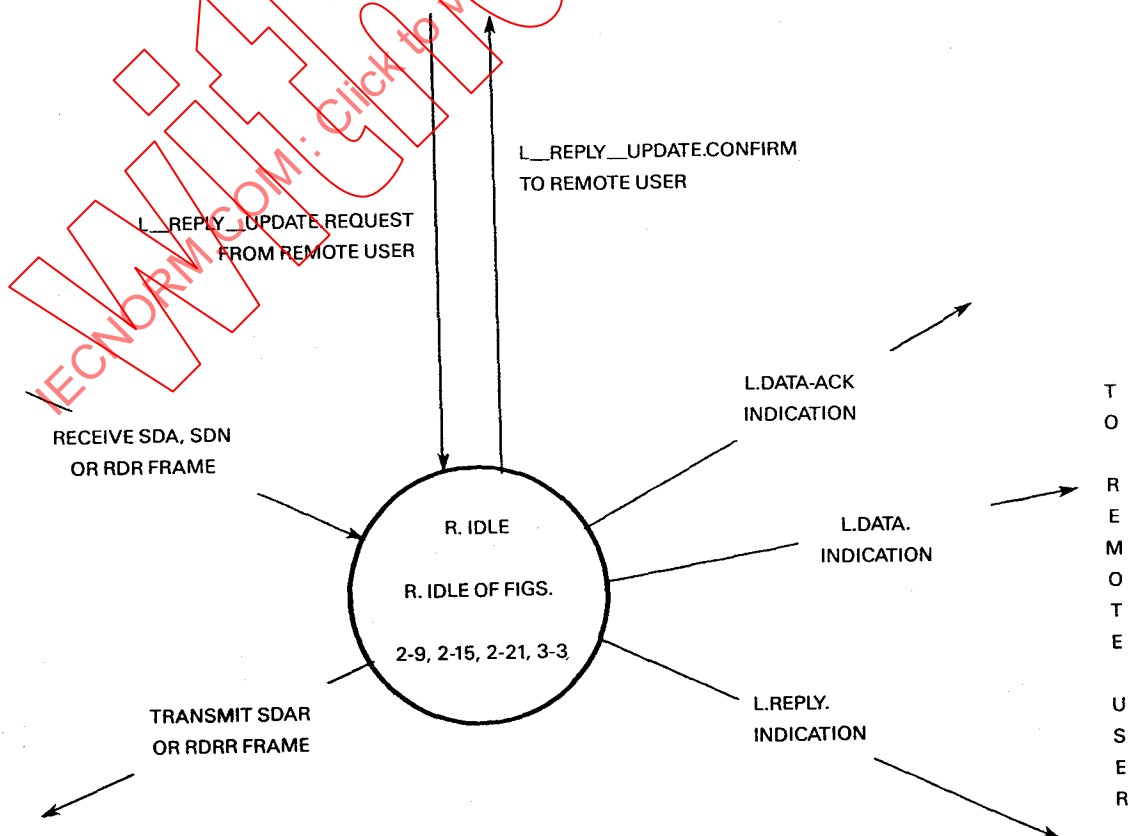


Fig. 2-3. - Remote Station Interaction Diagram.

2(A).2 Diagramme du service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception (SDA)

2(A).2.1 Relations topologiques et séquentielles

Le comportement topologique du service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception est illustré en figure 2-4.

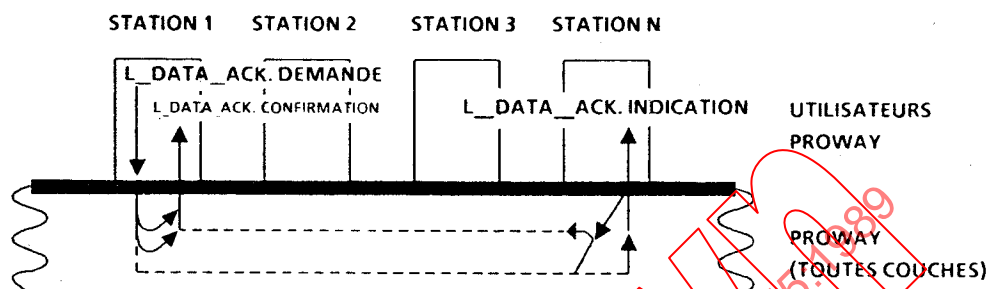


Fig. 2-4. - Comportement topologique du service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

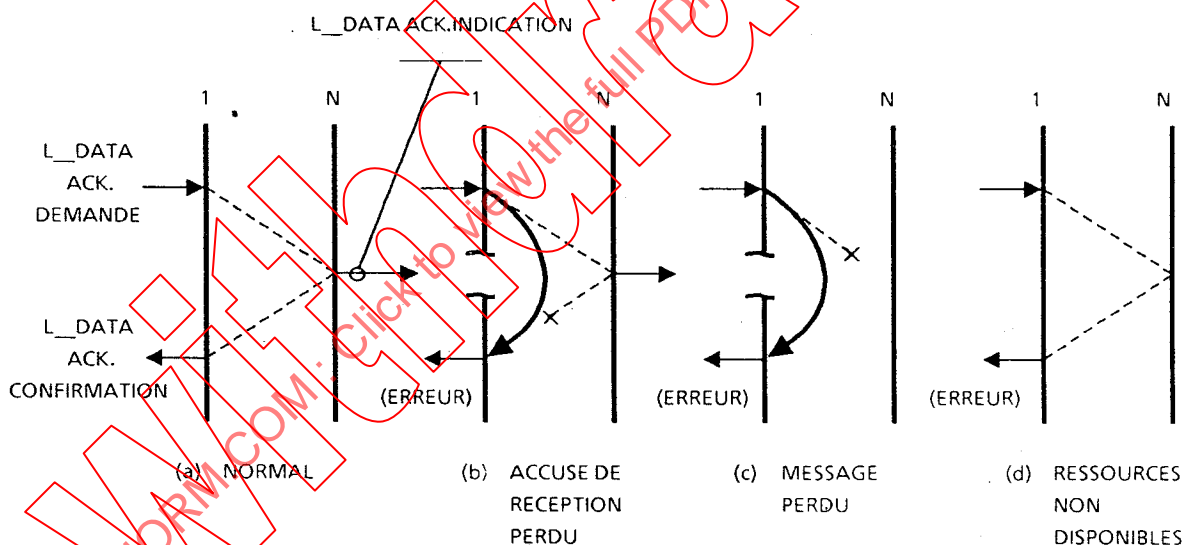


Fig. 2-5. - Relations séquentielles du service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

2(A).2.2 Diagrammes d'états du service

Les figures 2-6 à 2-9 illustrent les diagrammes d'états pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception. Les figures 2-6 et 2-7 représentent les diagrammes d'états des utilisateur-PLC local et éloigné, en indiquant les interaction des utilisateur-PLC au niveau de l'interface utilisateur-PLC. Les figures 2-8 et 2-9 donnent les diagrammes d'états du bus aux niveaux local et éloigné en indiquant comment PROWAY traite les demandes de service des utilisateurs. Les figures 2-8 et 2-9 correspondent aux sections concernant les machines d'états globales du bus représentées aux figures 2-2 et 2-3.

2(A).2 Send_Data_With_Acknowledge (SDA) Service Diagram

2(A).2.1 Topological and Sequential Relationships

The topological behaviour of the Send_Data_With_Acknowledge Service is shown in Figure 2-4.

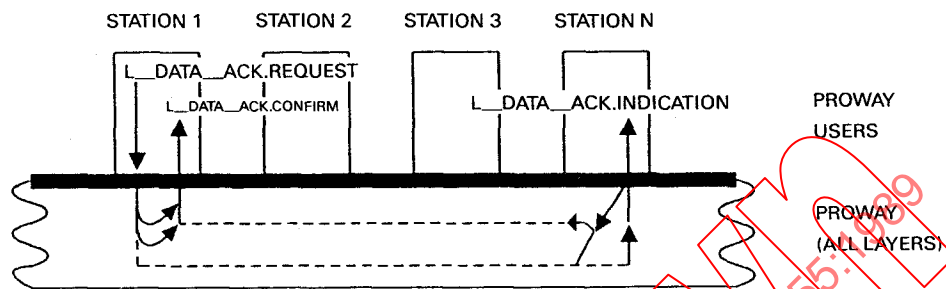


Fig. 2-4. - Topological Behaviour of the Send_Data_With_Acknowledge Service.

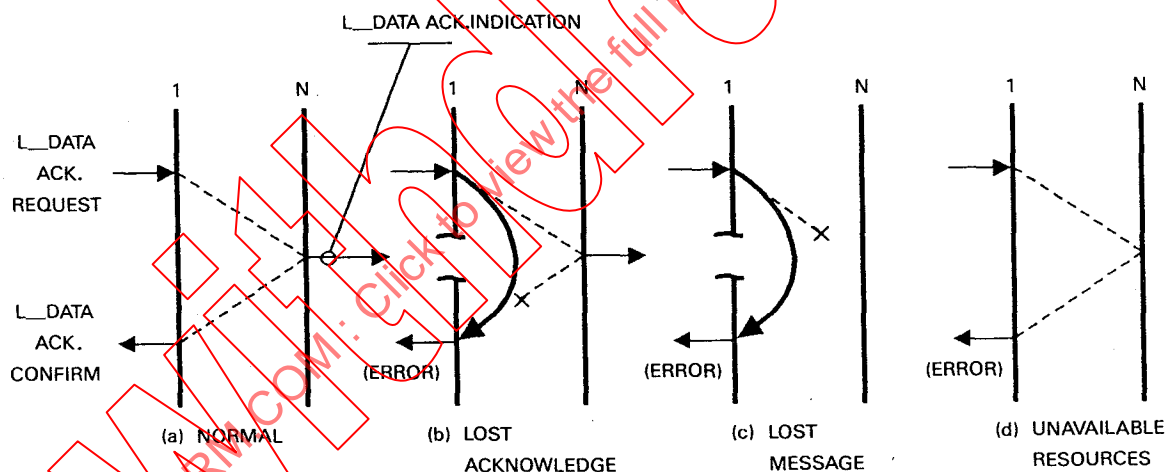


Fig. 2-5. - Sequential Relationship of the Send_Data_With_Acknowledge Service.

2(A).2.2 Service State Diagrams

The state diagrams for the Send_Data_With_Acknowledge Service are shown in Figures 2-6 to 2-9. Figures 2-6 and 2-7 show local and remote PLC-user state diagrams which indicate how PLC-users interact at the PLC-user interface. Figures 2-8 and 2-9 show local and remote highway state diagrams to indicate how PROWAY processes the user service requests. Figures 2-8 and 2-9 correspond to sections of the overall highway entity state machines shown in Figures 2-2 and 2-3.

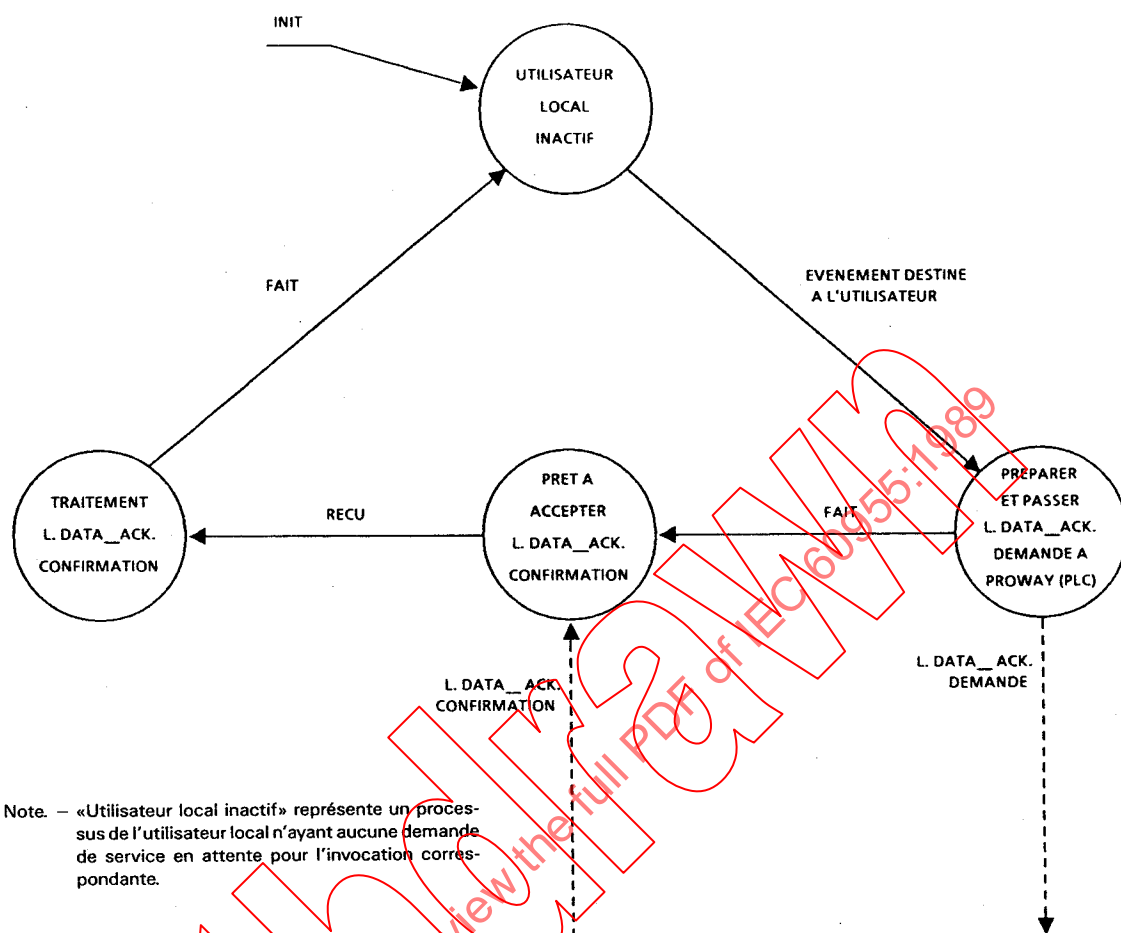


Fig. 2-6. - Diagramme d'états de l'utilisateur local pour le service envoi_de_donnees_avec_accuse_de_reception.

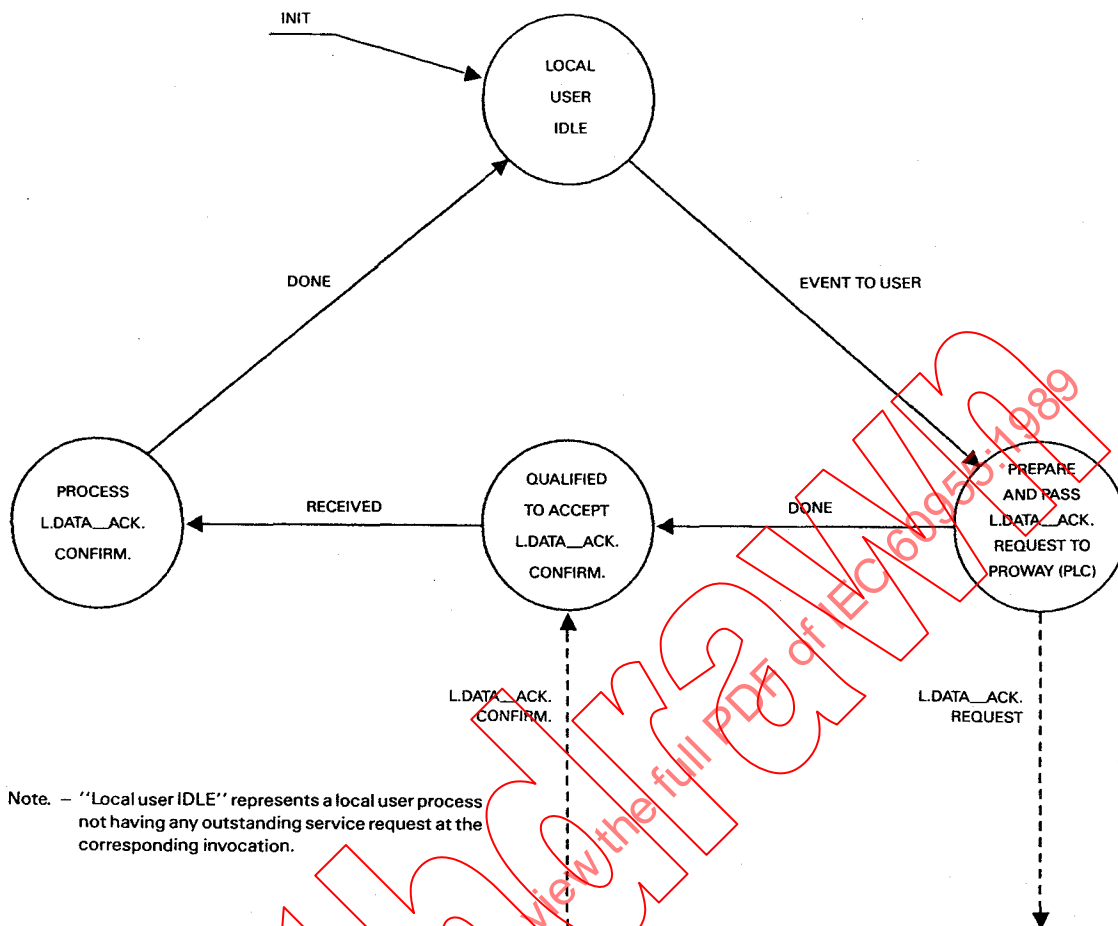


Fig. 2-6. – Local User State Diagram for the Send_Data_With_Acknowledge Service.

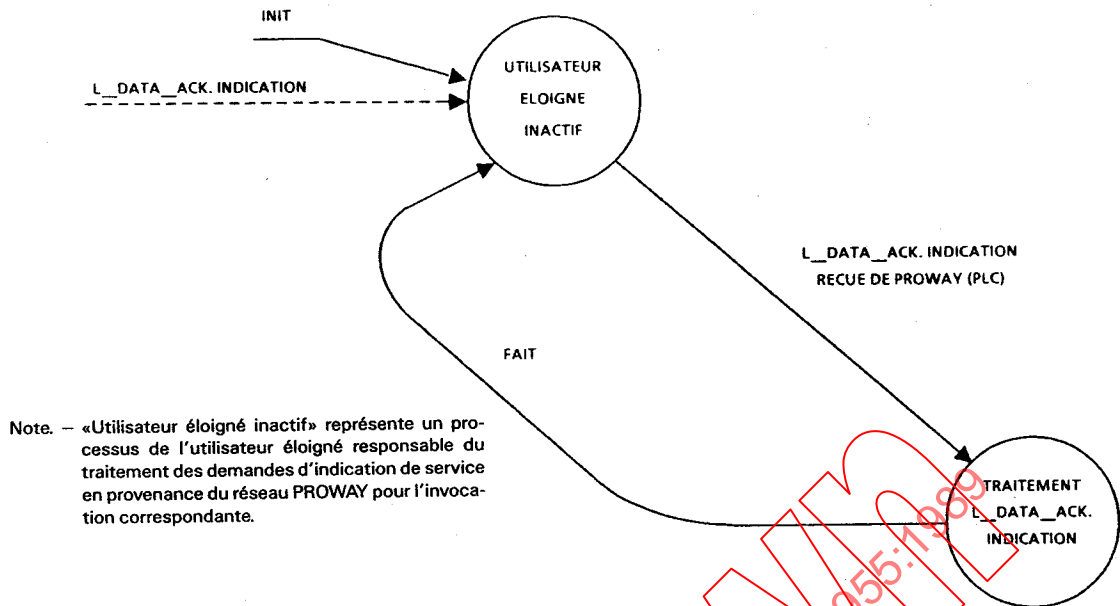


Fig. 2-7. - Diagramme d'états de l'utilisateur éloigné pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

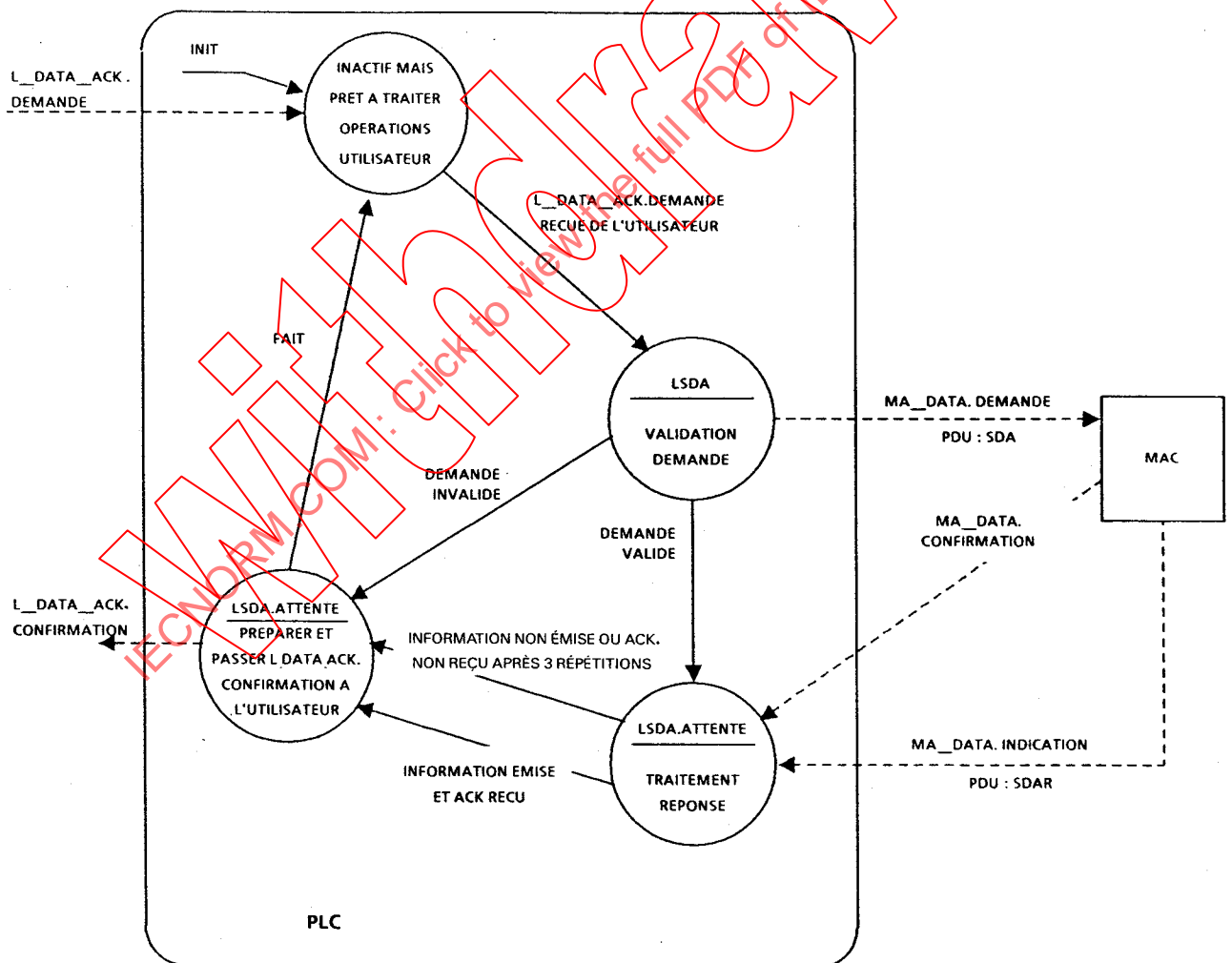


Fig. 2-8. - Diagramme d'états de l'entité de bus locale pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

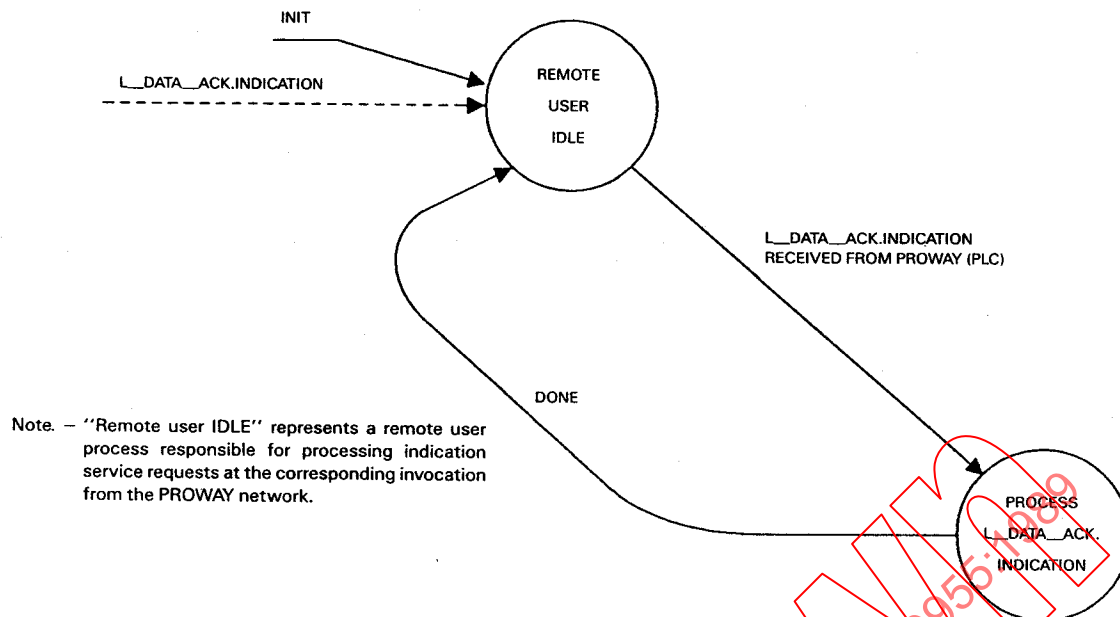


Fig. 2-7. - Remote User State Diagram for the Send_Data_With_Acknowledge Service.

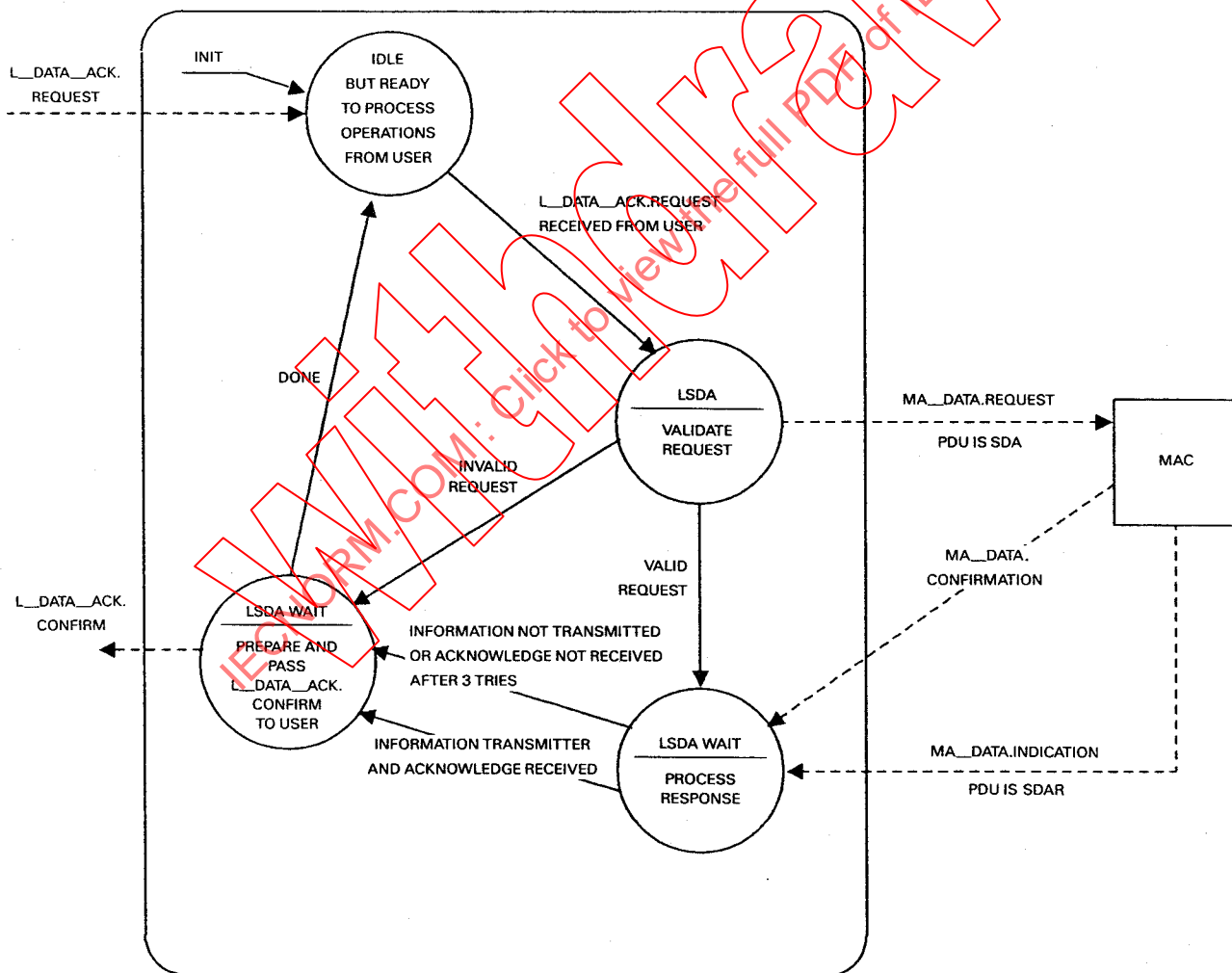


Fig. 2-8. - Local Highway Entity State Diagram of the Send_Data_With_Acknowledge Service.

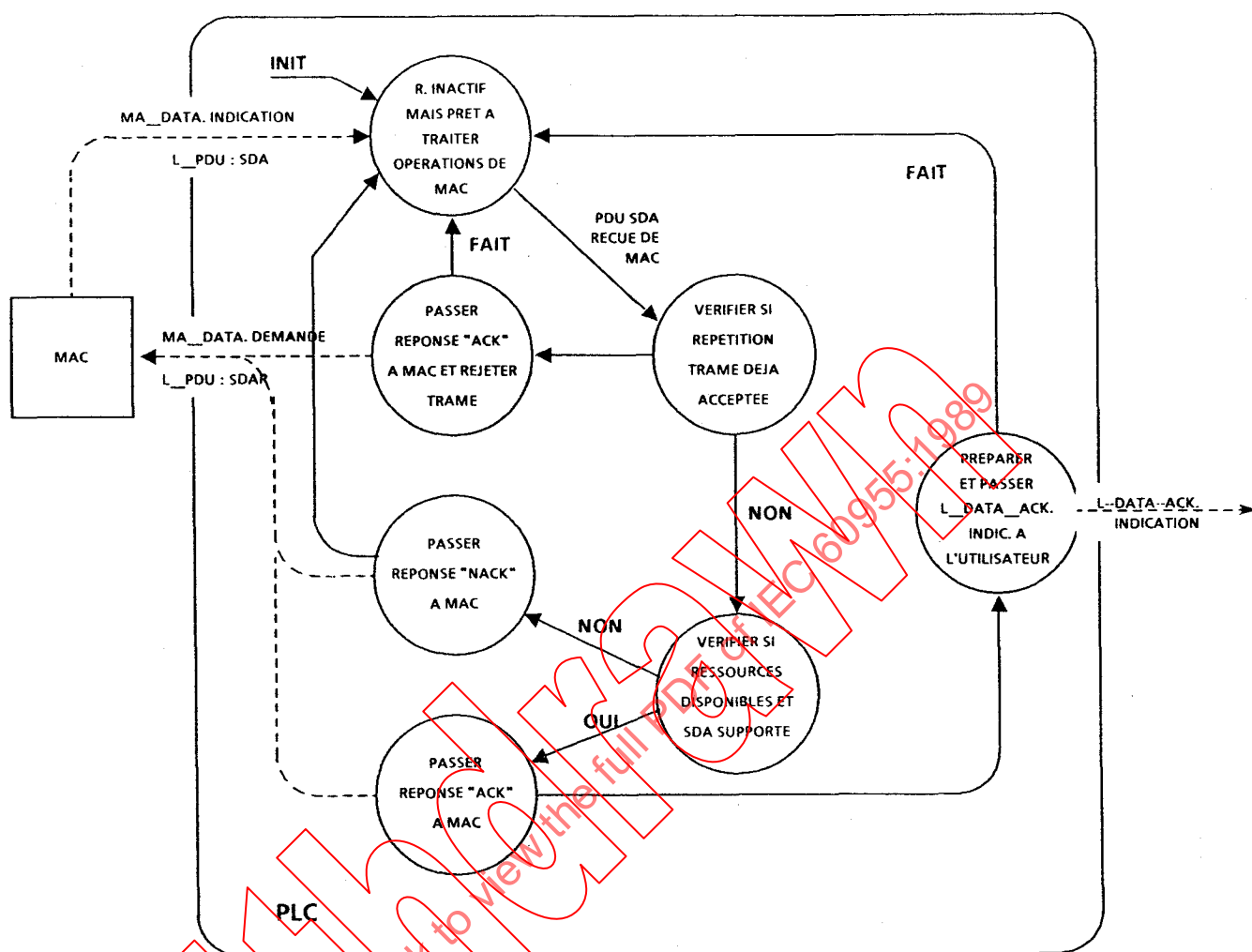


Fig. 2-9. - Diagramme d'états de l'entité de bus éloignée pour le service envoi_de_données_avec_accusé_de_réception.

2(A).3 Diagramme du service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception (SDN)

2(A).3.1 Relations topologiques et séquentielles

Le comportement topologique du service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception est illustré en figure 2-10.

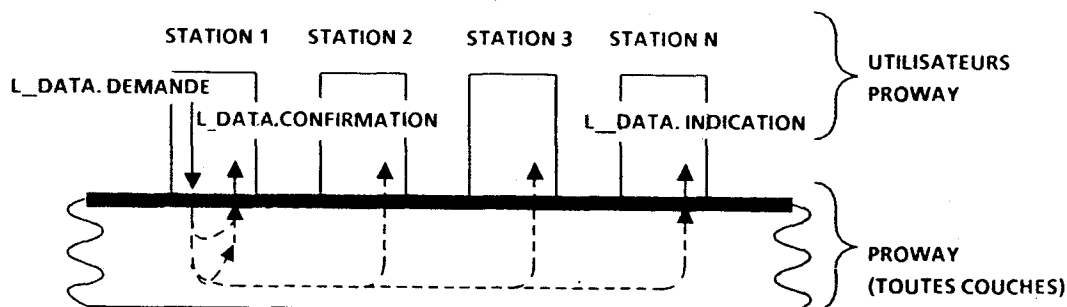


Fig. 2-10. - Comportement topologique du service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

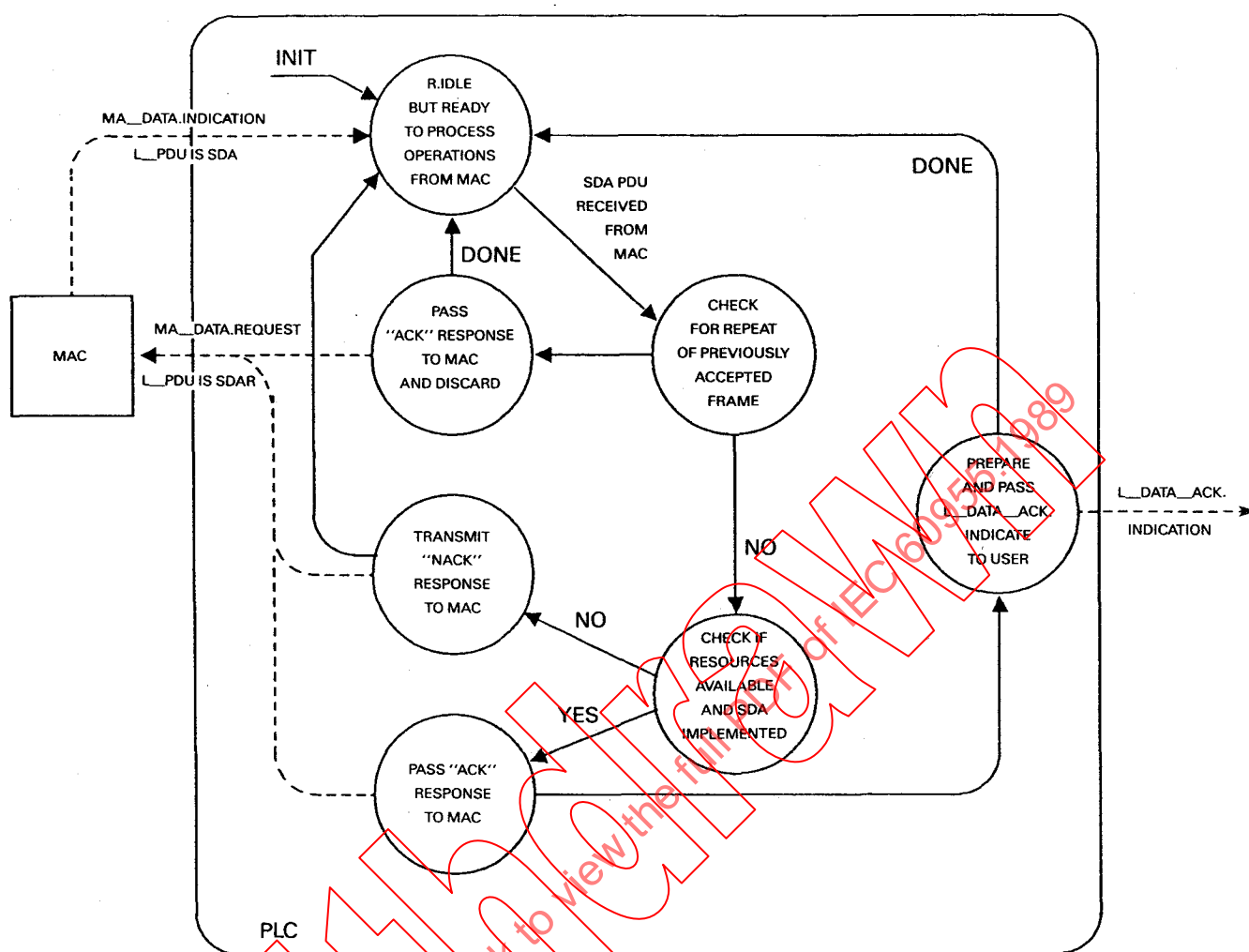


Fig. 2-9. - Remote Highway Entity State Diagram for the Send_Data_With_Acknowledge Service.

2(A).3 Send_Data_with_No_Acknowledge (SDN) Service Diagram

2(A).3.1 Topological and Sequential Relationships

The topological behaviour of the Send_Data_with_No_Acknowledge service is shown in Figure 2-10.

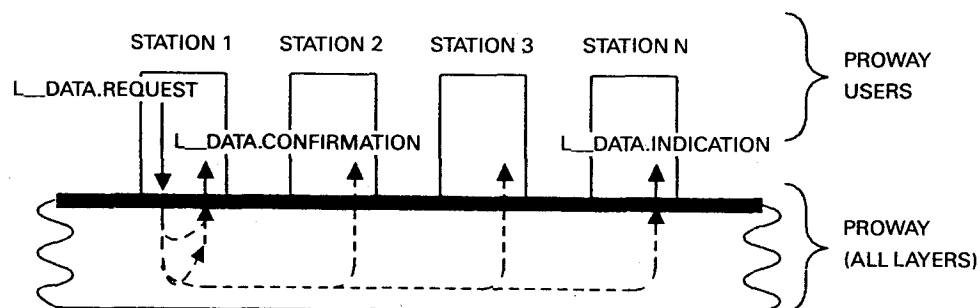


Fig. 2-10. - Topological Behaviour of the Send_Data_With_No_Acknowledge Service.

Les relations séquentielles du service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception sont montrées en figure 2-11.

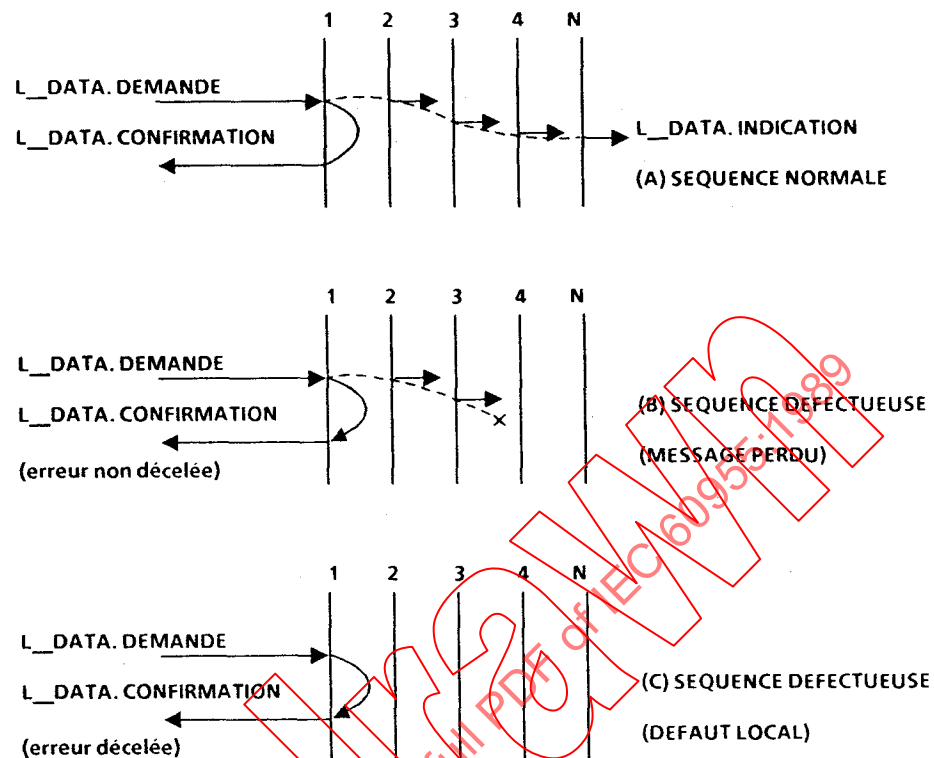


Fig. 2-11 - Relations séquentielles du service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

2(A).3.2 Diagrammes d'états du service

Les figures 2-12 à 2-15 illustrent les diagrammes d'états pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception. Les figures 2-12 et 2-13 représentent les diagrammes d'états des utilisateur-PLC local et éloigné, en indiquant les interactions des utilisateur-PLC au niveau de l'interface utilisateur-PLC. Les figures 2-14 et 2-15 donnent les diagrammes d'états du bus aux niveaux local et éloigné en indiquant comment PROWAY traite les demandes de service des utilisateurs. Ces figures correspondent aux sections concernant les machines d'états globales du bus représentées aux figures 2-2 et 2-3.

The sequential relationship of the send_data_with_no_acknowledge service is shown in Figure 2-11.

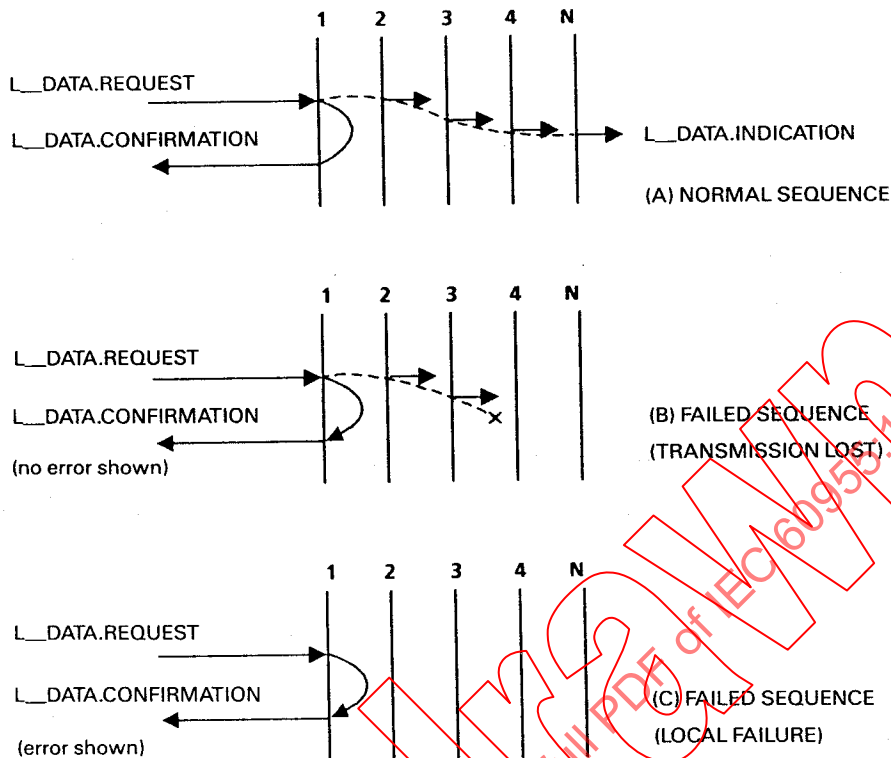


Fig. 2-11. - Sequential Relationship of the Send_Data_With_No_Acknowledge Service.

2(A).3.2 Service State Diagrams

The state diagrams for the `Send_Data_with_No_Acknowledge` service are shown in Figures 2-12 to 2-15. Figures 2-12 and 2-13 show local and remote PLC-user state diagrams to indicate how the PLC-user interacts at the PLC-user interface. Figures 2-14 and 2-15 show local and remote highway entity state diagrams to indicate how PROWAY processes the user service requests. These two diagrams correspond to sections of the overall highway entity state machines shown in Figures 2-2 and 2-3.

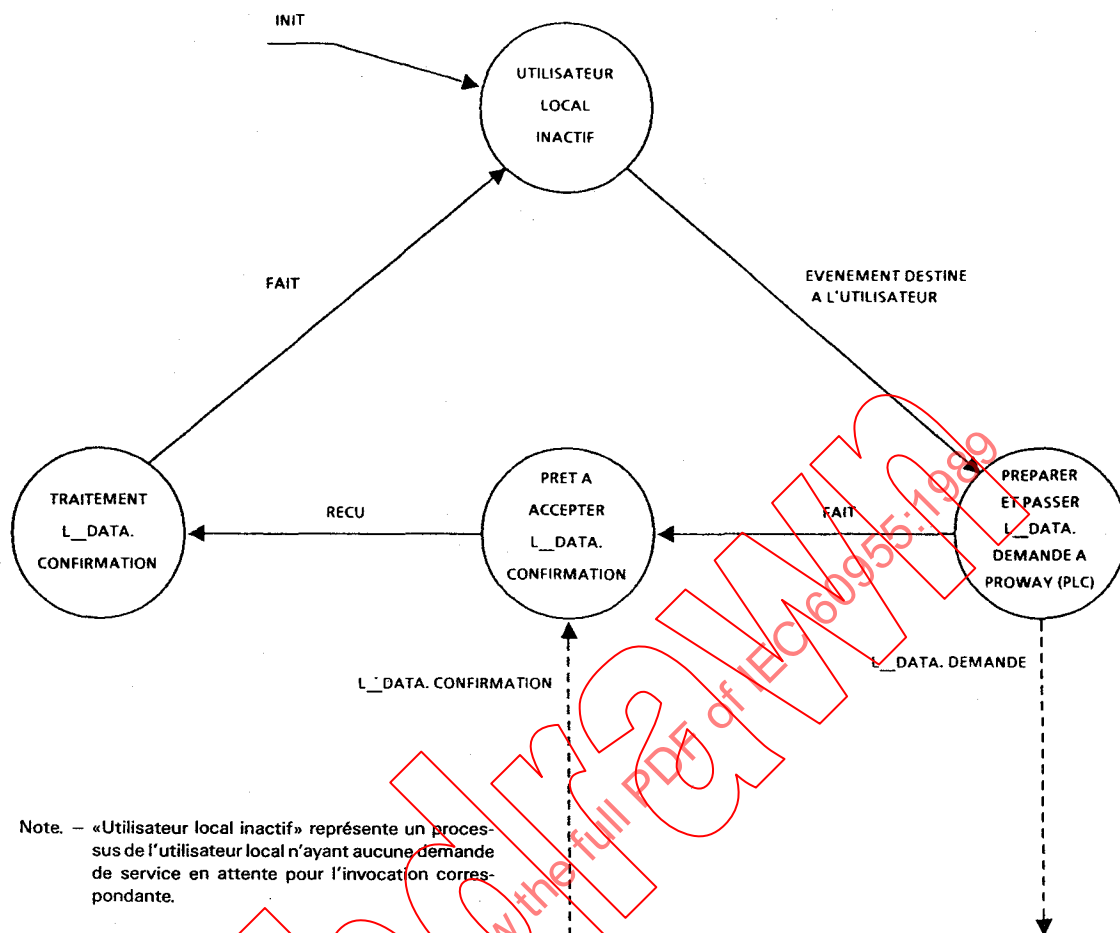


Fig. 2-12. - Diagramme d'états de l'utilisateur local pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

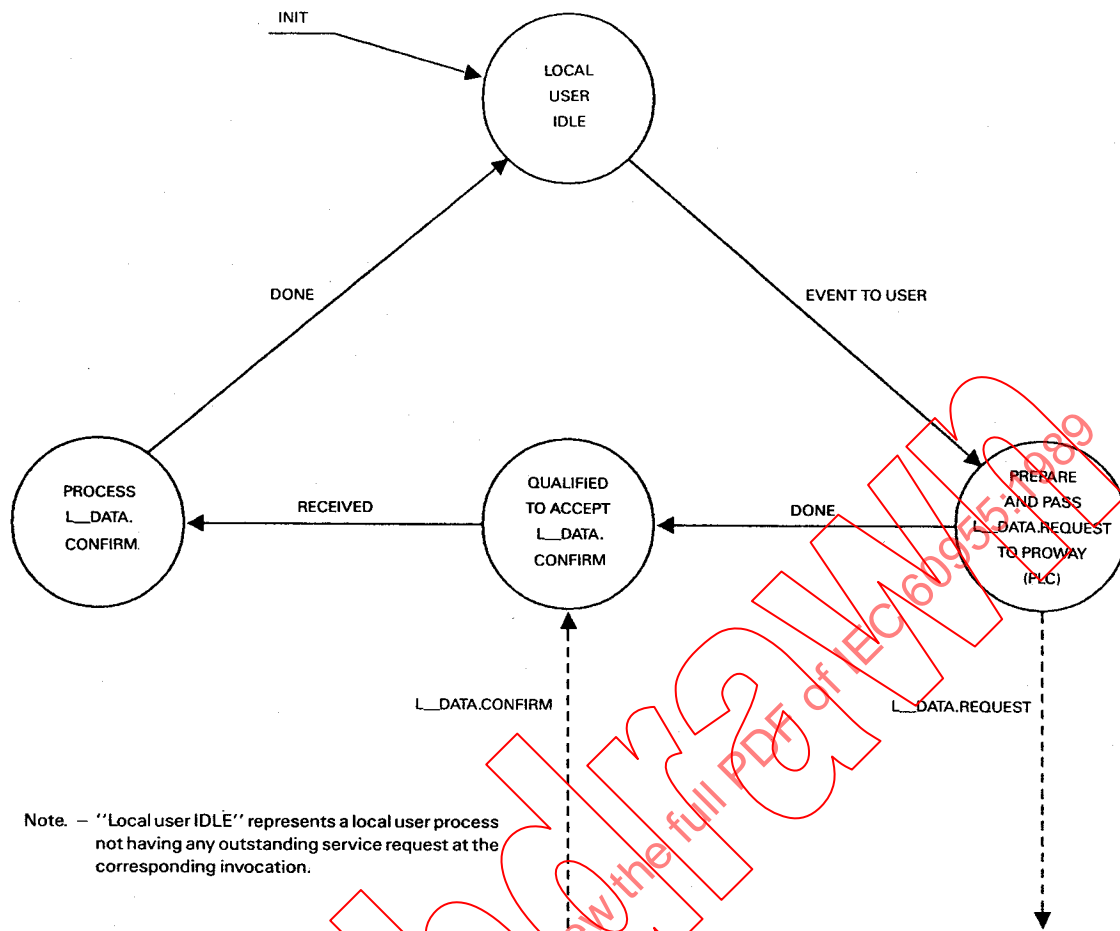


Fig. 2-12. - Local User State Diagram for the Send_Data_With_No_Acknowledge Service.

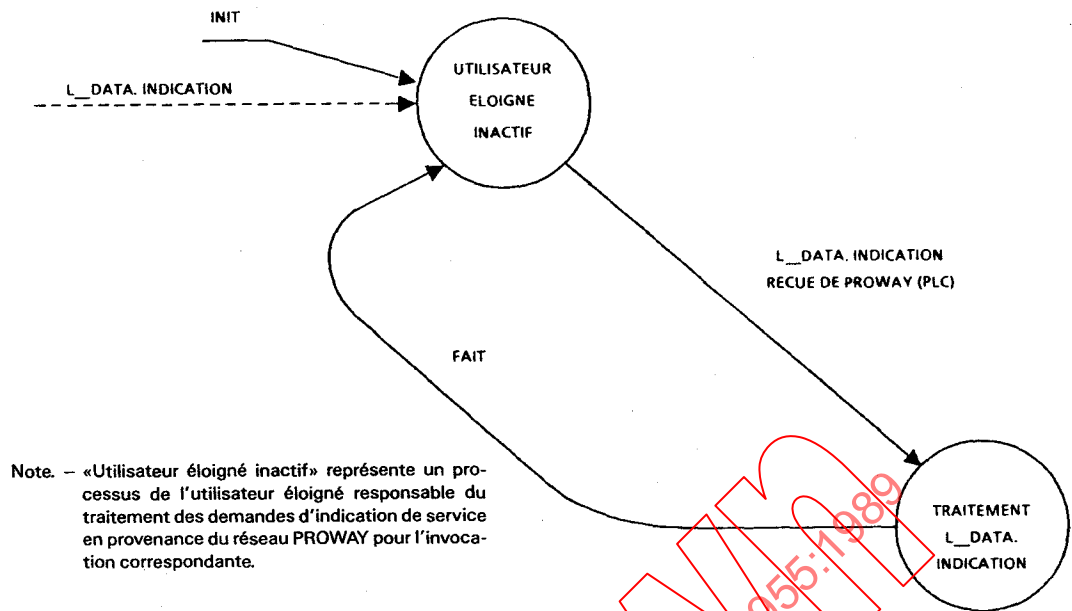


Fig. 2-13. - Diagramme d'états de l'utilisateur éloigné pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

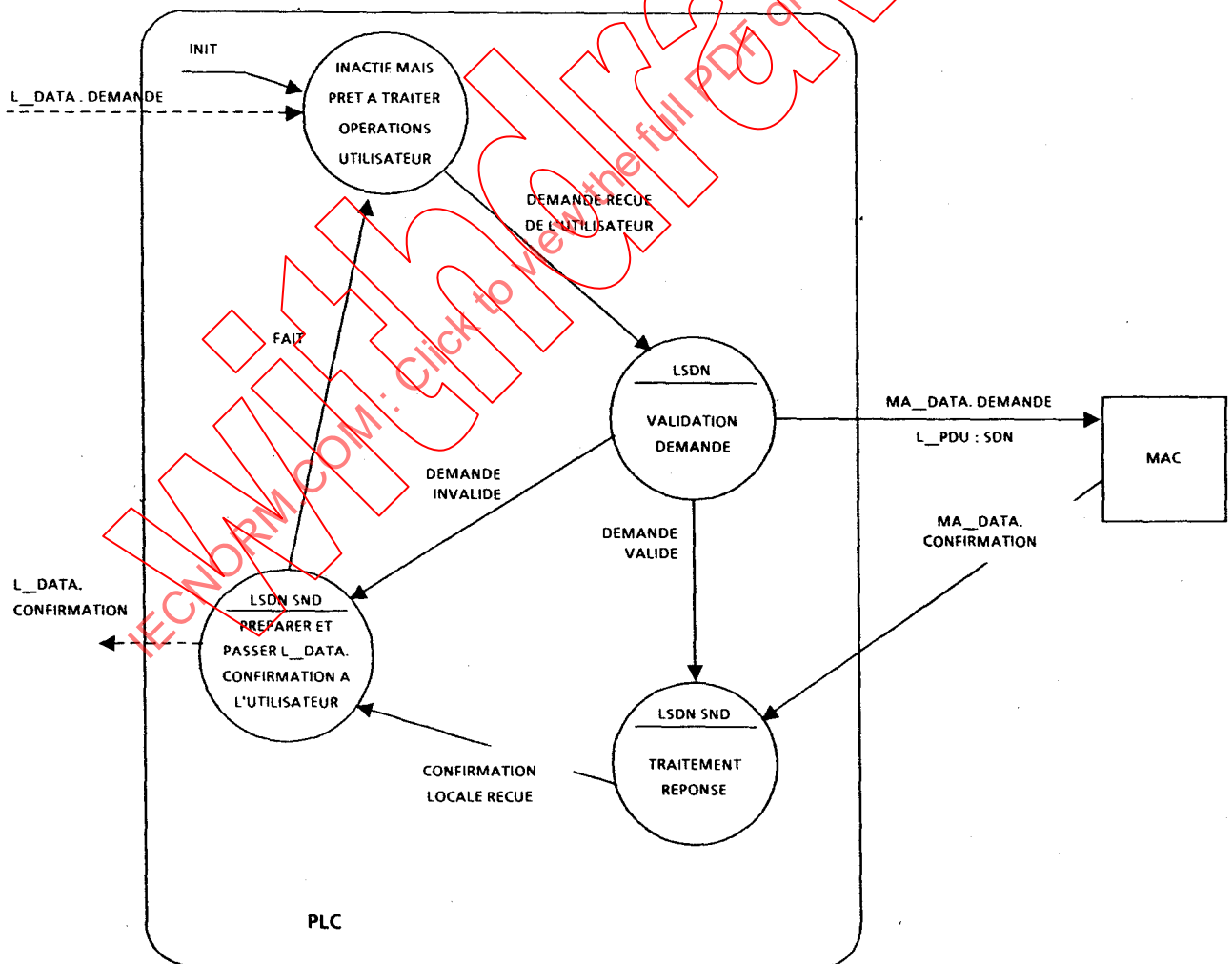


Fig. 2-14. - Diagramme d'états de l'entité de bus locale pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

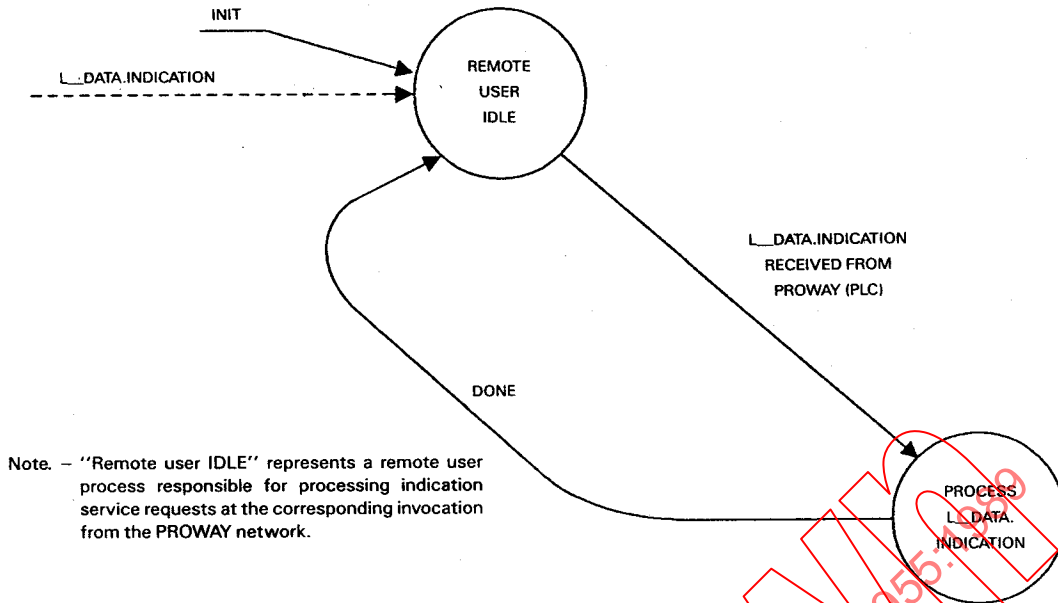


Fig. 2-13. - Remote User State Diagram for the Send_Data_With_No_Acknowledge Service.

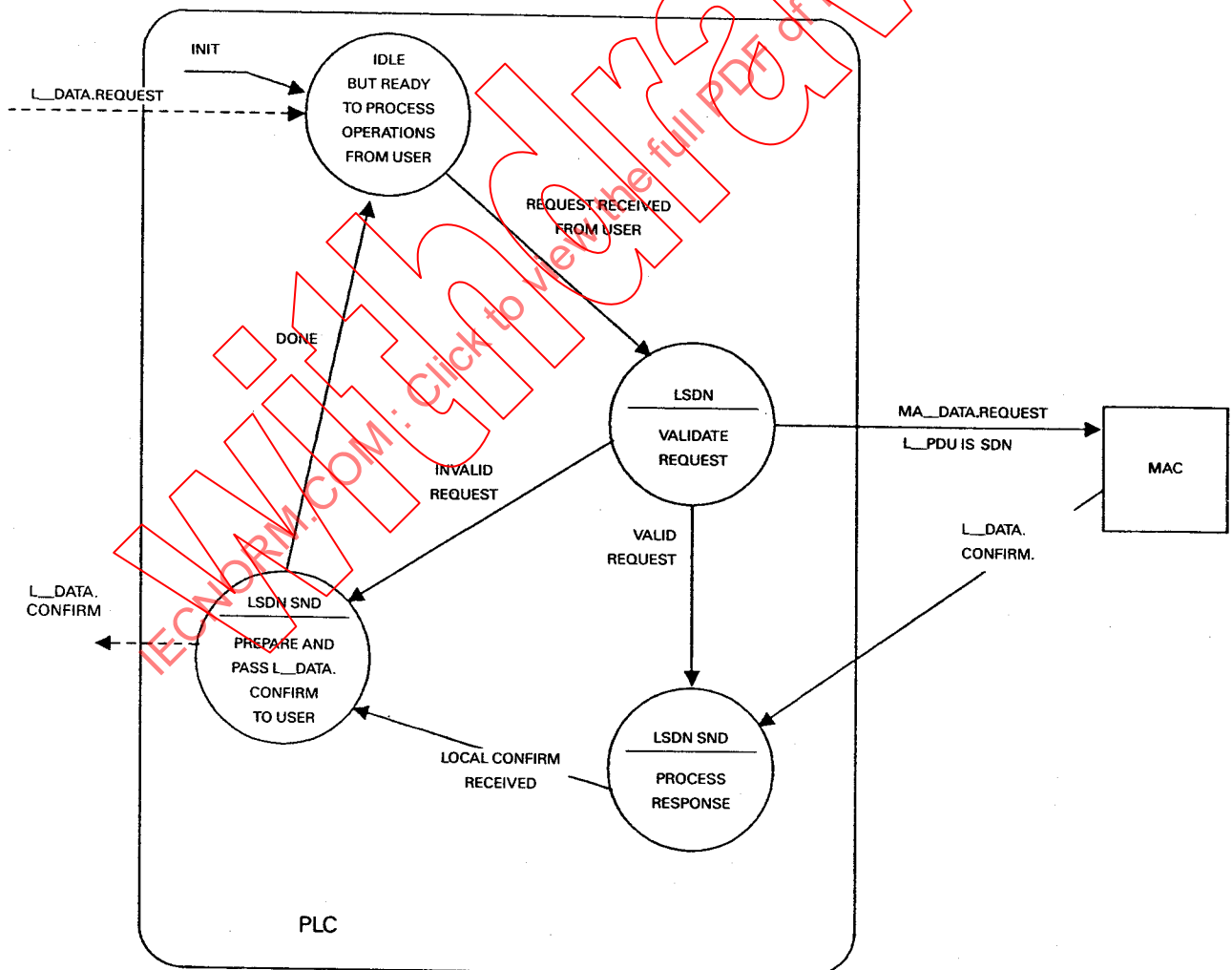


Fig. 2-14. - Local Highway Entity State Diagram for the Send_Data_With_No_Acknowledge Service.

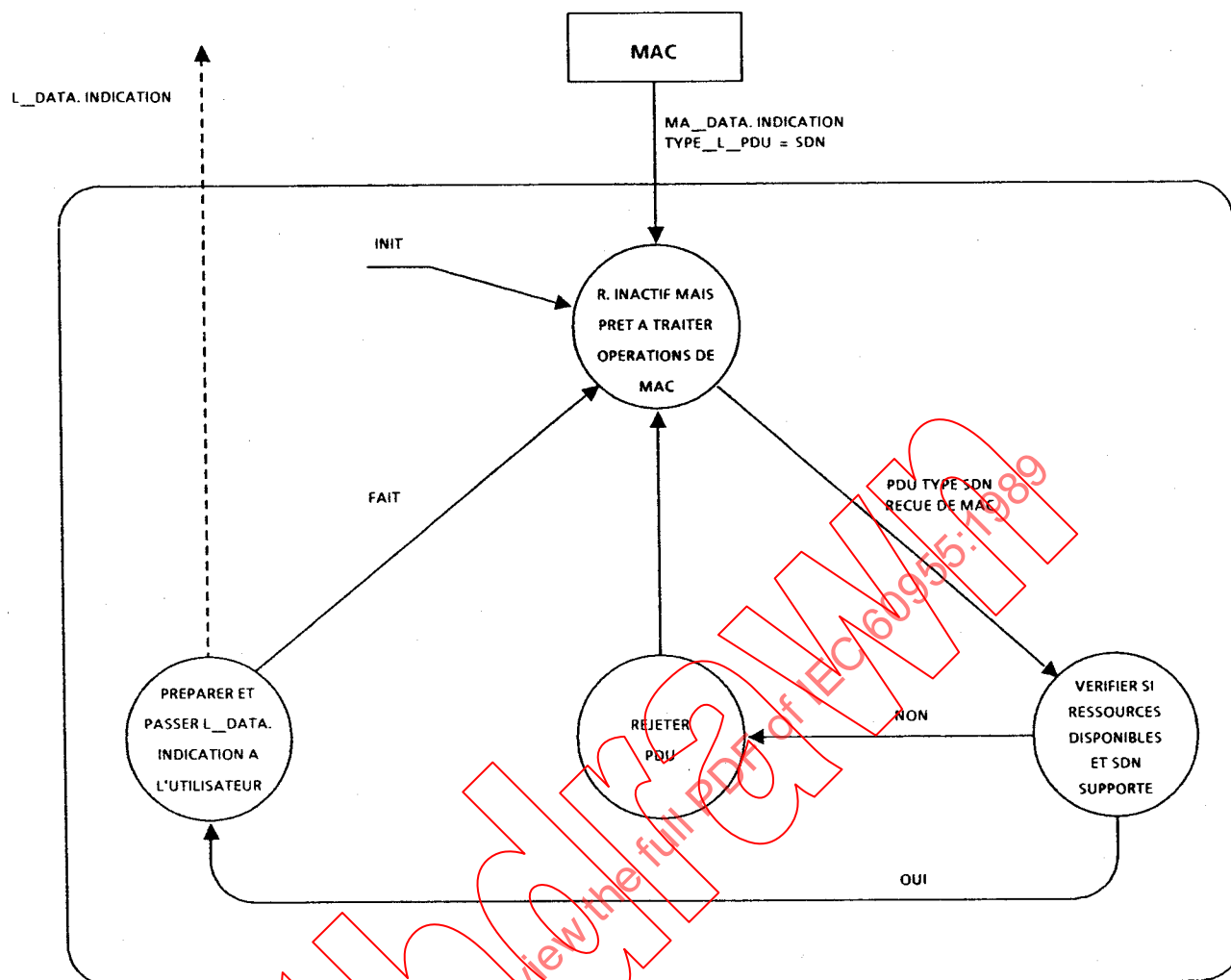


Fig. 2-15. - Diagramme d'états de l'entité de bus éloignée pour le service envoi_de_données_sans_accusé_de_réception.

2(A).4 Diagramme du service demande_de_données_avec_réponse (RDR)

2(A).4.1 Relations topologiques et séquentielles

Le comportement topologique du service demande_de_données_avec_réponse est illustré en figure 2-16.

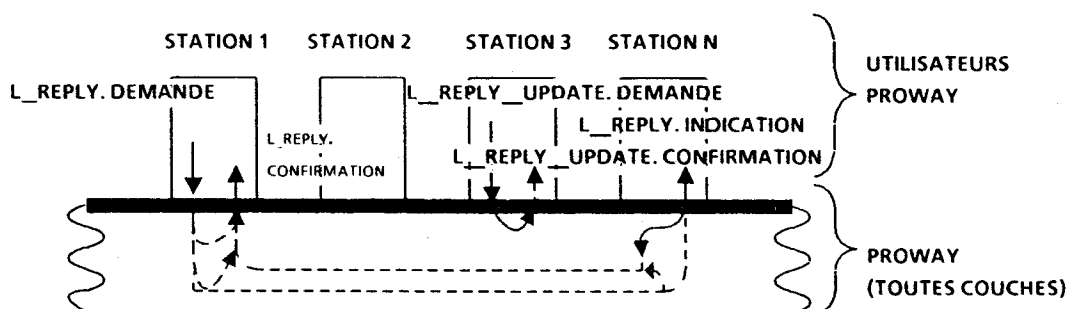


Fig. 2-16. - Comportement topologique du service demande_de_données_avec_réponse.

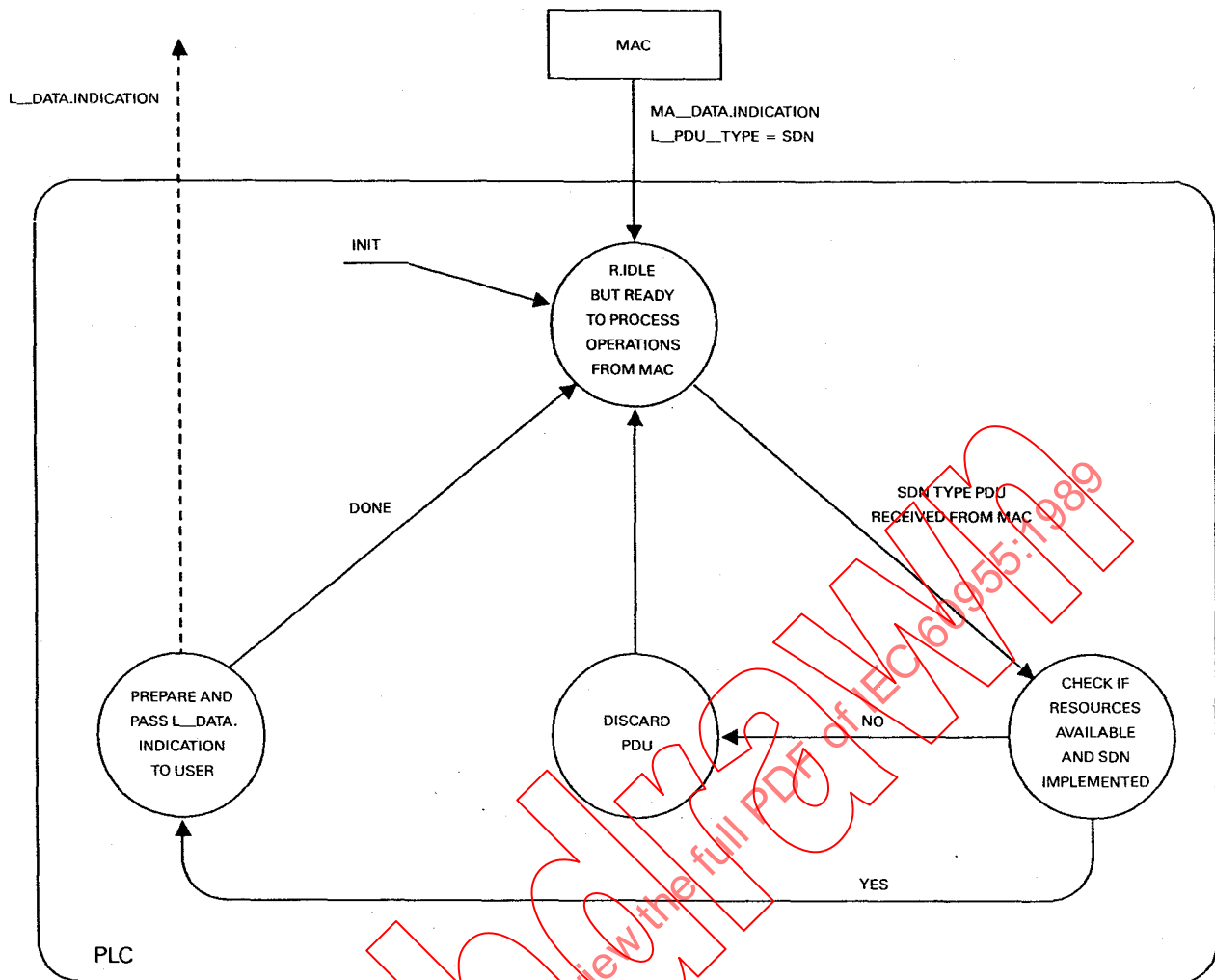


Fig. 2-15. - Remote Highway Entity State Diagram for the Send_Data_With_No_Acknowledge Service.

2(A).4 Request_Data_With_Reply (RDR) Service Diagram

2(A).4.1 Topological and Sequential Relationships

The topological behaviour of the request_data_with_reply service is shown in Figure 2-16.

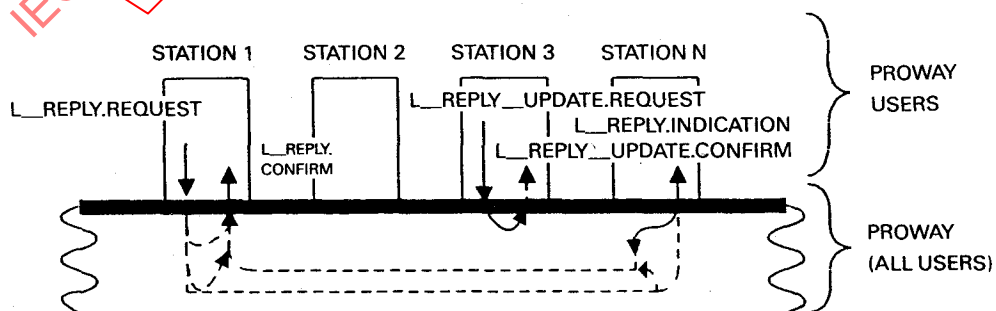


Fig. 2-16. - Topological Behaviour of the Request_Data_With_Reply Service.

Les relations séquentielles du service demande_de_données_avec_réponse sont montrées en figure 2-17.

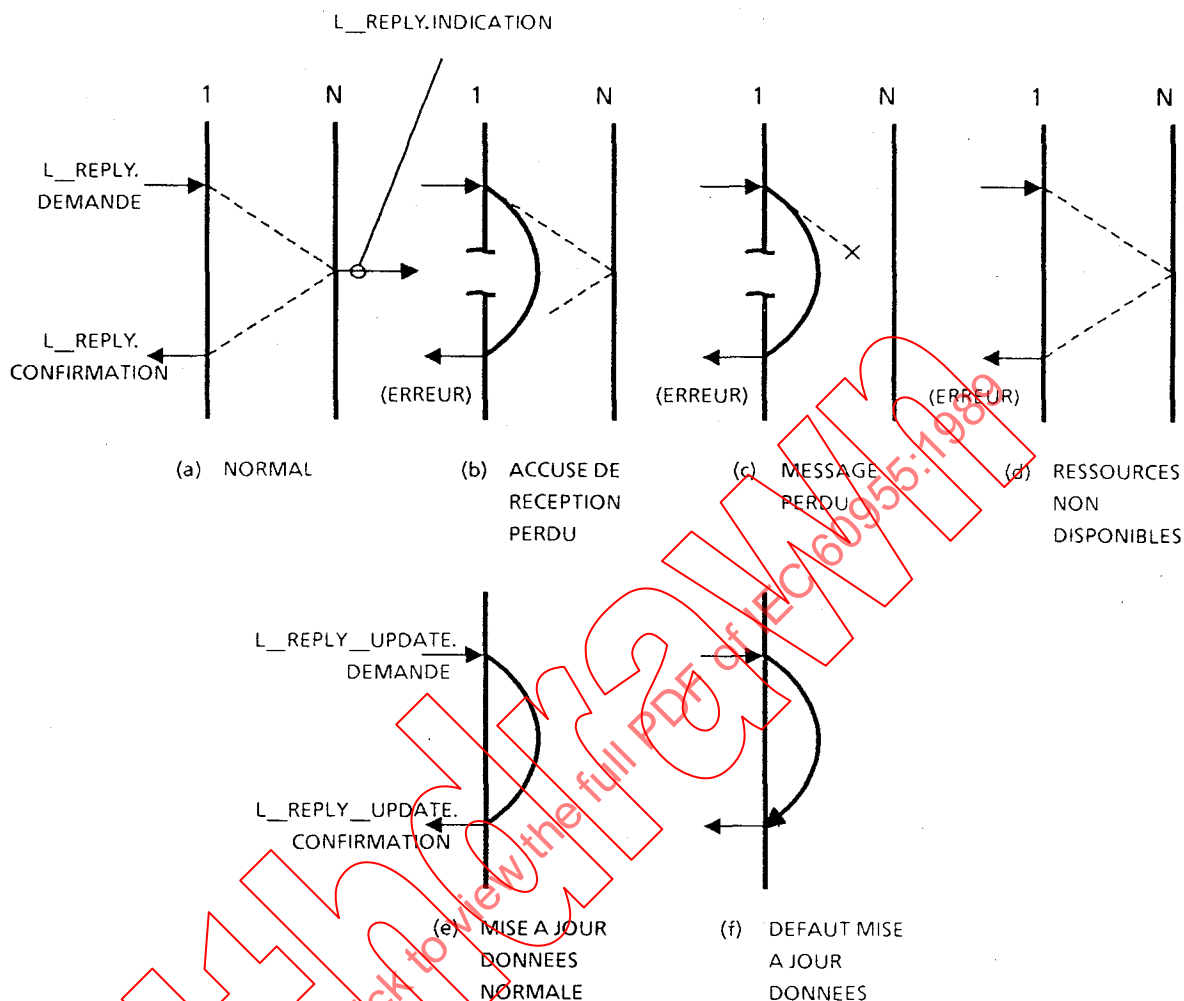


Fig. 2-17. - Relations séquentielles du service demande_de_données_avec_réponse.

2(A).4.2 Diagrammes d'états du service

Les figures 2-18 à 2-22 illustrent les diagrammes d'états pour le service demande_de_données_avec_réponse. Les figures 2-18 et 2-19 représentent les diagrammes d'états des utilisateur_PLC local et éloigné, en indiquant les interaction des utilisateur_PLC au niveau de l'interface utilisateur_PLC. Les figures 2-20 et 2-21 donnent les diagrammes d'états du bus aux niveaux local et éloigné en indiquant comment PROWAY traite les demandes de service des utilisateurs. Ces figures correspondent aux sections concernant les machines d'états globales du bus représentées aux figures 2-2 et 2-3.

The sequential relationship of the request_data_with_reply service is shown in Figure 2-17.

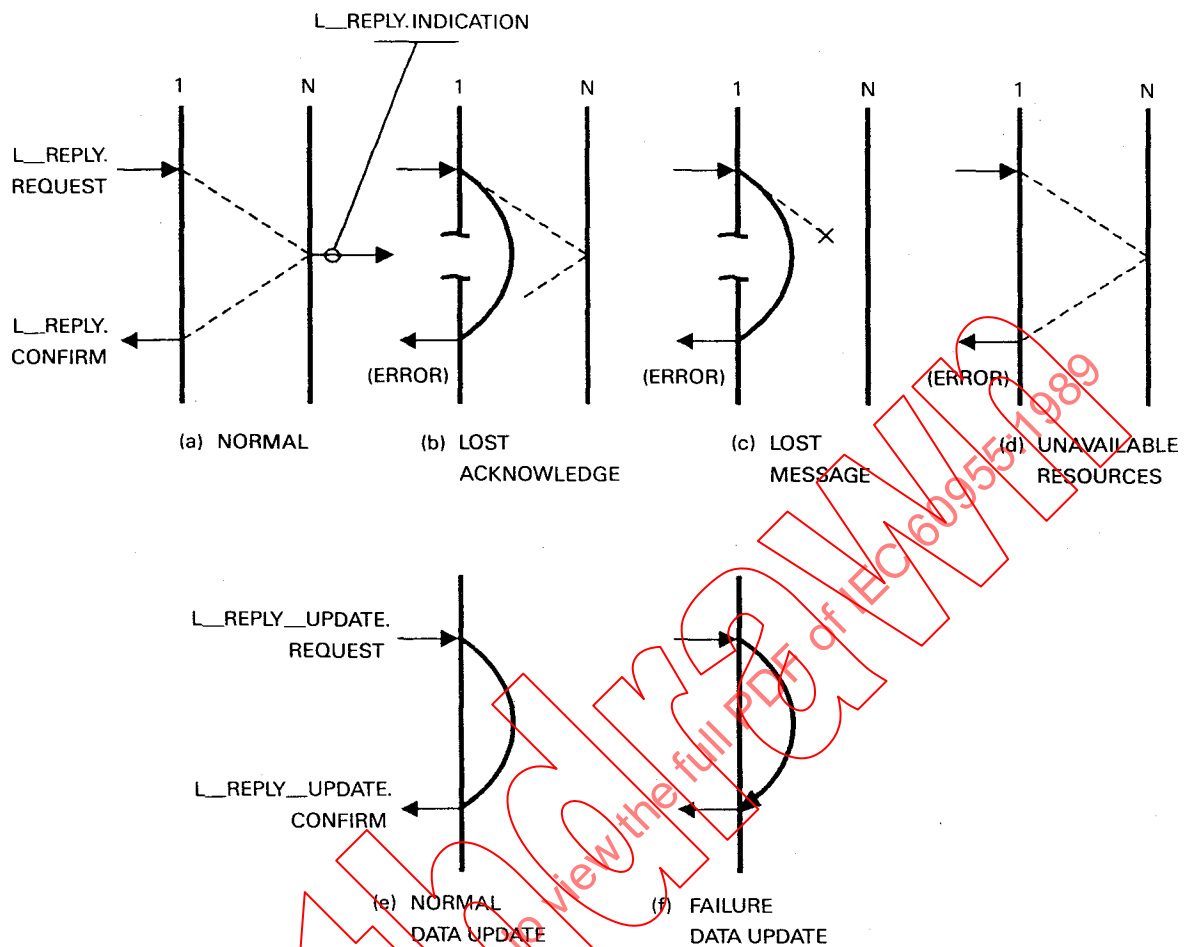


Fig. 2-17. - Sequential Relationship of the Request_Data_With_Reply Service.

2(A).4.2 Service State Diagrams

The state diagrams for the request_data_with_reply service are shown in Figures 2-18 to 2-22. Figures 2-18 and 2-19 show Local and Remote PLC-user state diagrams to indicate how the user interacts at the PLC-user interface. Figures 2-20 and 2-21 show Local and Remote Highway entity state diagrams to indicate how PROWAY processes the user service requests. The last two diagrams correspond to sections of the overall Highway entity state machines shown in Figures 2-2 and 2-3.

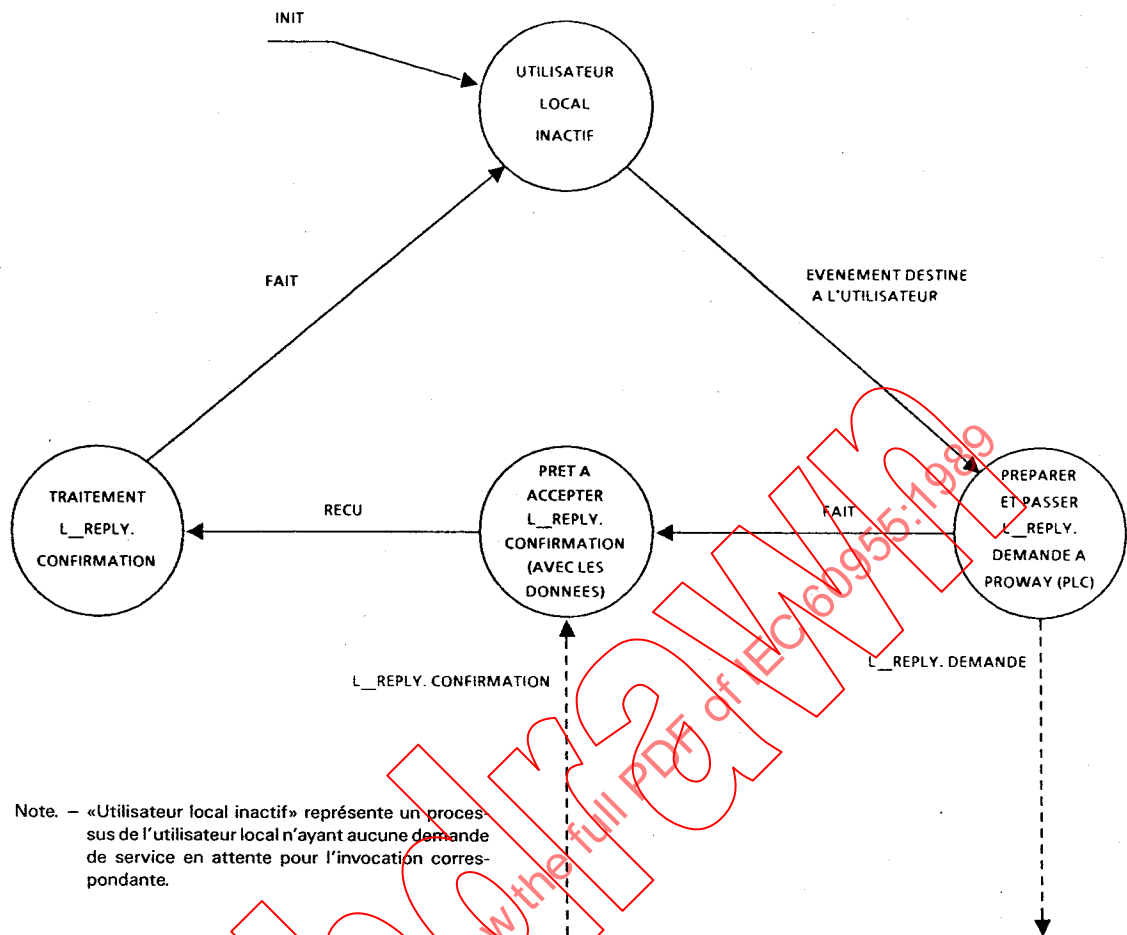


Fig. 2-18 - Diagramme d'états de l'utilisateur local pour le service demande_de_donnees_avec_reponse.

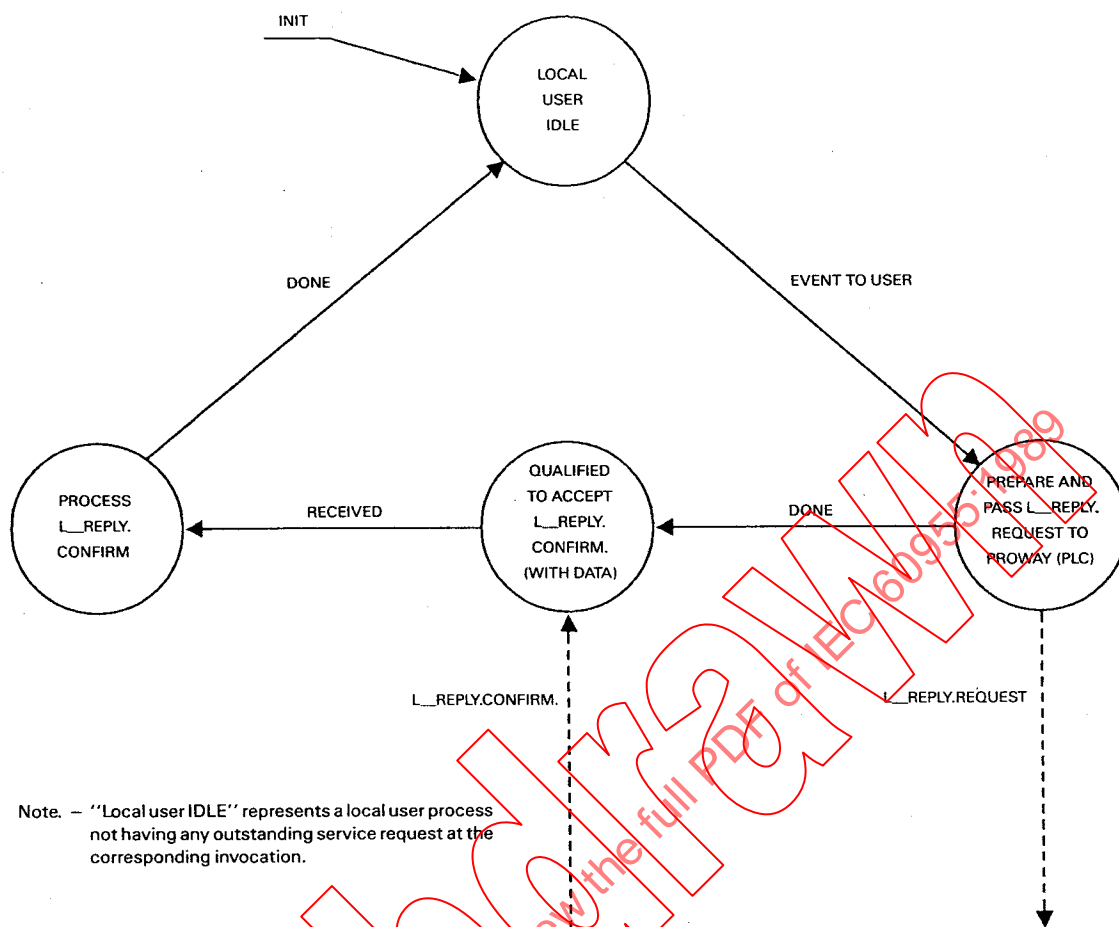


Fig. 2-18. — Local User State Diagram for the Request_Data_With_Reply Service.

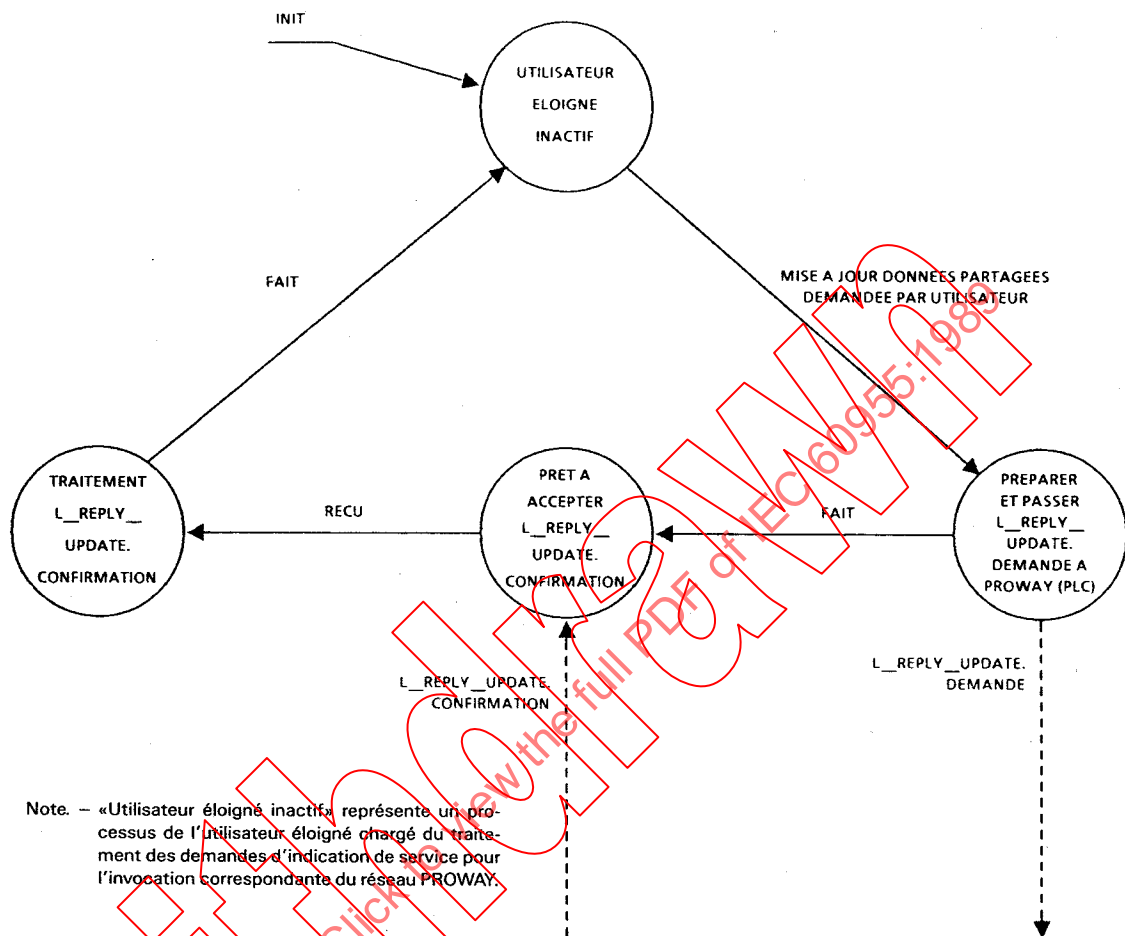


Fig. 2-19. – Diagramme d'états de l'utilisateur éloigné pour le service demande_de_donnees_avec_reponse.

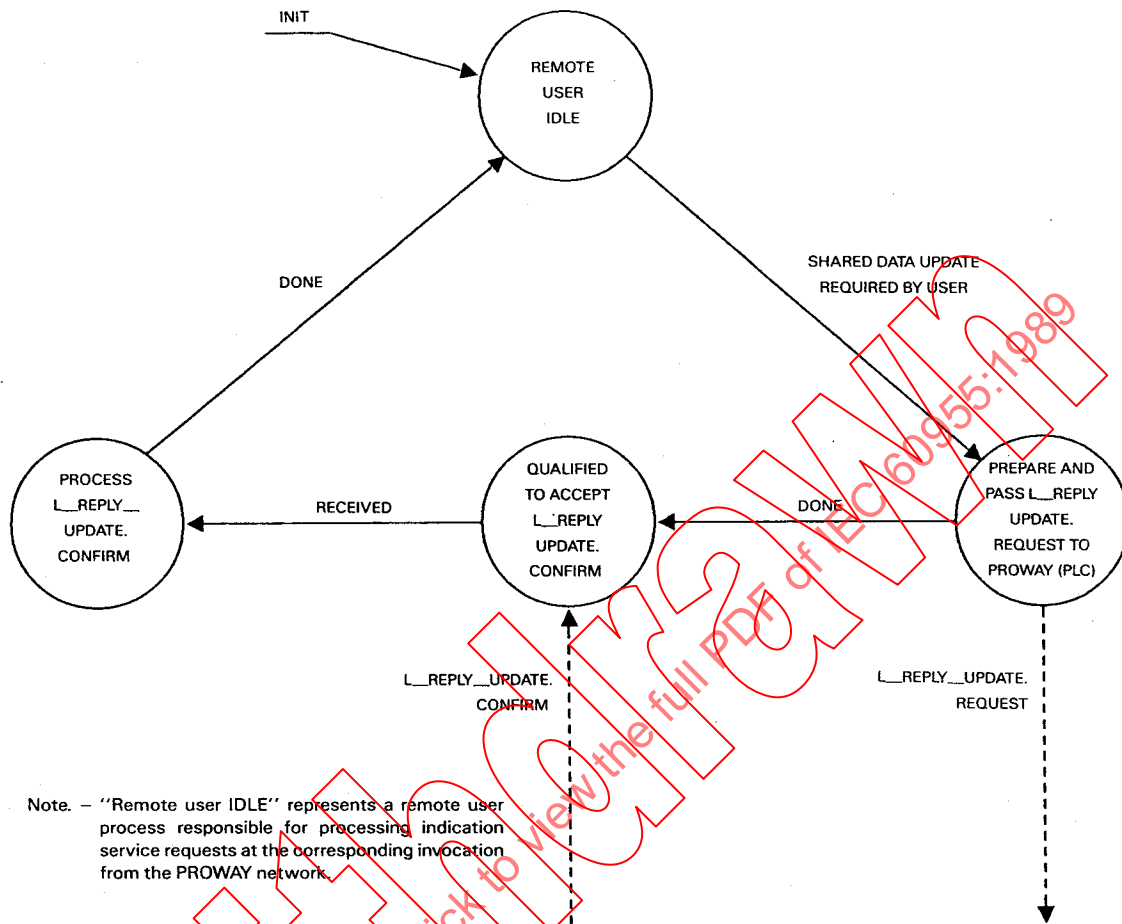


Fig. 2-19. — Remote User State Diagram for the Request_Data_With_Reply Service.

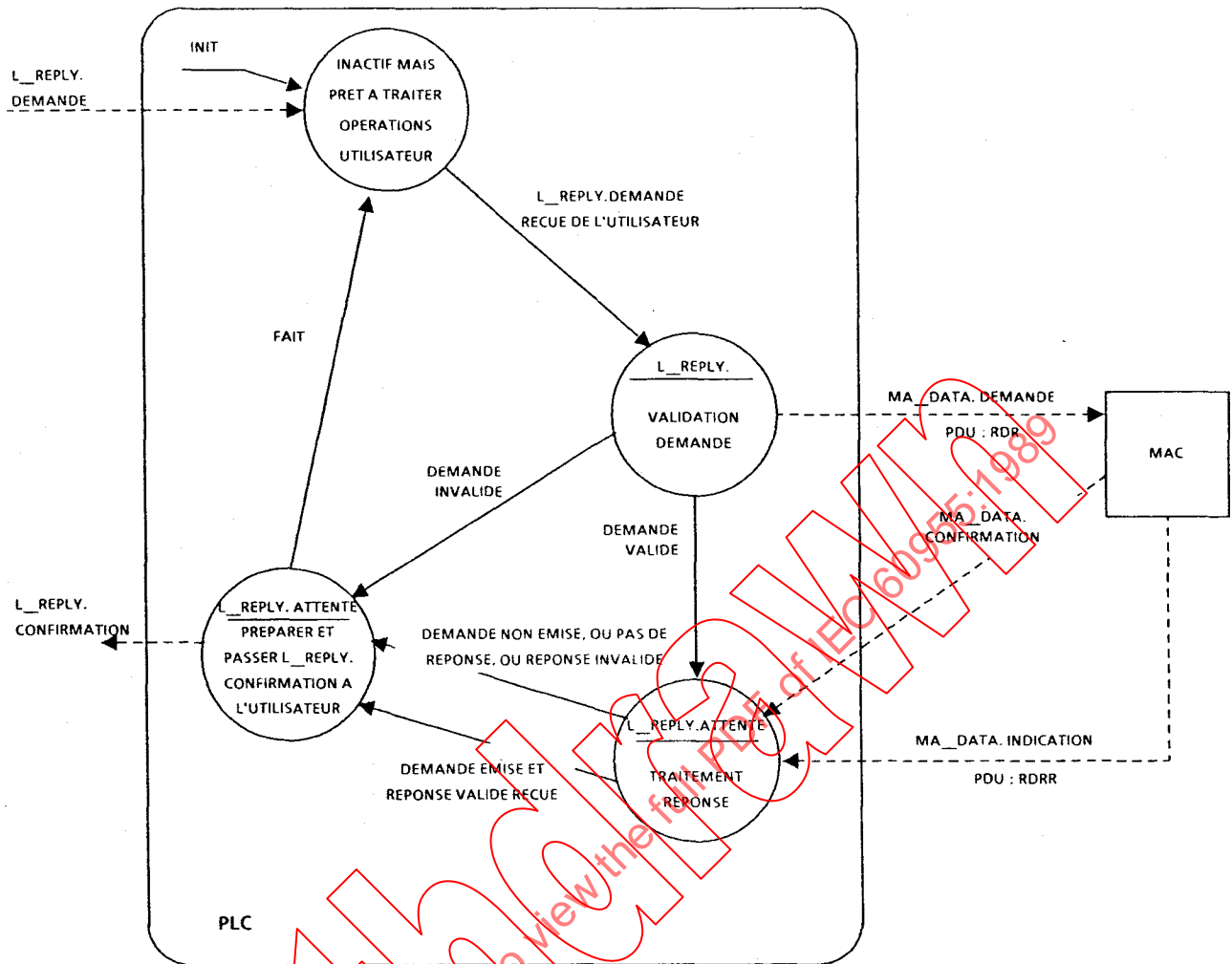


Fig. 2-20. - Diagramme d'états de l'entité de bus locale pour le service demande_de_donnees_avec_reponse.

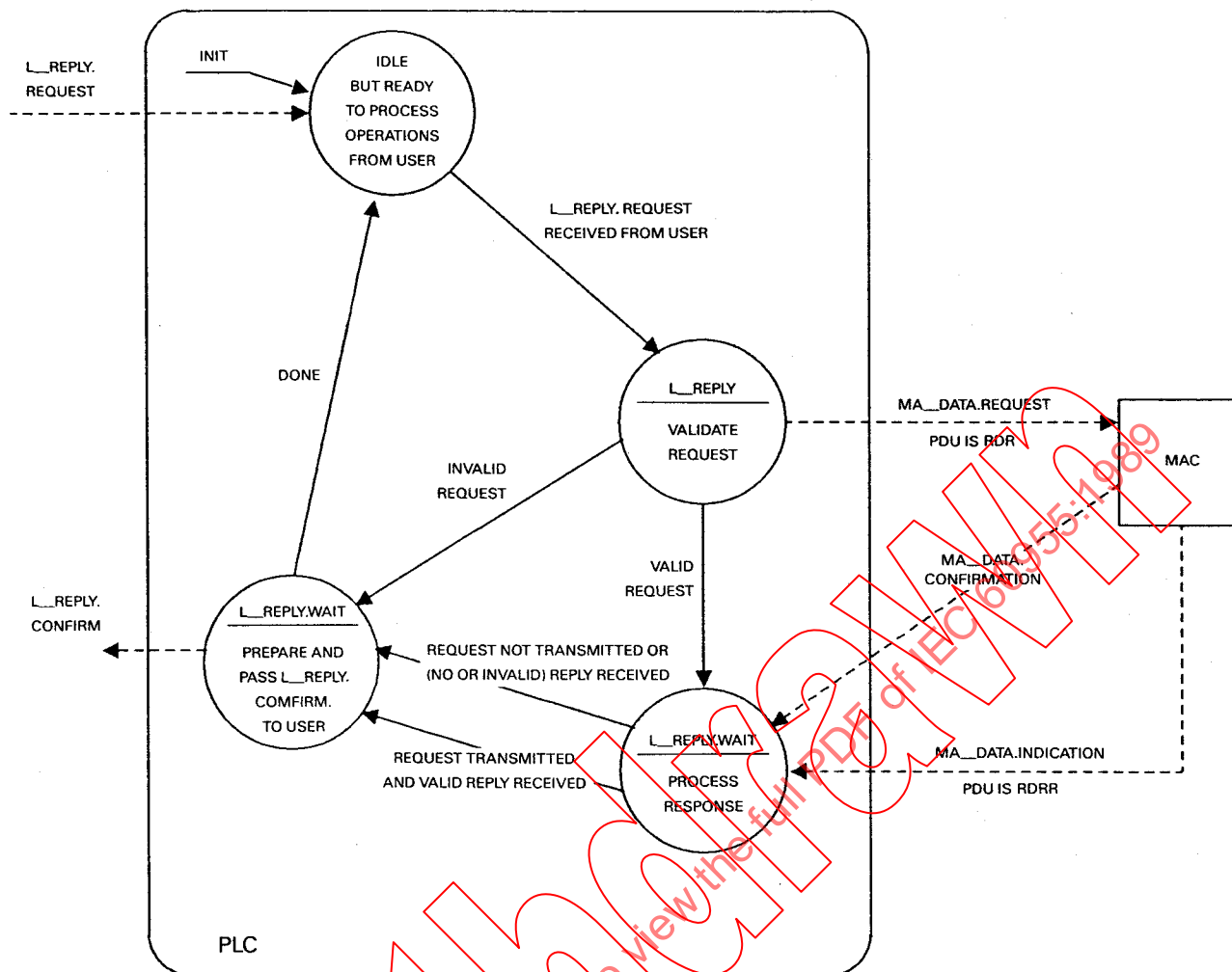


Fig. 2-20. Local Highway Unit State Diagram for the Request_Data_With_Reply Service.

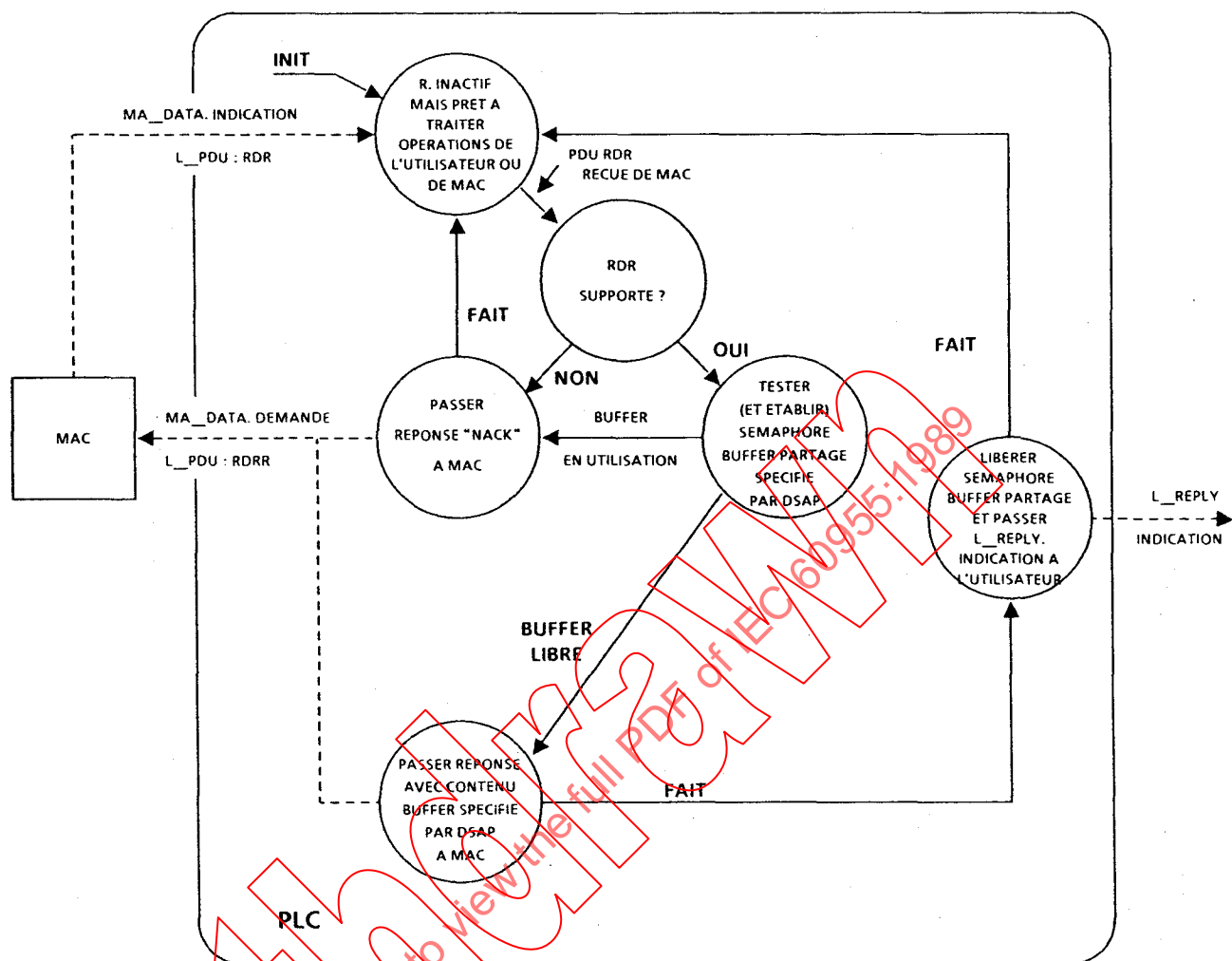


Fig. 2-21. - Diagramme d'états de l'entité de bus éloignée pour le service demande_de_données_avec_réponse.

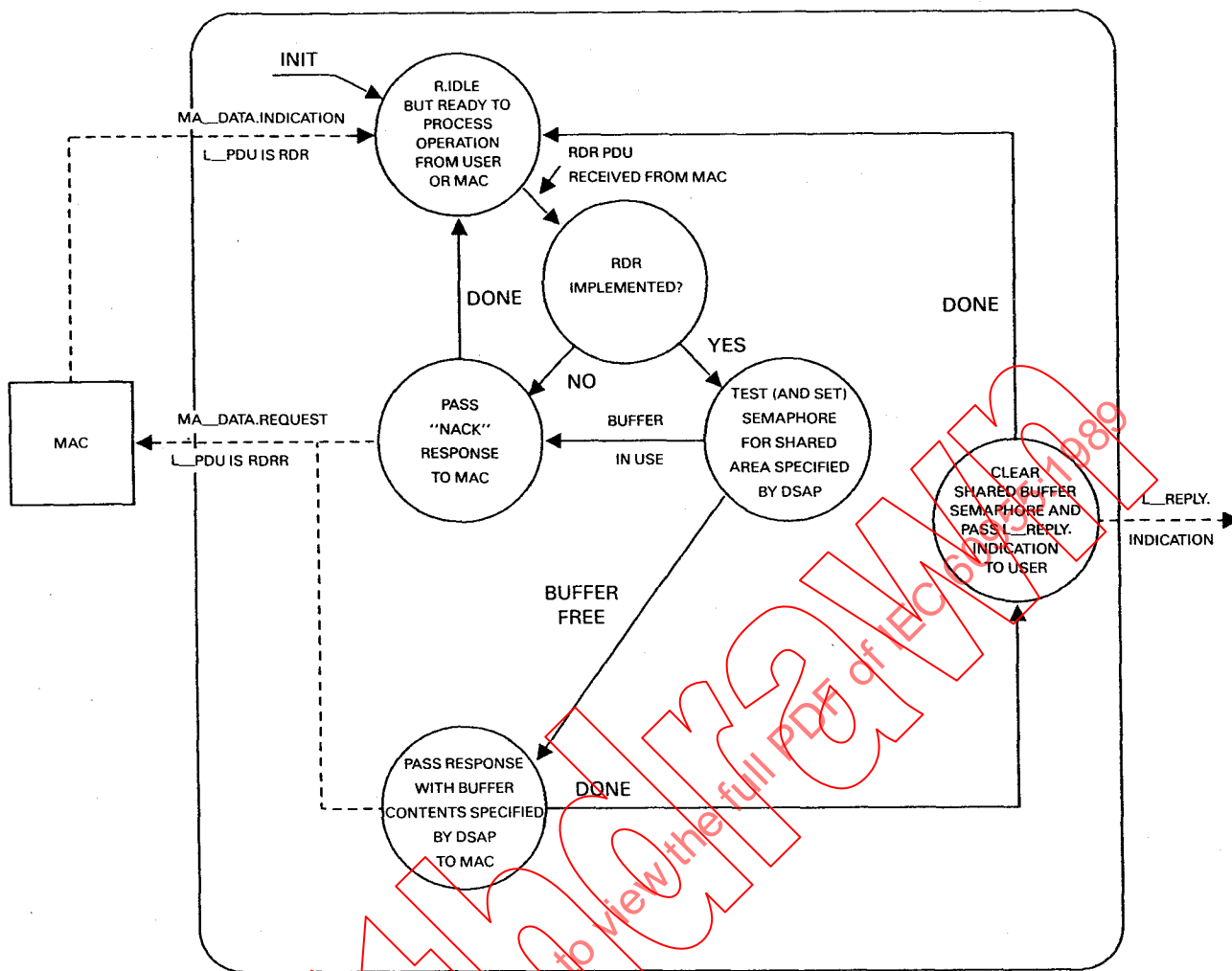


Fig. 2-21. - Remote Highway Entity State Diagram for the Request_Data_With_Reply Service.

PARTIE 3: SOUS-COUCHE COMMANDE DE LIAISON PROWAY (PLC)

Cette partie spécifie de façon abstraite le fonctionnement de la sous-couche commande liaison PROWAY (PLC) de la couche 'liaison de données' (bus) du modèle de référence ISO. Elle ne spécifie ni ne rend obligatoire les entités ou les interfaces à mettre en oeuvre pour la sous-couche PLC d'un système informatique.

Une introduction aux interactions de la sous-couche PLC avec l'utilisateur de PROWAY ainsi qu'avec la sous-couche MAC de la couche liaison de données figure dans l'annexe 2(A).

La section 3A donne la définition précise des termes et des procédures utilisés dans les tableaux d'état de la machine_PLC en spécifiant les caractéristiques obligatoires du mécanisme PLC.

La section 3B, description des machines à états, donne la définition formelle des machines à états des PLC local et éloigné en utilisant des tableaux de transitions d'états et des diagrammes d'états.

La section 3C définit l'unité de données de protocole de liaison PLC (L_pdu) qui permet à une entité PLC d'entrer en communication avec les entités PLC coopérantes.

La figure 3-1 illustre les relations entre la présente partie et les autres parties de cette norme ainsi que les relations avec les spécifications des réseaux locaux (RL).

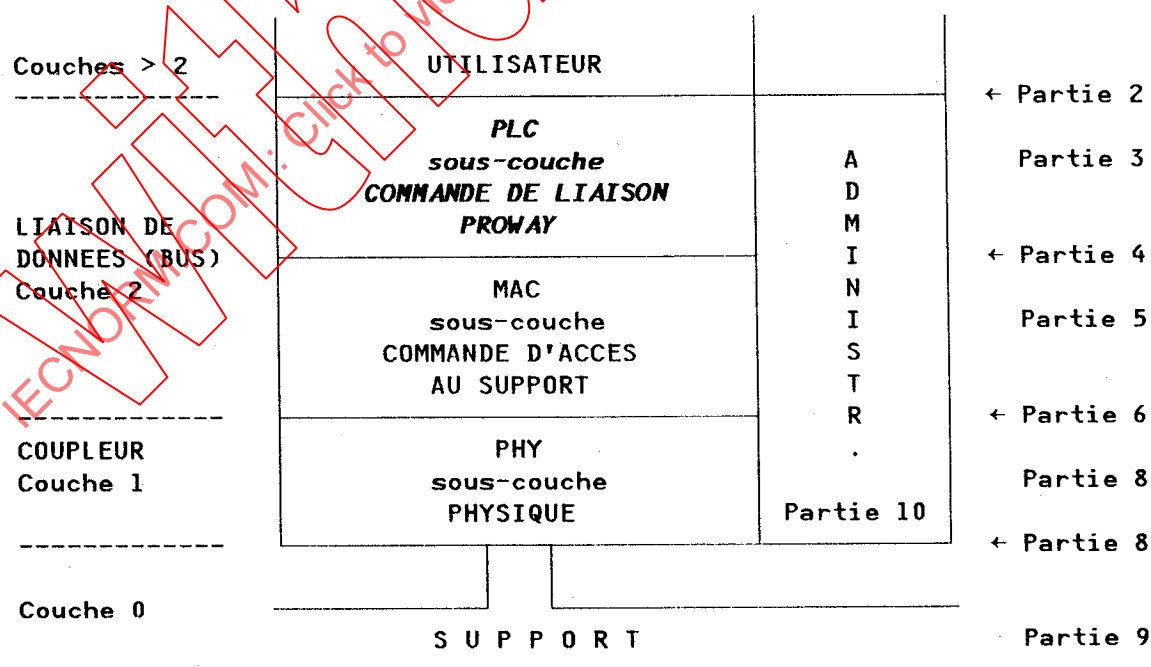


Fig. 3-1. - Relations avec le modèle de RL.

PART 3: THE PROWAY LINK CONTROL (PLC) SUBLAYER

Part 3 specifies the operation of the PROWAY Link Control (PLC) sublayer of the Data Link (Highway) layer of the ISO reference model in an abstract way. It does not specify or constrain the implementation of PLC sublayer entities or interfaces within a computer system.

An introduction to the interactions of the PLC sublayer with the user of PROWAY and with the MAC sublayer of the Data Link layer is given in Appendix 2(A).

Section 3A gives precise definitions of terms and procedures used in the PLC machine state tables and specifies mandatory features of the PLC mechanism.

Section 3B, PLC state machine descriptions, gives the formal definition of the PLC Local and Remote state machines using state transition tables and state diagrams.

Section 3C defines the PLC Link protocol data unit (L_pdu) by which a PLC entity communicates with cooperating PLC entities.

The relationship of this part to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 3-1.

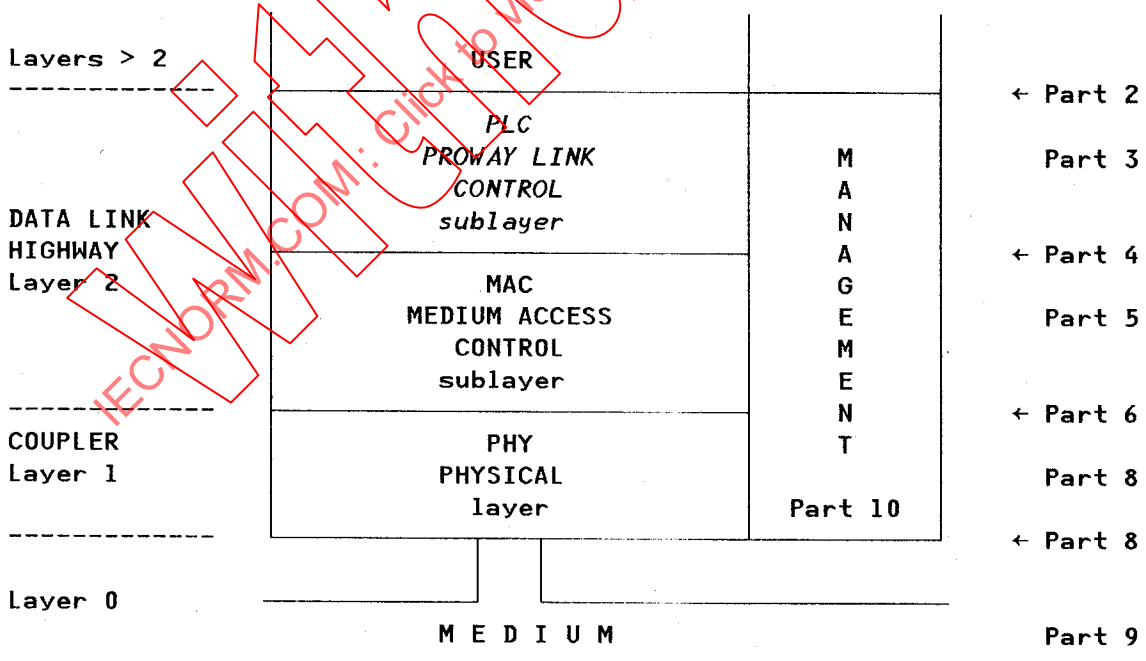


Fig. 3-1. - Relationship to LAN Model.

3A. Sous-couche commande de liaison PLC - Définitions et caractéristiques obligatoires

3A.1 Notations utilisées dans les tableaux d'états de la machine_PLC

3A.1.1 Notations utilisées pour les paramètres d'interface utilisateur-PLC

Cet article définit les abréviations utilisées dans les tableaux d'états de la machine_PLC pour les primitives et les paramètres qui passent par l'interface utilisateur-PLC. Voir la section 2A pour les définitions détaillées.

- SSAP** = paramètre point_d'accès_au_service_liaison pour un utilisateur local dans une primitive à l'interface utilisateur-PLC
- LA** = paramètre d'adresse_locale dans une primitive à l'interface utilisateur-PLC
- DSAP** = paramètre point_d'accès_au_service_liaison pour un utilisateur éloigné dans une primitive à l'interface utilisateur-PLC
- RA** = paramètre d'adresse_éloignée dans une primitive à l'interface utilisateur-PLC
- SC** = paramètre de classe_de_service dans une primitive à l'interface utilisateur-PLC.
- L_status** = paramètre L_status dans une primitive à l'interface utilisateur-PLC
- L_sdu** = paramètre unité_de_données_du_service_liaison dans une primitive à l'interface utilisateur-PLC
- Confirm** = confirmation.

3A.1.2 Notations utilisées pour les paramètres de l'unité_de_données_du_protocole_liaison (L_pdu)

Cet article définit les abréviations utilisées dans les tableaux d'états de la machine_PLC pour les paramètres des L_pdu. Voir la section 3C pour les définitions et les codes détaillés. Tous les paramètres transmis sont conformes au codage de la section 3C.

- DSAP** = champ DSAP d'une L_pdu
- SSAP** = numéro SSAP et bit L/G du champ SSAP d'une L_pdu
- L_pt** = paramètre type_L_pdu du champ type_L_pdu d'une L_pdu
- R_status** = paramètre status_réponse du champ R_status d'une L_pdu
- L_du** = paramètre L_data_unit d'une L_pdu
- SEQ** = bit numéro_de_séquence du champ type_L_pdu d'une L_pdu. Le numéro_de_séquence est du type BOOLEEN et prend les valeurs 0 ou 1.

3A. PROWAY Link Control (PLC) Sublayer - Definitions and Mandatory Features

3A.1 Notations Used in PLC_Machine State Tables

3A.1.1 Notations Used for User-PLC Interface Parameters

This clause defines abbreviations used in the PLC_machine state tables for primitives and parameters passed across the user-PLC interface. For precise definitions, see Section 2A.

<i>SSAP</i>	= local user link_service_access_point parameter in a primitive at the user-PLC interface
<i>LA</i>	= local_address parameter in a primitive at the user-PLC interface
<i>DSAP</i>	= remote user link_service_access_point parameter in a primitive at the user-PLC interface
<i>RA</i>	= remote_address parameter in a primitive at the user-PLC interface
<i>SC</i>	= service_class parameter in a primitive at the user-PLC interface
<i>L_status</i>	= L_status parameter in a primitive at the user-PLC interface
<i>L_sdu</i>	= the link_service_data_unit parameter in a primitive at the user-PLC interface
<i>Confirm</i>	= confirmation

3A.1.2 Notations Used for Link_Protocol_Data_Unit Parameters (L_pdu)

This clause defines abbreviations used in the PLC_machine state table for parameters of L_pdu's. For precise definitions and coding, see Section 3C. All of the parameters are transmitted as coded in Section 3C.

<i>DSAP</i>	= DSAP field of an L_pdu
<i>SSAP</i>	= SSAP number and L/G bit of the SSAP field of an L_pdu
<i>L_pt</i>	= L_pdu_type parameter of the L_pdu_type field of an L_pdu
<i>R_status</i>	= Response_status parameter of the R_status field of an L_pdu
<i>L_du</i>	= L_data_unit parameter of an L_pdu
<i>SEQ</i>	= the sequence_number bit of the L_pdu_type field of an L_pdu. Sequence_number is type BOOLEAN and takes on the values 0 or 1.

3A.1.3 Notations utilisées pour les paramètres de l'interface PLC-MAC

Cet article définit les abréviations utilisées dans les tableaux d'états de la machine_PLC pour les paramètres qui passent par l'interface PLC-MAC. Voir la partie 4 pour les définitions détaillées. Lorsqu'ils sont mentionnés les paramètres sont transmis comme ils sont codés à l'interface PLC-MAC.

- M_sdu* = paramètre unité_de_données_de_service_MAC d'une primitive à l'interface PLC-MAC et dans une trame MAC
- SA* = paramètre adresse_source d'une primitive à l'interface PLC-MAC et dans une trame MAC
- DA* = paramètre adresse_destination d'une primitive à l'interface PLC-MAC et dans une trame MAC
- CC* = paramètre confirmation_de_classe d'une primitive à l'interface PLC-MAC
- PR* = paramètre de priorité d'une primitive à l'interface PLC-MAC
- M_status* = paramètre M_status d'une primitive à l'interface PLC-MAC.

3A.2 Définition des variables pour les tableaux d'états de la machine_PLC

Cet article définit les variables utilisées par les machines à états PLC. Les formats utilisés dépendent du mode de réalisation.

3A.2.1 Variables PLC globales

Ces variables sont partagées par toutes les machines à états PLC d'une station.

- *RHIS* contient le type_L_pdu, l'adresse_source, la priorité et le numéro_de_séquence qui correspondent à la dernière L_pdu reçue.
Utilisation: machine_PLC éloignée.
- *STAT* contient la valeur R_status de la dernière trame de réponse transmise.
Utilisation: machine_PLC éloignée.

3A.2.2 Variables PLC locales

Ces variables sont spécifiques de la machine à états du PLC local qui correspond à chaque invocation du PLC (voir 3B.1.1).

- CONTEXTE* = SSAP, DSAP, adresse_destinataire, classe_de_service et priorité de la demande en cours de traitement par cette invocation de PLC
- priorité_courante* = composante priorité de CONTEXTE
- RA_courante* = composante adresse_éloignée de CONTEXTE
- DSAP_courante* = composante DSAP de CONTEXTE
- TSEQ (station destinataire)* = dernier numéro_de_séquence (0 ou 1) transmis à chaque station destinataire supportée pour chaque priorité supportée. Nombre total de TSEQ = nombre de stations destinataires supportées.

3A.1.3 Notations Used for PLC-MAC Interface Parameters

This clause defines abbreviations used in the PLC_machine state tables for parameters passed across the PLC-MAC interface. For precise definitions, see Section 4. Where noted these parameters are transmitted as coded at the PLC-MAC interface.

<i>M_sdu</i>	=	MAC_service_data_unit parameter of a primitive at the PLC-MAC interface and in a MAC frame
<i>SA</i>	=	the source_address parameter of a primitive at the PLC-MAC interface and in a MAC frame
<i>DA</i>	=	the destination_address parameter of a primitive at the PLC-MAC interface and in a MAC frame
<i>CC</i>	=	the confirmation_class parameter of a primitive at the PLC-MAC interface
<i>PR</i>	=	the priority parameter in a primitive at the PLC-MAC interface
<i>M_status</i>	=	the M_status parameter of a primitive at the PLC-MAC interface.

3A.2 Variable Definitions for the PLC Machine State Tables

This clause defines variables used by the PLC state machines. The formats used are implementation dependent.

3A.2.1 Global PLC Variables

These variables are shared by all PLC state machines in one station:

- *RHIS* contains the L_pdu_type, source_address, priority and sequence_number corresponding to the latest received L_pdu.
Usage: Remote PLC_machine.
- *STAT* contains the R_status value of last transmitted response frame.
Usage: Remote PLC_machine.

3A.2.2 Local PLC Variables

These variables are specific to the local PLC state machine which corresponds to each PLC invocation (see 3B.1.1).

<i>CONTEXT</i>	=	The SSAP, DSAP, remote_address and service_class and priority of the request currently being processed by this PLC invocation
<i>current_priority</i>	=	the priority component of <i>CONTEXT</i>
<i>current_RA</i>	=	the remote_address component of <i>CONTEXT</i>
<i>current_DSAP</i>	=	the DSAP component of <i>CONTEXT</i>
<i>TSEQ (destination = station)</i>	=	the latest sequence_number (0 or 1) transmitted to each supported destination station at each supported priority. The total number of <i>TSEQ</i> = supported destination station.

3A.2.3 Variables PLC éloignées

Ces variables sont spécifiques de la machine PLC éloignée qui correspond à chaque DSAP supporté.

SEM = sémaphore qui commande l'accès à la zone_de_données_partagée associée à cette machine. *SEM* peut prendre les valeurs *occupé* et *libre*. La zone_de_données_partagée n'est accessible que lorsque *SEM* est *libre*.

3A.3 Définition des paramètres des tableaux d'états de la machine_PLC

Cet article définit les paramètres utilisés par les machines à états PLC. Les formats utilisés dépendent du mode de réalisation.

3A.3.1 Paramètres PLC locaux

Ces paramètres sont spécifiques des machines à états PLC locales qui correspondent à chaque invocation de PLC. Ces paramètres sont établis par l'entité d'administration de station quand le SAP correspondant est activé ainsi qu'il est exposé dans les sections 10A et 10B:

- services pour lesquels le rôle *INITIATEUR* a été activé,
- *longueur_maximale_de_l'unité_L_sdu* pour chaque service activé comme *INITIATEUR*.

3A.3.2 Paramètres PLC éloignés

Ces paramètres sont spécifiques de la machine à états PLC éloignée qui correspond à chaque DSAP. Ces paramètres sont établis par l'entité d'administration de station quand le SAP correspondant est activé ainsi qu'il est exposé dans les sections 10A et 10B:

- services pour lesquels le rôle *REPONDEUR* attaché au DSAP concerné a été activé,
- *longueur_maximale_de_l'unité_L_sdu* pour chaque service pour lequel le rôle *REPONDEUR* a été activé,
- *zone_de_données_partagées* identifiée lorsque le rôle de réponse *RDR* de la DSAP concernée a été activé,

NSAP = SSAP spécifié pour recevoir les *L_REPLY*.indication quand la composante de réponse *RDR* du DSAP concerné a été activée.

3A.4 Constantes utilisées pour les machines à états PLC

Cet article définit les constantes utilisées pour les machines à états PLC. Les formats utilisés dépendent du mode de réalisation:

priorités_supportées = nombre de priorités supportées par la station = 4,

stations_supportées = nombre de stations avec lesquelles la station échange des unités *L_pdu* de type SDA ou *RDR* (≤ 256).

3A.2.3 Remote PLC Variables

These variables are specific to the remote PLC_machine which corresponds to each supported DSAP:

SEM = the semaphore which controls access to the *shared_data_area* associated with this machine. *SEM* assumes the values *busy* and *not_busy*. The *shared_data_area* may be accessed only when *SEM* = *not_busy*.

3A.3 Parameter Definitions for the PLC_Machine State Tables

This clause defines parameters used in the PLC state machines. The formats used are implementation dependent.

3A.3.1 Local PLC Parameters

These parameters are specific to the local PLC state machine which corresponds to each PLC invocation. These parameters are established by the station management entity when this SAP is activated as described in Sections 10A and 10B:

- services for which the *INITIATOR* role has been activated,
- *maximum_L_sdu_length* for each service activated as an *INITIATOR*.

3A.3.2 Remote PLC Parameters

These parameters are specific to the remote PLC state machine which corresponds to each DSAP. These parameters are established by the station management entity when this SAP is activated as described in Sections 10A and 10B:

- *services* for which the *RESPONDER* role of this DSAP has been activated,
- *maximum_L_sdu_length* for each service for which the *RESPONDER* role has been activated,
- *shared_data_area* identified when this DSAP's RDR response role was activated,
- *NSAP* = the SSAP specified to receive *L_REPLY.indication* when this DSAP's RDR response component was activated.

3A.4 Constants Used in the PLC_Machine State

This clause defines constants used in the PLC state machines. The formats used are implementation dependent:

priorities_supported = the number of priorities supported in this station = 4,

stations_supported = the number of stations with which this station exchanges SDA, or RDR L_pdu's (≤ 256).

3A.5 Fonctions et procédures - Définitions concernant les machines à états PLC

Cet article définit toutes les fonctions et procédures (autres que celles qui servent à émettre les primitives de service) exécutées par les machines à états PLC. Les primitives de service sont définies dans la section 2A et la partie 4.

3A.5.1 ETAT_LOCAL?

Renvoie: *Actif* si le rôle INITIATEUR de l'un ou de plusieurs des services du SSAP rattaché à cette machine est actuellement activé comme exposé dans les sections 10A et 10B.

Renvoie: *Inactif* dans le cas contraire.

3A.5.2 MISE_A_JOUR_CONTEXTE

Renvoie: néant.

Fonction: sauvegarde de SSAP, DSAP, adresse_éloignée et classe_de_service de la demande référencée sur cet arc dans CONTEXTE.

priorité_courante = PAIRE (classe_de_service).

3A.5.3 VALIDE?

Renvoie: *IP* si les paramètres de la primitive de demande courante ne répondent pas aux prescriptions de la section 2A.

Renvoie: *LS* si pas *IP* et si le rôle INITIATEUR du service spécifié par la primitive de demande courante n'est pas actuellement activé comme exposé dans les sections 10A et 10B.

Renvoie: *Valide* dans tous les autres cas.

Observations complémentaires: Les paramètres de la primitive de demande courante sont référencés sur tous les arcs invoquant la fonction VALIDE?

3A.5.4 SEQUENCE (adresse_de_destination)

Renvoie: numéro_de_séquence = valeur de TSEQ correspondant à l'adresse_de_destination MAC et à la priorité.

3A.5.5 FORMATION_PDU (type_L_pdu, numéro_de_séquence, SSAP, DSAP, L_du)

Renvoie: une unité L_pdu.

Fonction: forme une unité L_pdu de commande suivant le format spécifié dans la section 3C avec les valeurs fournies à partir des arguments d'appel.

Le paramètre numéro_de_séquence est combiné avec le paramètre type_L_pdu pour former le champ type_L_pdu de l'unité L_pdu.

Le bit C/R du champ SSAP est mis à 0.

Cette unité L_pdu devient un paramètre de la MA_DATA. demande produite sur l'arc qui référence FORMATION_PDU.

3A.5 Functions and Procedures - Definitions for the PLC State Machines

This clause defines all functions and procedures (other than the issuance of service primitives) which are performed by the PLC state machines. The service primitives are defined in Section 2A and Part 4.

3A.5.1 LOCAL_STATUS?

Returns: *Active* if the INITIATOR role of one or more services of the SSAP underlying this machine are now activated as described in Sections 10A and 10B.

Returns: *Inactive* OTHERWISE.

3A.5.2 UPDATE_CONTEXT

Returns: None.

Function: Save SSAP, DSAP, remote_address and service_class of the request referenced on this arc in CONTEXT.

Current_priority = *EVEN* (service_class).

3A.5.3 VALIDATE?

Returns: *IP* if the parameters of the current request primitive do not meet the prescription of Section 2A.

Returns: *LS* if not *IP* and the INITIATOR role of the service specified by the current request primitive is not currently activated as described in Sections 10A and 10B.

Returns: *Valid* OTHERWISE.

Additional Comments: The parameters of the current request primitive are referenced on any arc that invokes the VALIDATE? function.

3A.5.4 SEQUENCE (destination_address)

Returns: Sequence_number = the TSEQ value corresponding to this MAC destination_address and priority.

3A.5.5 BUILD_PDU (L_pdu_type, sequence_number, SSAP, DSAP, L_du)

Returns: An L_pdu.

Function: Builds a command L_pdu of the format specified in Section 3C with values as supplied in the calling arguments.

The sequence_number parameter is merged with the L_pdu_type parameter to form the L_pdu_type field of the L_pdu. The C/R bit of the SSAP field is set to 0. This L_pdu becomes a parameter of the MA_DATA.request generated on the arc which references BUILD_PDU.

3A.5.6 EXTRACTION_CONTEXTE

Renvoie: les SSAP, DSAP, adresse_éloignée et classe_de_service contenus alors dans CONTEXTE. L'ordre de ces paramètres est donné ci-dessus.

Fonction: met CONTEXTE à zéro.

3A.5.7 NOTIFICATION_MGT

Renvoie: néant.

Fonction: notifie à l'entité d'administration de station les erreurs de protocole et les conditions dans lesquelles elles se sont produites.

3A.5.8 ETAT_ELOIGNE?

Renvoie: *actif* si le rôle REPONDEUR de l'un ou de plusieurs des services du DSAP rattaché à cette machine est actuellement activé comme exposé dans les sections 10A et 10B.

Renvoie: *inactif* dans le cas contraire.

3A.5.9 RESSOURCES?

Renvoie: *disponibles* si le PLC a des ressources disponibles et si aucun paramètre MAC n'a indiqué que MAC n'a pas de ressources.

Renvoie: *non disponibles* dans le cas contraire.

3A.5.10 DUPLICATION?

Renvoie: *oui* si l'unité type_L_pdu, l'adresse_source, la priorité et le numéro_de_séquence associés à la MA_DATA.indication courante sont toutes identiques aux valeurs précédemment sauvegardées dans RHIS.

Renvoie: *non* dans le cas contraire.

3A.5.11 ACTIVE?

Renvoie: *oui* si le rôle REPONDEUR du service spécifié dans la MA_DATA.indication courante est activé pour le DSAP desservant la machine considérée.

Renvoie: *non* dans le cas contraire.

3A.5.12 MISE_A_JOUR_HISTORIQUE

Renvoie: néant.

Fonction: sauvegarde l'unité type_L_pdu, l'adresse_source, la priorité et le numéro_de_séquence associés à la MA_DATA.indication courante dans la variable RHIS.

3A.5.6 EXTRACT_CONTEXT

Returns: The SSAP, DSAP, remote_address, and service_class now contained in CONTEXT. The order of these parameters is as shown above.

Function: Sets CONTEXT to null.

3A.5.7 NOTIFY_MGT

Returns: None.

Function: Notifies the station management entity of a Protocol error and the conditions under which it occurred.

3A.5.8 REMOTE_STATUS?

Returns: *Active* if the RESPONDER role in one or more services of the DSAP underlying this machine is currently activated as described in Sections 10A and 10B.

Returns: *Inactive* OTHERWISE.

3A.5.9 RESOURCES?

Returns: *Available* if PLC resource is available and no MAC parameter indicated that MAC was without resources.

Returns: *Unavailable* OTHERWISE.

3A.5.10 DUPLICATE?

Returns: *Yes* if the L_pdu_type, source_address, priority, and sequence_number associated with the current MA_DATA.indication all agree with the values previously saved in RHIS.

Returns: *No* OTHERWISE.

3A.5.11 ACTIVATED?

Returns: *Yes* if the RESPONDER role for the service specified in the current MA_DATA.indication is currently activated for the DSAP underlying this machine.

Returns: *No* OTHERWISE.

3A.5.12 UPDATE_HISTORY

Returns: None.

Function: Save L_pdu_type, source_address, priority and sequence_number associated with the current MA_DATA.indication in RHIS.

3A.5.13 DEMANDE_ZONE_DONNEES

Renvoie: *libre* si SEM = *libre*.

Renvoie: *occupé* dans le cas contraire.

Fonction: met SEM en position *occupé* en cas de renvoi de *libre*.

3A.5.14 LIBERATION_ZONE_DONNEES

Renvoie: néant.

Fonction: met SEM en position *libre*.

3A.5.15 MISE_A_JOUR_ZONE_DONNEES

Renvoie: néant.

Fonction: l'unité L_sdu de la L_REPLY_UPDATE.demande courante remplace le contenu de la zone_de_données_partagée associée à la machine considérée.

3A.5.16 TYPE_REPONSE (type de L_pdu)

Renvoie: SDAR si l'unité L_pdu est du type SDA,
RDRR si l'unité L_pdu est du type RDR.

Renvoie: une indication d'erreur dans le cas contraire.

3A.5.17 FORMATION_RPDU (type_L_pdu, numéro_de_séquence, SSAP, DSAP, R_status, L_du)

Renvoie: une unité L_pdu.

Fonction: forme une réponse L_pdu dans le format spécifié à la section 3C avec les valeurs fournies par les arguments d'appel. Le bit C/R du champ SSAP est mis à 1. Cette unité L_pdu devient un paramètre de la MA_DATA.demande produite sur l'arc où FORMATION_RPDU est référencé.

3A.5.18 PAIRE (classe de service)

Renvoie: 0 si classe_de_service = 0 ou 1
2 si classe_de_service = 2 ou 3
4 si classe_de_service = 4 ou 5
6 si classe_de_service = 6 ou 7.

3A.5.19 MISE_A_JOUR_SEQ (priorité, adresse_destinataire)

Renvoie: néant.

Fonction: complète TSEQ (priorité, adresse_destinataire).

3A.6 Caractéristiques obligatoires

3A.6.1 Validité des trames de réponse

L'entité PLC éloignée doit donner une réponse valide pour chaque L_pdu de type SDA ou RDR qu'elle reçoit. En particulier l'état UN doit être renvoyé dans tous les cas de manque de ressources. Les mises à

3A.5.13 REQUEST_DATA_AREA

Returns: *Not_busy* IF SEM = *not_busy*.

Returns: *Busy* OTHERWISE.

Function: Set SEM = *busy* if *not_busy* is returned.

3A.5.14 RELEASE_DATA_AREA

Returns: None.

Function: Set SEM = *not_busy*.

3A.5.15 UPDATE_DATA_AREA

Returns: None.

Function: The L_sdu of the current L_REPLY_UPDATE request replaces the contents of the shared_data_area associated with this machine.

3A.5.16 RESPONSE_TYPE (L_pdu_type)

Returns: *SDAR* IF L_pdu_type = *SDA*
RDRR IF L_pdu_type = *RDR*.

Returns: Error indication OTHERWISE.

3A.5.17 BUILD_RPDU (L_pdu_type, sequence_number, SSAP, DSAP, R_status, L_du)

Returns: An L_pdu.

Function: Builds a response L_pdu of the format specified in Section 3C with values as supplied in the calling arguments. The C/R bit of the SSAP field is set to 1. This L_pdu becomes a parameter of the MA_DATA request generated on the arc which references BUILD_RPDU.

3A.5.18 EVEN (service_class)

Returns: 0 if service_class = 0 or 1
 2 if service_class = 2 or 3
 4 if service_class = 4 or 5
 6 if service_class = 6 or 7

3A.5.19 UPDATE_SEQ (priority, destination_address)

Returns: None.

Function: Complements TSEQ (priority, destination_address).

3A.6 Mandatory Features

3A.6.1 Validity of Response Frames

The remote PLC entity shall provide a valid response for each SDA and RDR L_pdu received. Specifically the UN status shall be returned

jour des zone_de_données_partagée n'influencent que les réponses aux unités L_pdu de type RDR.

3A.6.2 Retard_station_PLC

L'entité PLC éloignée doit donner une réponse L_pdu valide quand elle reçoit une MA_DATA.indication qui contient une unité L_pdu de type SDA ou RDR. Cette réponse doit être émise dans le temps voulu pour que la station éloignée observe les exigences en matière de retard_station_PLC (voir 5B.1.8).

3A.6.3 Machines à états obligatoires - Caractéristiques

3A.6.3.1 Machine locale

Il est obligatoire que la machine locale contienne toutes ses zones et toutes ses caractéristiques dans le cas des stations *INITIATEUR*. Cette machine locale n'est pas nécessaire dans le cas des stations *REPONDEUR*. Les attributs minimaux exigés pour l'entité PLC locale sont indiqués dans le tableau suivant:

Attributs	Exigences minimales pour l'INITIATEUR
SSAP individuels administrés localement	4
SSAP administrés globalement	01100000 01000000 11000000 01110000 réservé
Priorités supportées	4
Longueur_L_sdu maximale } supportées minimale }	512 octets

3A.6.3.2 Machine éloignée

La machine éloignée est obligatoire pour toutes les stations. Les arcs de cette machine ainsi que les caractéristiques se rapportant à cette machine sont repérés dans le tableau ci-après par un O lorsqu'ils sont obligatoires et par un - lorsqu'ils ne sont pas exigés, et ce pour les machines *INITIATEUR* et *REPONDEUR*. Toute variable ou fonction référencée dans un arc obligatoire est elle-même obligatoire.

Arcs	INITIATEUR	REPONDEUR
1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 et 15	O	O
2, 11, 12, 13	-	O

Les attributs minimaux de l'entité PLC éloignée exigés pour les stations *INITIATEUR* et *REPONDEUR* sont donnés dans le tableau ci-après:

in all cases where resources are not available. Updates of the shared_data_areas shall only influence responses to RDR type L_pdus.

3A.6.2 PLC_station_delay

The remote PLC entity shall provide a valid response L_pdu when it receives an MA_DATA.indication containing an SDA and RDR L_pdu. *This response shall be provided in a timely manner so that the remote station complies with the PLC_station_delay requirements (see 5B.1.8).*

3A.6.3 Mandatory State Machines and Features

3A.6.3.1 Local Machine

The local machine including all of its areas and features is mandatory for *INITIATOR* stations. The local machine is not required in *RESPONDER* stations. The minimum required attributes of the local PLC entity are given in the table below:

Attribute	Minimum <i>INITIATOR</i> Requirement
Individual Locally Administered SSAPS	4
Globally Administered SSAPS	01100000 01000000 11000000 01110000 Reserved
Priorities supported	4
Minimum, maximum L_sdu_length supported	512 octets

3A.6.3.2 Remote Machine

The Remote Machine is mandatory for all stations. The arcs of this machine and related machine features are categorized as Mandatory = M or - for Not required for *INITIATOR* and *RESPONDER* machines in the table below. Any variable or function referenced by a mandatory arc is itself mandatory.

Arc	<i>INITIATOR</i>	<i>RESPONDER</i>
1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 and 15	M	M
2, 11, 12, 13	-	M

The minimum required attributes of the Remote PLC entity for *INITIATOR* and *RESPONDER* stations are given in the table below.

<i>Attributs</i>	<i>Exigences minimales pour l'INITIATEUR</i>	<i>Exigences minimales pour le REPONDEUR</i>
DSAP individuels administrés localement	4	1
DSAP de groupe attribués localement	0	0
Zones de données partagées	0	1
DSAP globaux	01100000 01000000 11000000 01110000 réserve	01000000 01110000
Priorités supportées	4	4
Longueur_L_sdu maximale minimale } supportées	512 octets	16 octets

3A.6.4 *Etiquetage*

Le fournisseur doit étiqueter chaque station pour indiquer quelles options PLC sont supportées par le PLC ainsi que la valeur supportée par chaque attribut PLC.

3B. Description formelle de la machine_PLC

3B.1 *Vue d'ensemble*

La réalisation de la sous-couche PLC de chaque station dotée de fonctions INITIATEUR contient une machine locale pour chaque invocation supportée par la mise en oeuvre du PLC de la station. Une invocation se définit comme la combinaison spécifique d'un point SSAP et d'une priorité. La machine à états locale prend en compte toutes les demandes de l'utilisateur local ainsi que toutes les confirmations qu'il reçoit pour la priorité et le SSAP qui correspondent à cette invocation.

La mise en oeuvre de la sous-couche PLC de chaque station dotée de fonctions REPONDEUR contient une machine éloignée pour chaque point DSAP supporté par la mise en oeuvre du PLC de la station. La machine à états éloignée prend en compte toutes les indications adressées à l'utilisateur éloigné dépendant de ce point DSAP et gère la zone_de_données_partagée associée à ce DSAP. Ces indications sont habituellement engendrées par la réception de trames circulant sur le réseau local.

<i>Attribute</i>	<i>Minimum INITIATOR Requirement</i>	<i>Minimum RESPONDER Requirement</i>
Individually Locally Administered DSAPs	4	1
Group Locally Assigned DSAPs	0	0
Shared_data_areas	0	1
Global DSAPs	01100000 01000000 11000000 01110000 Reserved	01000000 01110000
Priorities supported	4	4
Minimum, maximum L_sdu_length supported	512 octets	16 octets

3A.6.4 Labelling

The vendor shall label each station to show which PLC options are supported and the supported value of each PLC attribute.

3B. PLC_Machine Formal Description

3B.1 Overview

The PLC sublayer implementation in each station with Initiator functions contains one local machine for each invocation supported by this station's PLC implementation. An invocation is defined as a specific combination of one SSAP and one priority. The Local state machine handles all requests from and confirmations to the Local user at the priority and SSAP corresponding to this invocation.

The PLC sublayer implementation in each station with Responder functions contains one remote machine for each DSAP supported by this station's PLC implementation. This remote state machine handles all indications to the remote user at this DSAP and manages the shared_data_area associated with this DSAP. These indications usually arise as a result of frames received over the local area network.

Chaque machine à états décrit l'ensemble d'opérations exécutées pour supporter l'une de ces invocations de PLC ou l'un de ces points DSAP. Elle est définie au moyen des techniques descriptives utilisées pour les machines à états. Ces machines à états ne spécifient aucune technique de réalisation particulière, mais servent plutôt à décrire de l'extérieur les caractéristiques de l'entité PLC, telles que les perçoivent les entités PLC d'autres stations ou une couche d'ordre supérieur (telle que l'utilisateur) de la même station.

3B.1.1 Invocations des machines à états

Chaque machine est représentée pour supporter une seule invocation. Une machine à états locale distincte est invoquée pour chaque combinaison priorité/SSAP supportée par la mise en oeuvre de la sous-couche PLC de la station. Une machine à états éloignée distincte est invoquée pour chaque DSAP supporté par la mise en oeuvre de la sous-couche PLC de la station.

Il n'est pas nécessaire que toutes les stations membres d'un même réseau supportent le même nombre d'invocations de PLC.

3B.1.2 Diagrammes d'états

Les figures 3-2 et 3-3 représentent respectivement les diagrammes d'états des machines locale et éloignée. Les transitions d'états sont indiquées en détail dans les tableaux 3-1 et 3-2 établis conformément aux techniques exposées en 3B.2.

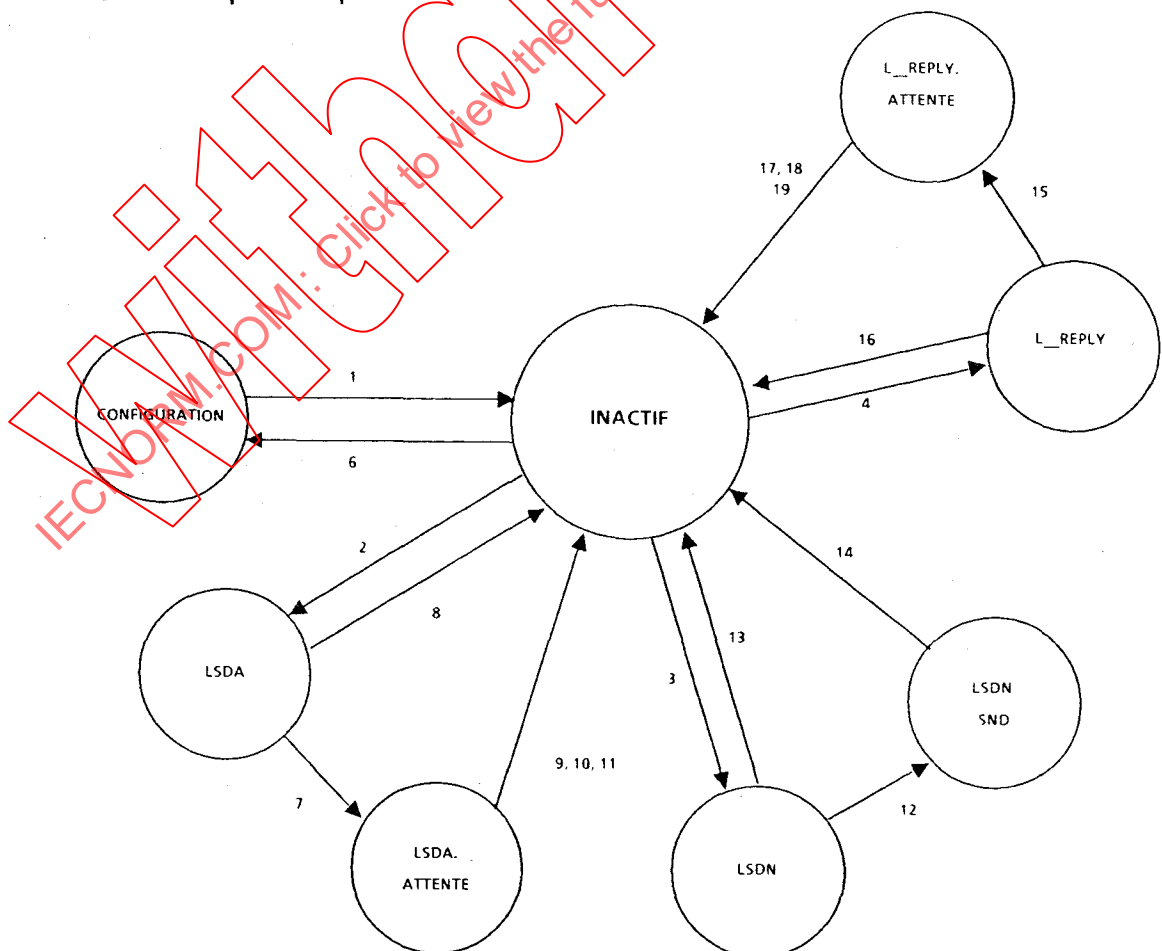


Fig. 3-2. - Diagramme d'états de la machine_PLC locale.

Each state machine describes the set of operations performed to support one of these PLC invocations or DSAPs. It is defined using state machines descriptive techniques. These state machines do not specify particular implementation techniques; rather they are intended to describe the external characteristics of the PLC entity as perceived by the corresponding PLC entity in another station or by a higher layer, i.e. the user, in the same station.

3B.1.1 State Machine Invocations

Each machine is shown for the support of a single invocation. A separate Local state machine is invoked for each priority/SSAP combination that is supported by this station's implementation of the PLC sublayer. A separate Remote machine is invoked for each DSAP that is supported by the station's implementation of the PLC sublayer.

Stations that are members of a single network need not support the same number of PLC invocations.

3B.1.2 State Diagrams

Figures 3-2 and 3-3 show the Local and Remote machines state diagrams respectively. These state transitions are detailed in Tables 3-1 and 3-2 which are constructed according to the techniques given in 3B.2.

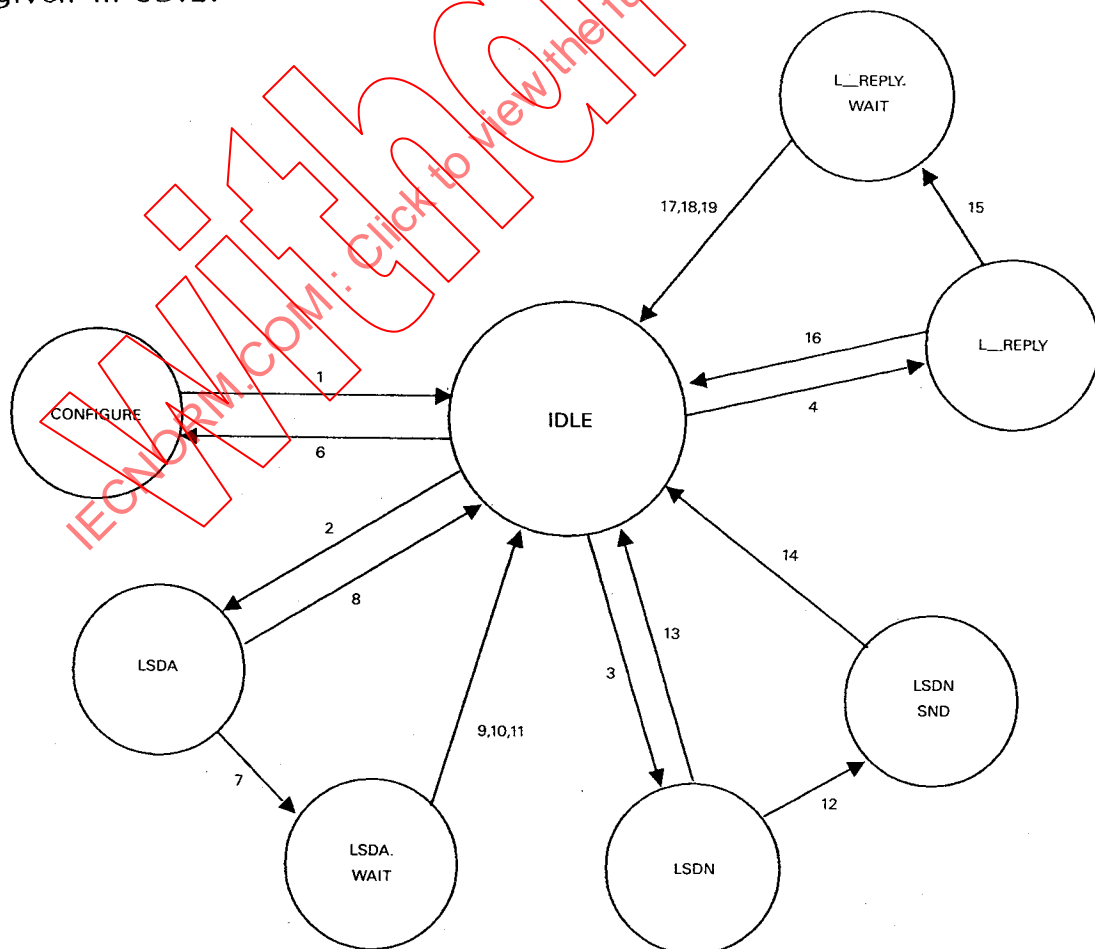


Fig. 3-2. - PLC Local Machine State Diagram.

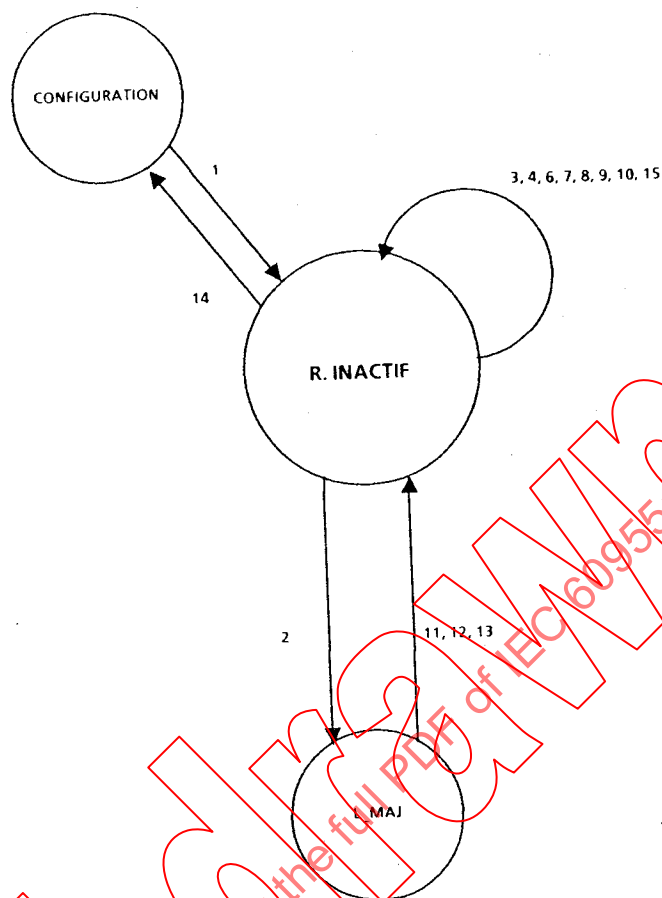


Fig. 3-3. - Diagramme d'états de la machine_PLC éloignée.

3B.2 Techniques utilisées pour la description des machines à états PLC

Cet article donne des directives pour interpréter les tableaux d'états de la machine_PLC.

Les tableaux 3-1 et 3-2 illustrent les transitions d'état des machine_PLC locale et éloignée. Chacun comporte une colonne pour l'état courant, une colonne pour l'événement qui provoque la transition, une pour les actions éventuellement exécutées avant la transition et une pour l'état suivant. Cette combinaison d'un état courant, de l'événement qui cause une transition, d'actions et de l'état suivant s'appelle un arc. Les tableaux définissent et numérotent tous les arcs valides.

Les points suivants s'appliquent à l'interprétation des tableaux d'états:

- a) les arcs n'ont pas d'ordre présumé. Ils sont également mutuellement exclusifs. Ainsi, le premier événement à être satisfait entraîne l'exécution de l'arc correspondant et de lui seul dans l'état courant;
- b) tout arc peut finir par le même état ou par un état différent;

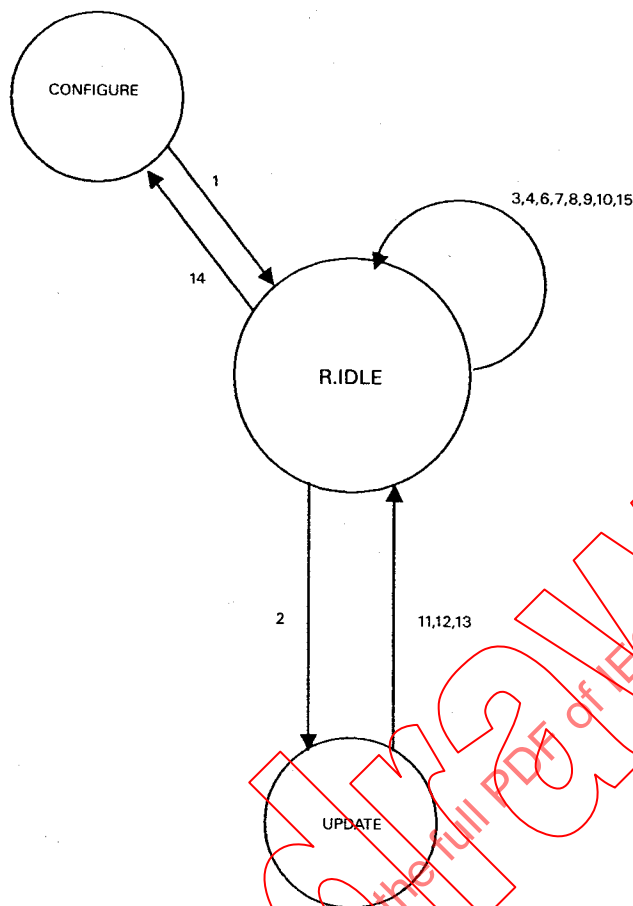


Fig. 3-3. - PLC Remote Machine State Diagram.

3B.2 Techniques Used in the PLC_Machine State Descriptions

This clause provides guidance in interpreting the PLC_machine state tables.

Tables 3-1 and 3-2 display the state transitions for the local and remote PLC_machines. Each includes columns for the current state, the event which causes state transition, any action(s) taken before the transition, and the next state. This combination of a current state, an event causing a transition, some actions, and the next state is known as an arc. These tables define and number all valid arcs.

The following points apply to the interpretation of the state tables:

- a) there is no implied ordering to the arcs. Also arcs are mutually exclusive. Thus the first event that is satisfied causes the corresponding arc, and no other arc from the current state, to be executed;
- b) an arc may terminate in the same or a different state;

- c) les événements qui ne sont pas répertoriés comme entrées valides pour l'état courant ne doivent pas entraîner de transitions d'état;
- d) les actions spécifiées pour un arc sont exécutées dans l'ordre donné par le tableau d'état. La transition ne provoque aucune autre action;
- e) les tableaux donnent les fonctions, procédures, variables et constantes définies dans la section 3A;
- f) référence est faite aux primitives définies dans les sections 2A, la partie 4 et la section 10B;
- g) par convention, si une primitive et une seule à une interface donnée est mentionnée dans la définition d'un arc, tous les paramètres relatifs à cette interface sont alors ceux de la primitive. Si la définition d'un arc ne mentionne aucune primitive ou plus d'une primitive à une interface, chaque paramètre est alors explicitement rattaché à la primitive appropriée;
- h) quand un même arc comporte des primitives demande et confirmation à une même interface, les paramètres de la confirmation sont ceux de la demande sauf indication contraire;
- i) les paramètres indiqués pour une primitive sont les seuls paramètres dont les valeurs sont pertinentes pour décider de l'arc à suivre (s'il y a lieu);
- j) l'activation et la configuration des LSAP sont décrites dans les sections 10A et 10B ainsi que dans l'annexe 10B;
- k) la reprise après erreur sera étudiée ultérieurement.

3B.3 *Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC locale*

Le tableau 3-1 décrit la machine à états PLC locale (émettrice). Cette machine locale traite les demandes de service (sauf les demandes de mise à jour) en provenance de l'utilisateur local de PROWAY ainsi que les confirmations à l'attention de cet utilisateur local.

- c) events which are not listed as valid inputs to the current state shall not cause state transitions;
- d) actions specified for an arc are executed in the order that they appear in the state table. No other actions are taken on the transition;
- e) functions, procedures, variables, and constants defined in Section 3A are in these tables;
- f) primitives defined in Section 2A, Part 4 and Section 10B are referenced;
- g) by convention if one and only one primitive at a given interface is mentioned in the definition of an arc, then all parameters related to that interface are parameters of that primitive. If none or more than one primitive at an interface are mentioned in the definition of an arc, then each parameter is explicitly related to the appropriate primitive;
- h) when request and confirmation primitives at the same interface occur in the same arc, the confirmation parameters are those of the request unless otherwise stated;
- i) the parameters listed for a primitive are the only parameters whose value are germane in deciding which (if any) arc to take;
- j) activation and configuration of LSAPs are described in Sections 10A and 10B and Appendix 10(B);
- k) error recovery is for further study.

3B.3 *State Transition Table for Local PLC State Machine*

Table 3-1 describes the local (originating) PLC state machine. The local machine handles service requests (except Update requests) originating from the local PROWAY user and confirmation to that local User.

Tableau 3-1

Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC locale

Etat courant	Événement	Action	Etat suivant	Arc n°
CONFIGURATION	ETAT_LOCAL?=actif	Néant	INACTIF	1
INACTIF	L_DATA_ACK.demande	MISE_A_JOUR_CONTEXTE	LSDA	2
INACTIF	L_DATA.demande	MISE_A_JOUR_CONTEXTE	LSDN	3
INACTIF	L_REPLY.demande	MISE_A_JOUR_CONTEXTE	L_REPLY	4
INACTIF	ETAT_LOCAL?=inactif	Néant	CONFIGURATION	6
LSDA	VALIDE?=valide	FORMATION_PDU (L_pt:=SDA, SEQ:=SEQUENCE (RA), SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, L_du:=L_sdu) MA_DATA.demande (DA:=RA, M_sdu:=L_pdu, PR:=priorité_courante CC:=RR)	LSDA.ATTENTE	7
LSDA	VALIDE?<>valide	L_DATA_ACK.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE, [SSAP, DSAP, RA, SC])	INACTIF	8
LSDA.ATTENTE	MA_DATA.confirmation (M_status<>OK)	L_DATA_ACK.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE [SSAP, DSAP, RA, SC], L_sdu:=vide, L_status:=M_status)	INACTIF	9
LSDA.ATTENTE	(MA_DATA.indication [SA=RA courante et SSAP=DSAP courante et L_pt=SDAR] et MA_DATA.confirmation (M_status=OK))	L_DATA_ACK.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE [SSAP, DSAP, RA, SC] L_sdu:=vide, L_status) MISE_A_JOUR_SEQ (RA_courante)	INACTIF	10
LSDA.ATTENTE	(MA_DATA.indication [SA<>RA_courante ou SSAP<>DSAP_courante ou L_pt<>SDAR ou L_du<>vide])	NOTIFICATION_MGT	INACTIF	11
LSDN	VALIDE?=valide	FORMATION_PDU (L_pt:=SDN, SEQ:=0, SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, L_du:=L_sdu) MA_DATA.demande (DA:=RA, M_sdu:=L_pdu, CC:=RQ PR:=priorité_courante)	LSDN.SND	12

Table 3-1

State Transition Table for the Local PLC State Machine

Current state	Event	Action	Next state	Arc No.
CONFIGURE	LOCAL_STATUS?=Active	None	IDLE	1
IDLE	L_DATA_ACK.request	UPDATE_CONTEXT	LSDA	2
IDLE	L_DATA.request	UPDATE_CONTEXT	LSDN	3
IDLE	L_REPLY.request	UPDATE_CONTEXT	L_REPLY	4
IDLE	LOCAL_STATUS?=Inactive	None	CONFIGURE	6
LSDA	VALIDATE?=Valid	BUILD_PDU (L_pt:=SDA, SEQ:=SEQUENCE (RA), SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, L_du:=L_sdu) MA_DATA.request (DA:=RA, M_sdu:=L_pdu, PR:=current_priority CC:=RR)	LSDA.WAIT	7
LSDA	VALIDATE?<>Valid	L_DATA_ACK.confirm (EXTRACT_CONTEXT, [SSAP, DSAP, RA, SC])	IDLE	8
LSDA.WAIT	MA_DATA.confirm (M_status<=OK)	L_DATA_ACK.confirm (EXTRACT_CONTEXT [SSAP, DSAP, RA, SC], L_sdu:=null, L_status:=M_status)	IDLE	9
LSDA.WAIT	(MA_DATA.indication [SA=current_RA AND SSAP=current_DSAP AND L_pt=SDAR] AND MA_DATA.confirm (M_status=OK))	L_DATA_ACK.confirm (EXTRACT_CONTEXT [SSAP, DSAP, RA, SC] L_sdu:=null, L_status) UPDATE_SEQ (current_RA)	IDLE	10
LSDA.WAIT	(MA_DATA.indication [SA<>current_RA OR SSAP<>current_DSAP OR L_pt<>SDAR OR L_du<>null])	NOTIFY_MGT	IDLE	11
LSDN	VALIDATE?=Valid	BUILD_PDU (L_pt:=SDN, SEQ:=0, SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, L_du:=L_sdu) MA_DATA.request (DA:=RA, M_sdu:=L_pdu, CC:=RQ PR:=current_priority)	LSDN.SND	12

Tableau 3-1 (fin)

Etat courant	Evénement	Action	Etat suivant	Arc n°
LSDN	VALIDE?<>valide	L_DATA.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE [SSAP, DSAP, RA, SC] L_status:=VALIDE)	INACTIF	13
LSDN.SND	MA_DATA.confirmation	L_DATA.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE [SSAP, DSAP, RA, SC] L_status:=M_status)	INACTIF	14
L_REPLY	VALIDE?=valide	FORMATION_PDU (L_pt:=RDR, SEQ:=SEQUENCE(RA), SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, L_sdu:=vide, MA_DATA.demande (DA:=RA, M_sdu:=L_pdu, PR:=priorité_courante CC:=RR))	L_REPLY.ATTENTE	15
L_REPLY	VALIDE?<>valide	L_REPLY.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE [SSAP, DSAP, RA, SC], L_sdu:=vide L_status:=VALIDE)	INACTIF	16
L_REPLY.ATTENTE	MA_DATA.confirmation (M_status<>OK)	L_REPLY.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE [SSAP, DSAP, RA, SC], L_sdu:=vide L_status:=M_status)	INACTIF	17
L_REPLY.ATTENTE	(MA_DATA.indication [SA=RA_courante et SSAP=DSAP_courante et L_pt=RD RR] et MA_DATA.confirmation (M_status=OK))	L_REPLY.confirmation (EXTRACTION_CONTEXTE [SSAP, DSAP, RA, SC], L_status), MISE_A_JOUR_SEQ (RA_courante)	INACTIF	18
L_REPLY.ATTENTE	(MA_DATA.indication [SA<>RA_courante ou SSAP<>DSAP_courante ou L_pt<>RD RR])	NOTIFICATION_MGT	INACTIF	19

Table 3-1 (end)

Current state	Event	Action	Next state	Arc No.
LSDN	VALIDATE?<>Valid	L_DATA.confirm (EXTRACT_CONTEXT [SSAP, DSAP, RA, SC] L_status:=VALIDATE)	IDLE	13
LSDN.SND	MA_DATA.confirm	L_DATA.confirm (EXTRACT_CONTEXT [SSAP, DSAP, RA, SC] L_status:=M_status)	IDLE	14
L_REPLY	VALIDATE?=Valid	BUILD_PDU (L_pt:=RDR, SEQ:=SEQUENCE(RA), SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, L_sdu:=null) MA_DATA.request (DA:=RA, M_sdu:=L_pdu, PR:=current priority CC:=RR)	L_REPLY.WAIT	15
L_REPLY	VALIDATE?<>Valid	L_REPLY.confirm (EXTRACT_CONTEXT [SSAP, DSAP, RA, SC], L_sdu:=null L_status:=VALIDATE)	IDLE	16
L_REPLY.WAIT	MA_DATA.confirm (M_status<>OK)	L_REPLY.confirm (EXTRACT_CONTEXT [SSAP, DSAP, RA, SC] L_sdu:=null L_status:=M_status)	IDLE	17
L_REPLY.WAIT	(MA_DATA.indication [SA=current_RA AND SSAP=current_DSAP AND L_pt=RD RR] AND MA_DATA.confirm (M_status=OK))	L_REPLY.confirm (EXTRACT_CONTEXT [SSAP, DSAP, RA, SC], L_status), UPDATE_SEQ (current_RA)	IDLE	18
L_REPLY.WAIT	(MA_DATA.indication [SA<>current_RA OR SSAP<>current_DSAP OR L_pt_RD RR])	NOTIFY_MGT	IDLE	19

3B.4 Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC éloignée

Le tableau 3-2 décrit la machine à états PLC éloignée qui traite les indications de service émanant de la couche MAC en gérant les zone_de_données_partagée.

Tableau 3-2

Tableau des transitions d'états de la machine à états PLC éloignée

Etat courant	Événement	Action	Etat suivant	Arc n°
CONFIGURATION	ETAT_ELOIGNE?=actif	Néant	R.INACTIF	1
R.INACTIF	ETAT_ELOIGNE?=inactif	Néant	CONFIGURATION	14
R.INACTIF	L_REPLY_UPDATE.demande	Néant	L_UPDATE	2
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (L_pt=SDN) et RESSOURCES?=disponibles et ACTIVE?=oui)	L_DATA.indication (SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, LA:=SA, RA:=DA, SC:=PR, L_sdu:=L_du)	R.INACTIF	3
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA) et L_du<>vide et RESSOURCES?=disponibles et ACTIVE?=oui et DUPLICATION?=non)	FORMATION_RPDU (L_pt:=SDAR, SEQ:=NON(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=OK, L_du:=vide) MA_DATA.demande (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) L_DATA_ACK.indication (SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, LA:=SA, RA:=DA, L_sdu:=L_du) MISE_A_JOUR_HISTORIQUE STAT:=OK	R.INACTIF	4
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA) et DUPLICATION?=oui et ACTIVE?=oui)	FORMATION_RPDU (L_pt:=SDAR, SEQ:=NON(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=STAT, L_du:=vide) MA_DATA.demande (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR)	R.INACTIF	6

3B.4 State Transition Table for the Remote PLC State Machine

Table 3-2 describes the remote PLC state machine which handles service indications originating from the MAC layer and manages shared_data_areas.

Table 3-2

State Transition Table for the Remote PLC State Machine

Current state	Event	Action	Next state	Arc No.
CONFIGURE	REMOTE_STATUS?=Active	None	R.IDLE	1
R.IDLE	REMOTE_STATUS?=Inactive	None	CONFIGURE	14
R.IDLE	L_REPLY_UPDATE.request	None	L_UPDATE	2
R.IDLE	(MA_DATA.indication (L_pt=SDN) AND RESOURCES?=Available AND ACTIVE?=Yes)	L_DATA.indication (SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, LA:=SA, RA:=DA, SC:=PR, L_sdu:=L_du)	R.IDLE	3
R.IDLE	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA) AND L_du<>null AND RESOURCES?=Available AND ACTIVATED?=Yes AND DUPLICATE?=No)	BUILD_RPDU (L_pt:=SDAR, SEQ:=NOT(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=OK, L_du:=null) MA_DATA.request (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) L_DATA_ACK.indication (SSAP:=SSAP, DSAP:=DSAP, LA:=SA, RA:=DA, L_sdu:=L_du) UPDATE_HISTORY STAT:=OK	R.IDLE	4
R.IDLE	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA) AND DUPLICATE?=Yes AND ACTIVATED?=Yes)	BUILD_RPDU (L_pt:=SDAR, SEQ:=NOT(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=STAT, L_du:=null) MA_DATA.request (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR)	R.IDLE	6

Tableau 3-2 (suite)

Etat courant	Evénement	Action	Etat suivant	Arc n°
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (L_pt=RDR) et DEMANDE_ZONE_DONNEES= libre et ACTIVE?=oui)	FORMATION_RPDU (L_pt:=RDRR, SEQ:=NON(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=OK, L_du:=contenu de la zone_de_données_ partagée) MA_DATA.demande (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) L_REPLY.indication (SSAP:=NSAP, DSAP:=DSAP, LA:=SA, SC:=PR, L_sdu:=vide) LIBERATION_ZONE_DONNEES MISE_A_JOUR_HISTORIQUE STAT:=OK	R.INACTIF	7
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (L_pt=RDR) et DEMANDE_ZONE_DONNEES= occupé ou RESSOURCES?= indisponibles et ACTIVE?=oui)	FORMATION_RPDU (L_pt:=RDRR, SEQ:=NON(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, L_status:=UN, L_du:=vide) MA_DATA.demande (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) MISE_A_JOUR_HISTORIQUE STAT:=UN	R.INACTIF	8
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA et L_du=vide) et ACTIVE?=oui)	FORMATION_RPDU (L_pt:=SDA, SEQ:=0, SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=OK, L_du:=vide) MA_DATA.demande (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) MISE_A_JOUR_HISTORIQUE STAT:=OK	R.INACTIF	15

Table 3-2 (continued)

Current state	Event	Action	Next state	Arc No.
R.IDLE	(MA_DATA.indication (L_pt=RDR) AND REQUEST_DATA_AREA= Not Busy AND ACTIVATED?=Yes)	BUILD_RPDU (L_pt:=RDRR, SEQ:=NOT(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=OK, L_du:=shared_data_ area_contents) MA_DATA.request (M_sdu:=L_pdu DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) L_REPLY.indication (SSAP:=NSAP, DSAP:=DSAP, LA:=SA, SC:=PR, L_sdu:=null) RELEASE_DATA_AREA UPDATE_HISTORY STAT:=OK	R.IDLE	7
R.IDLE	(MA_DATA.indication (L_pt=RDR) AND REQUEST_DATA_AREA= Busy OR RESOURCES?= Unavailable AND ACTIVATED?=Yes)	BUILD_RPDU (L_pt:=RDRR, SEQ:=NOT(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, L_status:=UN, L_du:=null) MA_DATA.request (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) UPDATE_HISTORY STAT:=UN	R.IDLE	8
R.IDLE	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA AND L_du=null) AND ACTIVATED?=Yes)	BUILD_RPDU (L_pt:=SDA, SEQ:=0, SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=OK, L_du:=null) MA_DATA.request (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) UPDATE_HISTORY STAT:=OK	R.IDLE	15

Tableau 3-2 (fin)

Etat courant	Evénement	Action	Etat suivant	Arc n°
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (CC=RR) et ACTIVE?=non)	FORMATION_RPDU (L_pt:=TYPE_REPONSE (type_L_pdu), SEQ:=NON(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=RS, L_du:=vide) MA_DATA.demande (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) MISE_A_JOUR_HISTORIQUE STAT:=RS	R.INACTIF	9
R.INACTIF	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA) et DUPLICATION?=non et ACTIVE?=oui, RESSOURCES?=indisponibles)	FORMATION_RPDU (L_pt:=SDAR, SEQ:=NON(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=UN, L_du:=vide) MA_DATA.demande (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) STAT:=UN	R.INACTIF	10
L_MAJ	(R VALIDE?=valide et DEMANDE_ZONE_DONNEES=libre)	MISE_A_JOUR_ZONE_DONNEES L_REPLY_UPDATE.confirmation (DSAP:=DSAP, L_status:=OK) LIBERATION_ZONE_DONNEES	R.INACTIF	11
L_MAJ	(R VALIDE? <>valide)	L_REPLY_UPDATE.confirmation (DSAP:=DSAP, L_status:=R.VALIDE)	R.INACTIF	12
L_MAJ	(VALIDE?=valide et DEMANDE_ZONE_DONNEES=occupé)	L_REPLY_UPDATE.confirmation (DSAP:=DSAP, L_status:=UN)	R.INACTIF	13

Table 3-2 (end)

Current state	Event	Action	Next state	Arc No.
R.IDLE	(MA_DATA.indication (CC=RR) AND ACTIVATED?=No)	BUILD_RPDU (L_pt:=RESPONSE_TYPE (L_pdu_type), SEQ:=NOT(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=RS, L_du:=null) MA_DATA.request (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) UPDATE_HISTORY STAT:=RS	R.IDLE	9
R.IDLE	(MA_DATA.indication (L_pt=SDA) AND DUPLICATE?=No AND ACTIVATED?=Yes, RESOURCES?=Unavailable)	BUILD_RPDU (L_pt:=SDAR, SEQ:=NOT(SEQ), SSAP:=DSAP, DSAP:=SSAP, R_status:=UN, L_du:=null) MA_DATA.request (M_sdu:=L_pdu, DA:=SA, CC:=RS, PR:=PR) STAT:=UN	R.IDLE	10
L_UPDATE	(R_VALIDATE?=Valid AND REQUEST_DATA_AREA=Not_Busy)	UPDATE_DATA_AREA L_REPLY_UPDATE.confirm (DSAP:=DSAP, L_status:=OK) RELEASE_DATA_AREA	R.IDLE	11
L_UPDATE	(R_VALIDATE? <>Valid)	L_REPLY_UPDATE.confirm (DSAP:=DSAP, L_status:=R.VALIDATE)	R.IDLE	12
L_UPDATE	(VALIDATE?=Valid AND REQUEST_DATA_AREA=Busy)	L_REPLY_UPDATE.confirm (DSAP:=DSAP, L_status:=UN)	R.IDLE	13

3C. Format des unités de données de protocole PLC

3C.1 Fonction de l'unité_de_données_de_protocole_PLC

Les unités_de_données_de_protocole_PLC (L_pdu) sont utilisées pour transmettre des données, des commandes ou des informations d'état entre les entités PLC coopérantes.

L'unité L_pdu envoi_de_données_sans_accusé_de_réception (SDN) est utilisée par le PLC local pour envoyer des unités L_du à une ou plusieurs stations éloignées sans demander d'accusé de réception. L'élément L_pdu.SDN est invoqué par une primitive L_DATA.demande.

L'unité L_pdu envoi_de_données_avec_accusé_de_réception (SDA) est utilisée par le PLC local pour envoyer des unités L_pdu à une station éloignée en lui demandant un accusé de réception. L'élément L_pdu.SDA est invoqué par une primitive L_DATA_ACK.demande.

L'unité L_pdu demande_de_données_avec_réponse (RDR) est utilisée par le PLC local pour faire passer une demande de données à une station éloignée. L'élément L_pdu.RDR est invoqué par une primitive L_REPLY.demande.

3C.2 Structure des unités_de_données_de_protocole_PLC

Chaque unité_de_données_de_protocole_PLC (L_pdu) doit contenir un en-tête_PLC de 3 ou 4 octets. De plus, l'unité L_pdu peut contenir une unité_de_données_de_liaison (L_du), c'est-à-dire un champ d'informations.

Le format de l'unité L_pdu PLC est le suivant:

en-tête_PLC	L_du
3 ou 4 octets	M octets

↑
premier bit envoyé ou reçu
de la sous-couche MAC

M = 0 à 1 000

La structure de l'unité L_pdu dépend du service demandé. La structure des unités L_pdu pour chaque service PROWAY est donnée dans le tableau 3-3.

3C. PLC Protocol Data Unit Format

3C.1 Function of the PLC_Protocol_Data_Unit

PLC_protocol_data_units (L_pdus) are used to transfer data, commands or status information between cooperating PLC entities.

The *send_data_with_no_acknowledge* (SDN) L_pdu is used by the local PLC to convey an L_du to one or more remote stations without requiring an acknowledge. The SDN.L_pdu is invoked by the L_DATA.request primitive.

The *send_data_with_acknowledge* (SDA) L_pdu is used by the local PLC to convey an L_pdu to one remote station and to request an acknowledge from that remote station. The SDA.L_pdu is invoked by the L_DATA_ACK.request primitive.

The *request_data_with_response* (RDR) L_pdu is used by the local PLC to pass a request for data to a remote station. The RDR.L_pdu is invoked by the L_REPLY.request primitive.

3C.2 Structure of the PLC_Protocol_Data_Unit

Each PLC_protocol_data unit (L_pdu) shall contain a 3 or 4 octet PLC_header. In addition the L_pdu may contain a Link_data_unit (L_du), i.e., information field.

The format of the PLC L_pdu is:

PLC_header	L_du
3 or 4 octets	M octets



First bit delivered to or received from the MAC sublayer

M = 0 to 1 000

The structure of the L_pdu depends on the service that is requested. The structure of the L_pdu for each PROWAY service is given in Table 3-3.

Tableau 3-3

Structure des unités_de_données_de_protocole_PLC

Type_L_pdu	Codage de type_L_pdu	Présence de R_status	Commande /Réponse	Présence d'une L_du
SDN = envoi de données sans accusé de réception	11000000	Non	Commande	oui
SDA = envoi de données avec accusé réception	1110011S	Non	Commande	oui
RDR = demande de données avec réponse	1110111S	Non	Commande	non
SDAR = réponse SDA	1110011S	Oui	Réponse	non
RDRR = réponse RDR	1110111S	Oui	Réponse	oui

↑
1er bit envoyé à ou reçu de la sous-couche MAC

S = numéro_de_séquence

3C.2.1 Composition de l'en-tête PLC

L'en-tête PLC spécifie le type_L_pdu PLC de l'unité L_pdu et fournit des informations complémentaires qui dépendent de type_L_pdu. L'en-tête PLC comprend:

- un champ DSAP,
- un champ SSAP,
- un champ type_L_pdu,
- un champ R_STATUS pour les type_L_pdu réponse comme indiqué dans le tableau 3-3.

Le format de cet en-tête PLC est le suivant:

1er bit envoyé à MAC ou reçu de MAC

Champ DSAP	Champ SSAP	Type_L_pdu	R_status
1 octet	1 octet	1 octet	0 ou 1 octet

3C.2.2 Points d'accès au service

Chaque unité L_pdu PLC doit contenir deux champs point_d'accès_au_service_liaison (LSAP): le champ point destinataire d'accès au service (DSAP) et le champ point source d'accès au service (SSAP). L'élément DSAP identifie le ou les points d'accès au service auxquels l'unité L_du PLC est destinée. L'élément SSAP identifie le point spécifique d'accès d'où provient l'unité L_du.

Table 3-3

PLC_Protocol_Data_Unit Structure

L_pdu_type	L_pdu_type Coding	R_status Present	Command/ Response	L_du Present
SDN=Send data with no acknowledge	11000000	No	Command	Yes
SDA=Send data with acknowledge	1110011S	No	Command	Yes
RDR=Request data with response	1110111S	No	Command	No
SDAR=SDA Response	1110011S	Yes	Response	No
RDRR=RDR Response	1110111S	Yes	Response	Yes

↑
1st bit delivered to or received from MAC

S = Sequence_number

3C.2.1 PLC Header Composition

The PLC header specifies the PLC L_pdu_type of this L_pdu and provides additional information that depends on the L_pdu_type. The PLC header consists of:

- a DSAP field,
- an SSAP field,
- an L_pdu_type field,
- an R_status field for response L_pdu_types as shown in Table 3-3.

The format of the PLC_header is as shown below:

1st bit delivered to or received from MAC

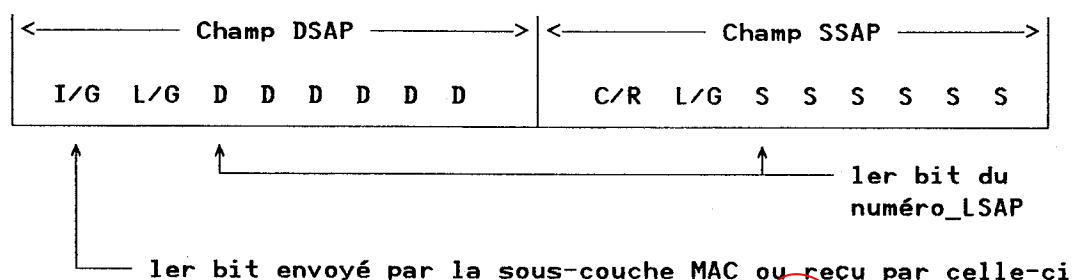
DSAP Field	SSAP Field	L_pdu_type	R_status
1 octet	1 octet	1 octet	0 or 1 octet

3C.2.2 Service Access Points

Each PLC L_pdu shall contain two Link_service_access_point (LSAP) fields: the Destination Service Access Point (DSAP) field and the Source Service Access Point (SSAP) field. The DSAP shall identify the one or more service access points for which the PLC L_du is intended. The SSAP shall identify the specific access point from which the L_du was initiated.

3C.2.2.1 Représentation de LSAP

Elle est de la forme:



I/G = 0 DSAP INDIVIDUEL

I/G = 1 DSAP DE GROUPE

C/R = 0 PDU DE COMMANDE

C/R = 1 PDU DE REPONSE

L/G = 0 LSAP ATTRIBUE LOCALEMENT

L/G = 1 LSAP RESERVE POUR DEFINITION PAR LES ORGANISMES DE NORMALISATION

Etendue des numéro_LSAP = 0 à 63.

3C.2.2.2 Composition du champ LSAP

3C.2.2.2.1 Chaque champ LSAP doit contenir 1 octet.

3C.2.2.2.2 Chaque champ LSAP doit contenir 6 bits du numéro LSAP réel.

3C.2.2.2.3 Le bit I/G doit être le premier bit du champ DSAP à être fourni à la couche MAC. Si ce bit vaut "0", il indique qu'il s'agit d'une adresse DSAP individuelle. Si ce bit vaut "1", il indique qu'il s'agit d'une adresse DSAP de groupe qui identifie un seul, un ou plusieurs, ou tous les points ou aucun des points d'accès au service qui sont desservis par l'entité PLC. Les adresses DSAP de groupe ne sont autorisées qu'au cas où le type_L_pdu est SDN.

3C.2.2.2.4 Le bit C/R doit être le premier bit du champ SSAP à être fourni à la couche MAC. Si ce bit vaut "0", il indique que l'unité L_pdu est une commande. Si ce bit vaut "1", il indique que cette unité L_pdu est une réponse ainsi que le montre le tableau 3-3.

3C.2.2.3 Utilisation de l'adresse LSAP

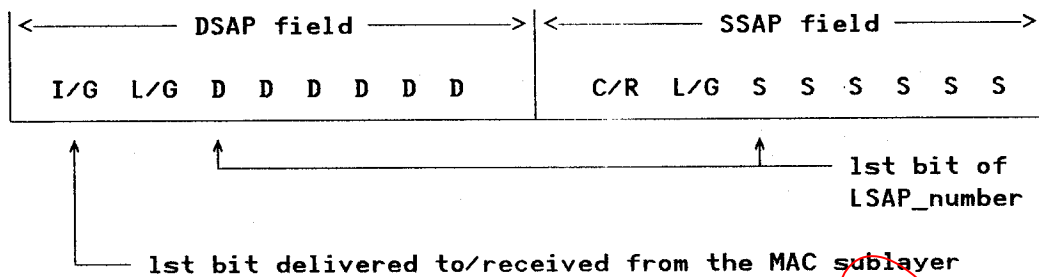
Un LSAP individuel doit être utilisable à la fois comme adresse SSAP et DSAP. Une adresse LSAP de groupe ou l'adresse LSAP globale ne sont utilisables que comme adresse DSAP et seulement en conjonction avec des unités L_pdu de type SDN.

3C.2.2.4 Attributions de l'adresse LSAP globale

3C.2.2.4.1 Adresse DSAP globale

L'adresse DSAP globale comporte tous les bits du champ DSAP à '1' (11111111). Ce DSAP peut être utilisé uniquement avec une unité L_pdu de type SDN qui indique que cette unité L_pdu concerne tous les DSAP en activité desservis par l'entité MAC sous-jacente.

3C.2.2.1 LSAP Representation shall be:



I/G = 0 INDIVIDUAL DSAP

I/G = 1 GROUP DSAP

C/R = 0 COMMAND PDU

C/R = 1 RESPONSE PDU

L/G = 0 LOCALLY ASSIGNED LSAP

L/G = 1 LSAP IS RESERVED FOR DEFINITIONS BY STANDARDS BODIES

LSAP_NUMBER RANGE = 0 to 63.

3C.2.2.2 LSAP Field Composition

3C.2.2.2.1 Each LSAP field shall contain 1 octet.

3C.2.2.2.2 Each LSAP field shall contain 6 bits of the actual LSAP number.

3C.2.2.2.3 The I/G bit shall be the first bit delivered to the MAC of the DSAP field. If this bit is "0", it shall indicate that the address is an individual DSAP address. If this bit is "1", it shall indicate that the address is a group DSAP address that identifies none, one or more, or all of the service access points that are serviced by the PLC entity. Group DSAP addresses are allowed only if the L_pdu_type is SDN.

3C.2.2.2.4 The C/R bit shall be the first bit delivered to MAC of the SSAP field. If this is "0", it shall indicate that the L_pdu is a command. If this bit is "1", it shall indicate that the L_pdu is a response as shown in Table 3-3.

3C.2.2.3 LSAP Address Usage

An individual LSAP shall be usable as both an SSAP and a DSAP address. A group or the Global LSAP shall be used only as a DSAP address and only in conjunction with SDN L_pdus.

3C.2.2.4 Global LSAP Assignments

3C.2.2.4.1 Global DSAP.

DSAP fields = 11111111 (all "1s") is the Global DSAP. This DSAP may only be used with an SDN L_pdu which designates that L_pdu as destined for all DSAPs actively being serviced by the underlying MAC entity.

3C.2.2.4.2 *LSAP d'application PROWAY administré globalement*

Un LSAP global particulier sera réservé aux applications de couche supérieure de PROWAY

3C.2.2.4.3 *LSAP de gestion de station*

Les champs LSAP=01000000 et 11000000 sont désignés respectivement comme adresses LSAP individuelle et de groupe pour l'entité d'administration de la station considérée. La valeur LSAP=11000000 ne peut être utilisé qu'en conjonction avec des unités L_pdu de type SDN.

3C.2.2.4.4 *LSAP de liste_des_stations_actives*

Le champ LSAP=01100000 est désigné comme SSAP et DSAP utilisés pour échanger des Mgt_pdu relatives à la maintenance de la liste_des_stations_actives définie dans la section 10E.

3C.2.2.4.5 *LSAP d'initialisation*

Le champ LSAP=01110000 reçoit les unités L_pdu d'initialisation de station définies dans la section 10F.

3C.2.2.5 *Attributions de LSAP administrées localement*

Les valeurs recommandées pour les numéros LSAP individuels et de groupe administrés localement dans les systèmes PROWAY feront l'objet d'une étude ultérieure.

3C.2.3 *Spécification des zones de données partagées*

Dans le cas du service RDR, un DSAP individuel désigne également une zone_de_données_partagée particulière. Cette zone est remise à jour par des primitives L_UPDATE.demande désignant ce LSAP.

3C.2.4 *SAP implicite*

L'utilisateur identifié par un LSAP de notification utilisateur reçoit mention des modifications de la participation à l'anneau logique suivant le processus défini dans la section 10E et des changements d'états de stations définis dans la section 10A.

3C.2.5 *Définitions de type_L_pdu*

Le paramètre type_L_pdu spécifie le service sous-jacent que doit assurer la couche PLC. Il spécifie également la composition de l'unité L_pdu donnée au tableau 3-3 et transporte les informations numéro_de_séquence pour contribuer à la détection des trames dupliquées.

3C.2.5.1 *Numéros_de_séquence*

Pour les unités L_pdu de type SDA, RDR, SDAR et RDRR, le bit de numéro_de_séquence est choisi comme spécifié dans la section 3B. Pour les unités L_pdu de type SDN, le bit de numéro_de_séquence est réservé et égal à zéro.

3C.2.2.4.2 Globally Administered PROWAY Application LSAP

One particular global LSAP will be reserved for higher layer PROWAY applications.

3C.2.2.4.3 Station Management LSAPs

LSAP fields = 01000000 and 11000000 are designated as the individual and group LSAPs, respectively, for this station's station management entity. LSAP = 11000000 may only be used in conjunction with SDN L_pdus.

3C.2.2.4.4 Active_Station_List LSAP

LSAP field = 01100000 is designated as the SSAP and DSAP used to exchange Mgt_pdu related to maintenance of the Active_Station_List as defined in Section 10E.

3C.2.2.4.5 Initialization LSAP

LSAP field = 01110000 will receive station initialization L_pdus as defined in Section 10F.

3C.2.2.5 Locally Administered LSAP Assignments

Recommended values of locally administered Individual and Group LSAP numbers in PROWAY systems are for further study.

3C.2.3 Specification of Shared Data Areas

For the RDR service an individual DSAP also designates a particular shared_data_area. This shared_data_area is updated by L_UPDATE request primitives designating this LSAP.

3C.2.4 Implied SAP

The user identified by the user notification LSAP will receive notifications of changes in ring membership as defined in Section 10E and changes in station status as defined in Section 10A.

3C.2.5 L_pdu_type Definitions

The L_pdu_type specifies the underlying service to be provided by the PLC layer. It also specifies the composition of the L_pdu as shown in Table 3-3 and carries sequence_number information to assist in detection of duplicate frames.

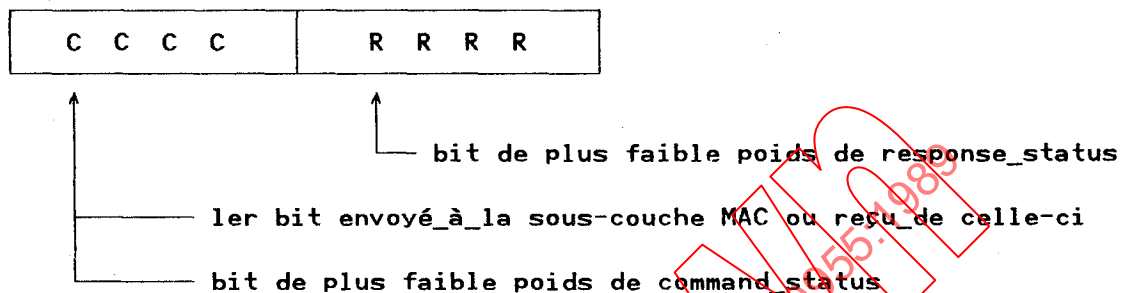
3C.2.5.1 Sequence_numbers

SDA, RDR, SDAR and RDRR L_pdus have the sequence_number bit set as specified in Section 3B. The sequence_number bit is reserved and set equal to zero for SDN L_pdus.

3C.2.5.2 Définition de R_status

R_status indique comment la commande L_pdu immédiatement précédente a été prise en compte par les entités MAC éloignées et (ou) PLC éloignées.

Le format du champ R_status est indiqué ci-après:



T = erreur temporaire: une répétition ultérieure de la transmission associée réussira vraisemblablement.

P = erreur permanente: une intervention de l'administration peut être nécessaire avant qu'une répétition de la transmission associée soit susceptible de réussir.

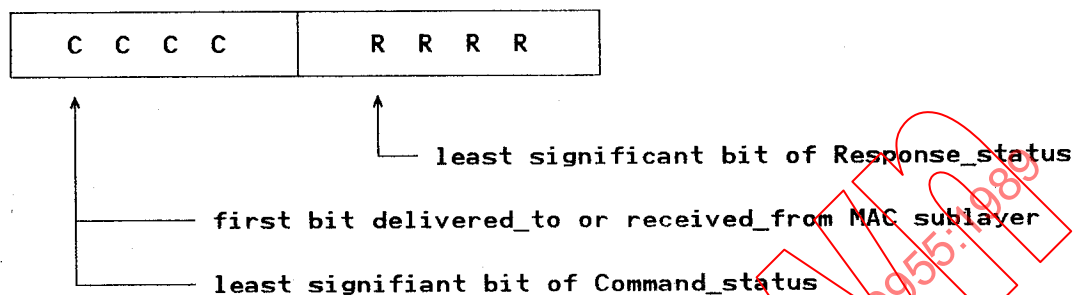
Command_status

Valeur	Code	Signification	T/P
0	OK	L'unité L_sdu de commande est acceptée	-
1	RS	Demande d'un service inexistant ou non activé au DSAP éloigné: aucune suite n'est donnée	P
5	UE	Erreur à l'interface utilisateur-PLC	P
6	PE	Erreur de protocole	T/P
7	IP	Erreur permanente dépendant du mode de réalisation	P
9	UN	Indisponibilité de ressources au niveau des entités PLC ou MAC éloignées: pas de suite	T
15	IT	Erreur temporaire dépendant du mode de réalisation	T
Autres valeurs	Réservées		-

3C.2.5.2 *R_Status* Definition

R_status conveys the disposition of the immediately preceding command L_pdu by the remote MAC and/or PLC entities.

The format of the R_status field is shown below.



T = temporary error: a future retry of the associated transmission is likely to succeed

P = permanent error: management intervention may be required before a retry of the associated transmission is likely to succeed.

Value	Code	Meaning	T/P
0	OK	Command L_SDU accepted	-
1	RS	Request for an unimplemented or unactivated service at remote DSAP: no action taken	P
5	UE	User-PLC interface error	P
6	PE	Protocol error	T/P
7	IP	Permanent implementation dependent error	P
9	UN	Resources not available to remote PLC or MAC entity: no action taken	T
15	IT	Temporary implementation dependent error	T
Others		Reserved	-

Response_status

Valeur	Code	Signification	T/P
0	OK	Réponse LSDU disponible	-
1	RS	Demande d'un service inexistant: aucune suite n'est donnée	P
3	NE	La réponse LSDU n'a jamais été soumise au PLC éloigné	P
4	NR	Réponse LSDU non demandée	-
5	UE	Erreur à l'interface utilisateur-PLC	P
6	PE	Erreur de protocole	T/P
7	IP	Erreur permanente dépendant du mode de réalisation	P
9	UN	Indisponibilité de ressources au niveau des entités PLC ou MAC éloignées; aucune suite n'est donnée	T
15	IT	Erreur temporaire dépendant du mode de réalisation	T
Autres valeurs		Réservées	-

3C.3 *L_data_unit*

3C.3.1 *Taille de l'unité de données*

L'unité L_{du} doit comporter un nombre entier (zéro inclus) d'octets. La longueur maximale d'une unité L_{du} dans un système PROWAY est de 1 000 octets.

3C.3.2 *Ordre des bits*

Le champ d'information doit être fourni à la sous-couche MAC source dans l'ordre (au niveau des bits) dans lequel il est reçu de l'utilisateur PLC source. Le champ d'information doit être fourni à l'utilisateur destination de PLC dans l'ordre dans lequel il a été reçu de la sous-couche MAC destinataire.

3C.4 *L_pdu non valide*

Une unité L_{pdu} non valide est définie comme une unité répondant au moins à l'une des conditions ci-après:

- elle est identifiée comme non valide par la couche physique ou par la sous-couche Commande d'accès au support (MAC);
- sa longueur ne comporte pas un nombre entier d'octets;
- elle ne contient pas d'en-tête PLC correctement formatée ni d'unité L_{du} correspondant au tableau 3-3. A noter que la longueur de l'unité L_{du} peut prendre la valeur 0 octets dans une unité L_{pdu} contenant une unité L_{du};
- sa longueur est inférieure à 3 octets.

L'entité PLC destinataire doit ignorer les unités L_{pdu} non valides.

<i>Response_status</i>			
Value	Code	Meaning	T/P
0	OK	Response LSDU present	-
1	RS	Request for an unimplemented service: no action taken	P
3	NE	Response LSDU never submitted to remote PLC	P
4	NR	Response LSDU not requested	-
5	UE	User-PLC interface error	P
6	PE	Protocol error	T/P
7	IP	Permanent implementation dependent error	P
9	UN	Resources not available to remote PLC or MAC entity: no action taken	T
15	IT	Temporary implementation dependent error	T
Others		Reserved	-

3C.3 *L_Data_Unit*

3C.3.1 *Data Unit Size*

The *L_du* shall consist of any integral number (including zero) of octets. The maximum length of an *L_du* in a PROWAY system is 1 000 octets.

3C.3.2 *Bit Order*

The information field shall be delivered to the source MAC sublayer in the same bit order as received from the source user of PLC. The information field shall be delivered to the destination User of PLC in the same bit order as received from the destination MAC sublayer.

3C.4 *Invalid L_pdu*

An invalid *L_pdu* shall be defined as one which meets at least one of the following conditions:

- it is identified as such by the Physical Layer or the Medium Access Control (MAC) sublayer;
- it is not an integral number of octets in length;
- it does not contain a properly formatted PLC header and an *L_du* corresponding to Table 3-3. Note that the *L_du* length may be 0 octets in an *L_pdu* that contains an *L_du*;
- its length is less than 3 octets.

Invalid *L_pdu*s shall be ignored by the destination PLC entity.

ANNEXE 3(A)

PREVENTION DES PERTES ET DES DUPLICATIONS POUR LES SERVICES PROWAY DE TRANSFERT DE DONNEES CONFIRMES

3(A).1 Introduction

Cette annexe a un caractère explicatif. Elle ne constitue pas une prescription de la présente norme.

Les services PROWAY confirmés (SDA et RDR) sont conçus pour éviter la perte et la duplication des messages. Cette annexe donne un aperçu général sur la manière dont cette protection est assurée. Elle commence par exposer les caractéristiques inhérentes aux services confirmés, puis continue par un examen détaillé des scénarii conduisant à des pertes et à des duplications. L'analyse montre que la prévention des pertes vient ajouter une source de duplications dont il y a lieu de tenir compte en faisant émettre par l'entité PLC locale (origine) un numéro_de_séquence contrôlé par l'entité PLC éloignée (répondeuse).

3(A).2 Vue d'ensemble des services PROWAY confirmés

Les services PROWAY confirmés sont assurés par la sous-couche PLC en conjonction avec la sous-couche MAC du bus à jeton. Quand l'utilisateur local lance une demande de service SDA ou RDR, le PLC local place sa demande dans une file d'attente de la sous-couche MAC avec la priorité spécifiée. Le bit de numéro_de_séquence du champ de type_L_pdu PLC est inversé, ainsi que décrit ci-dessous, afin d'éviter le redoublement de la trame. L'entité MAC locale compose la trame demande_avec_reponse (RDR) requise.

Quand l'entité MAC locale obtient le jeton, elle envoie la trame demande_avec_reponse et attend la réponse immédiate. Durant cette attente, elle n'émet aucune autre trame ni ne passe le jeton. Au bout d'un temps prédéterminé, l'entité MAC locale renvoie la trame demande_avec_reponse envoyée à l'origine. Ceci se répète jusqu'à réception d'une réponse ou jusqu'à ce que le compteur de répétitions dépasse le nombre_max_de_répétitions préalablement fixé par l'administration de station.

Quand l'entité MAC éloignée reçoit une trame, elle la passe au PLC éloigné. Si la trame a une unité L_pdu_de_type SDA ou RDR, le PLC éloigné est chargé de voir si l'unité de données constitue une duplication. Si cette trame ne constitue pas une duplication ou si elle concerne un service SDN, l'unité de données contenue dans la trame est passée à l'utilisateur éloigné.

Pour toutes les trames impliquant des réponses (type_L_pdu= SDA ou RDR), le PLC éloigné produit immédiatement la réponse appropriée (accusé de réception ou réponse) et ordonne à l'entité MAC éloignée d'envoyer cette réponse à la source de la trame de demande_avec_reponse. Pour assurer la compatibilité avec d'autres normes, le bit de numéro_de_séquence de la trame demande_avec_reponse est retourné dans la trame de réponse.

Quand l'entité MAC d'origine reçoit la trame de réponse ou quand le compteur de répétitions a atteint sa limite, le PLC local est avisé de l'exécution de la demande d'origine.

APPENDIX 3(A)

PREVENTION OF LOSS AND DUPLICATION FOR THE PROWAY
CONFIRMED DATA TRANSFER SERVICES

3(A).1 Introduction

This appendix is explanatory in nature. It is not a requirement of this standard.

The PROWAY confirmed services (SDA and RDR) are designed to prevent loss and duplication of messages. This appendix provides a general overview of how this protection is achieved. It first describes the underlying characteristics of the confirmed services. This is followed by a detailed examination of loss and duplication scenarios. The analysis shows that loss prevention adds a source of duplication, which shall be accommodated by a sequence_number generated by the local (originating) PLC entity and checked by the remote (responding) PLC entity.

3(A).2 Overview of the PROWAY Confirmed Services

The PROWAY confirmed services are provided by the PLC sublayer in conjunction with the token bus MAC sublayer. When the local user issues a request for an SDA or RDR service, the local PLC queues a request to the MAC layer at the specified priority. The sequence_number bit of the PLC L_pdu_type field is toggled, as described below, in order to prevent frame duplication. The local MAC composes the required request_with_response frame.

When the local MAC obtains the token, it sends the request_with_response frame and waits for an immediate response. It does not transmit any other frames nor pass the token while waiting. If a timer expires, the local MAC will resend the original request_with_response frame. This is repeated until a response is received or the retry counter exceeds the maximum_retry_limit which had been previously set by Station management.

When the remote MAC receives any frame, it passes the received frame up to the remote PLC. If the frame is of the L_pdu_type = SDA or RDR, it is the responsibility of the remote PLC to determine whether the data unit is a duplicate. If the frame is not a duplicate or is for the SDN service, the data unit contained in the frame is passed to the remote user.

For all request_with_response frames (L_pdu_type = SDA or RDR) the remote PLC immediately generates the appropriate response (acknowledgement or reply) and directs the remote MAC to send this response to the source of the request_with_response frame. The sequence_number bit of the request_with_response frame is returned in the response frame to maintain compatibility with other standards.

When the originating MAC receives the response frame or the retry counter is exhausted, it notifies the local PLC of completion of the originating request.

3(A).3 Causes de pertes de trame

Dans le cas de services confirmés, les deux causes potentielles de perte de trame sont les suivantes:

1. Perte de trame due à des erreurs en ligne qui entraînent la perte de la trame de demande ou de la trame de réponse qui lui est associée.
2. Perte d'une trame demande_avec_réponse dans le cas où la station éloignée a décidé de façon erronée que cette trame constituait une répétition, l'a rejetée et a répété sa réponse précédente. Ceci peut conduire la station origine à se tromper en supposant que la trame demande_avec_réponse a été reçue correctement.

3(A).4 Protection contre la perte et la duplication des trames

Le mécanisme de prévention contre les pertes du premier type est constitué par le mécanisme de répétition au niveau de l'entité MAC de la station d'origine. Si aucune réponse n'est détectée avant l'expiration du délai fixé, la trame est réémise et la temporisation est relancée. Ceci se répète jusqu'au moment où le compteur de répétitions dépasse la limite fixée par l'administration de station ou qu'une réponse est entendue. Quand le compteur de répétitions est épuisé, l'utilisateur local est avisé que la liaison a échoué. Dans ce cas, la seule inconnue est de savoir si la station éloignée a reçu correctement l'une des trames émises.

Si la station éloignée a reçu une trame dont la station d'origine pense qu'elle s'est perdue, il existe une possibilité de duplication au prochain tour du jeton. Le niveau de protection contre les duplications est désigné par R , nombre_maximal_de_répétitions, car R trames demande_avec_réponse ou R trames de réponse doivent être perdues pour créer la condition précitée. Cette analyse suppose que toutes les répétitions spécifiées ont été effectuées avant que l'entité MAC d'origine ne passe le jeton.

Le mécanisme de répétition évite les pertes, sauf dans le cas où le compteur de répétitions est épuisé. Dans ce cas, l'utilisateur local doit envoyer une trame SDA avec une unité de données vide pour retrouver la synchronisation avec l'utilisateur éloigné.

Il existe un scénario de défaut correspondant à ce schéma si le délai de réponse n'est pas limité. Si une trame est envoyée et que le délai fixé expire avant le renvoi de la réponse, un deuxième exemplaire de la trame est envoyé et il est également confirmé. A la réception du premier accusé de réception, l'émetteur d'origine envoie une nouvelle trame qui peut se perdre. Toutefois, la réponse due à la réémission de la première trame peut être reçue et associée par erreur à la deuxième trame de données. Dans la spécification PROWAY, la réponse doit être envoyée par la station éloignée dans un délai correspondant à 2 octets. Tant que la temporisation de répétition reste fixée à une valeur de plus de 3 durée_max_avant_réponse, le scénario précité ne se produira pas.

3(A).3 Sources of Frame Loss

Two potential sources of frame loss in the confirmed services are:

- 1) Loss of frames due to line errors which cause the Request frame or its associated response frame to be lost.
- 2) Loss of a request_with_response frame because the remote station incorrectly decided that this frame is a repeat, discards it and repeats its previous response. This may cause the originating station to incorrectly assume that the request_with_response frame was properly received.

3(A).4 Protection against Loss and Creation of Duplicate Frames

The prevention mechanism for the first type of loss is the MAC level retry mechanism at the originating station. If a response is not detected before the timeout expires, the frame is retransmitted and the timer is restarted. This is repeated until the retry counter exceeds the limit established by station management or a response is heard. If the retry counter is exhausted, local user is notified that the link has failed. In this case the only unknown is whether the remote station correctly received any of the frames transmitted.

If the remote station has received a frame that the local station thinks was lost, a potential for duplication on the next token round exists. The level of protection against duplication is R , the_maximum_retry_limit, since R request_with_response or response frames have to be lost to create the above condition. This analysis assumes that all specified retries are completed before the originating MAC passed the token.

The retry mechanism prevents loss except in the case where the retry counter is exhausted. In this case, the local user has to send an SDA frame with a null data unit to regain synchronization with the remote user.

There is a failure scenario with such a scheme if the response delays are not bounded. If a frame is sent and the timeout expires before the response is returned, a second copy of the frame is sent, which is also confirmed. When the first acknowledge is received, the originator sends a new frame, which may get lost. However, the response from the retransmission of the first frame may be received and incorrectly associated with the second data frame. In the PROWAY specification, the reply has to be sent by the remote station within 2 octet times. As long as the retry timeout is set longer than 3 slot_times, the scenario described above will not occur.

3(A).5 Protection contre les duplications

Il se produit des duplications à la station éloignée si celle-ci ne peut faire la différence entre une répétition d'une trame déjà reçue et une trame nouvelle. La spécification PROWAY utilise un bit de `numéro_de_séquence` pour résoudre les problèmes de duplication.

Le PLC éloigné effectue la détermination de duplication à partir de l'adresse_source, du SSAP et de l'ordre de priorité reçus en dernier, ainsi que de l'état du bit `numéro_de_séquence`. Si tous ces champs (dans la trame reçue) sont identiques (aux champs homologues de la trame précédente) et que la trame précédente a été acceptée, la trame est alors rejetée comme duplication et c'est l'information d'état (status) précédente qui est renvoyée comme réponse. Autrement, la trame est traitée comme une trame nouvelle. On notera que la réponse à cette trame peut être générée immédiatement par le PLC avant vérification des champs adresse au cas où il y a assez de place dans les tampons pour stocker la trame qui arrive. Ceci allège le travail de traitement nécessaire avant de produire la réponse.

Chaque fois que l'entité PLC locale met dans la file d'attente d'émission une trame `demande_avec_reponse` destinée à une station éloignée avec une priorité donnée, elle doit inverser le bit `numéro_de_séquence` du champ `type_L_pdu` de l'entité PLC pour permettre à l'entité PLC éloignée de faire la différence entre une nouvelle trame `demande_avec_reponse` et une répétition.

L'entité PLC locale doit conserver l'historique et l'état du bit de `numéro_de_séquence` pour la trame `demande_avec_reponse` précédemment mise dans la file d'attente, et ce pour chaque station destinataire et pour chaque degré de priorité.

3(A).6 Fonctionnement avec des couches MAC non-PROWAY

Le service confirmé repose sur la procédure `demande_avec_reponse` du bus_à_jeton, procédure qui empêche tout autre trafic entre une trame de demande et sa réponse. Un service confirmé sans connexion peut éviter la perte de trames en utilisant des couches MAC non-PROWAY en mettant en oeuvre des procédures de répétition au niveau Liaison. La prévention des duplications de trames avec des couches MAC non-PROWAY demande la conservation d'informations d'état pour chaque paire de points LSAP en communication.

3(A).7 Exemple de détection erronée de duplication lorsque l'information de séquence n'est pas utilisée

Un autre type de perte peut se produire quand la station origine met dans la file d'attente deux trames différentes `demande_avec_reponse` dont l'adresse source, l'adresse destinataire et le degré de priorité sont identiques alors que la station destinataire ne voit rien entre ces trames. Ceci peut être dû au fait que la station destinataire manque la réception des trames envoyées ou que la source n'a pas réussi à insérer celles-ci.

Une station peut envoyer deux trames `demande_avec_reponse` à la suite avec les mêmes adresse source, adresse destinataire, et champ de commande de trame.

3(A).5 Protection against Duplication

Duplication occurs at the remote station if it cannot differentiate between a retry of a previously received frame and a new frame. The PROWAY specification uses a single sequence_number bit to solve the duplication problem.

The remote PLC makes the duplicate determination based on the last-received source_address, SSAP, priority, and the state of the sequence_number bit. If all fields match and the previous frame was accepted, then the frame will be rejected as a duplicate and the previous status is returned as the response. Otherwise the frame is treated as a new frame. Note that the response to this frame may be generated immediately by PLC prior to checking the address fields if buffer space is available to store the incoming frame. This alleviates the processing load required before generating the response.

Each time the local PLC entity queues a request_with_response frame to a remote station at a given priority, it will have to toggle the sequence_number bit of the PLC L_pdu_type field to allow the remote PLC to differentiate a new request_with_response frame from a retry.

The local PLC has to maintain a history and state of the sequence_number bit for the previous request_with_response frame queued to each destination station for each priority.

3(A).6 Operation with Non-PROWAY MAC Layers

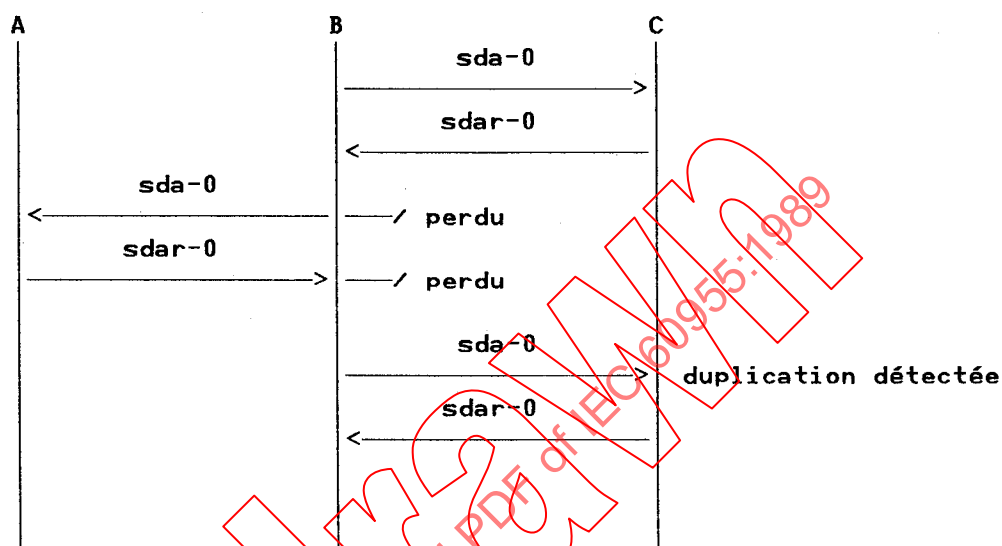
The confirmed service depends on the token_bus request_with_response procedure which prevents independent traffic from intervening between the request frame and its response. A confirmed connectionless service can prevent loss of frames using non-PROWAY MACs by implementing Link level retry procedures. Prevention of frame duplication using a non-PROWAY MAC requires maintenance of state information for each pair of communicating LSAPs.

3(A).7 An Example of Erroneous Detection of Duplication when Sequence Information is Not Used

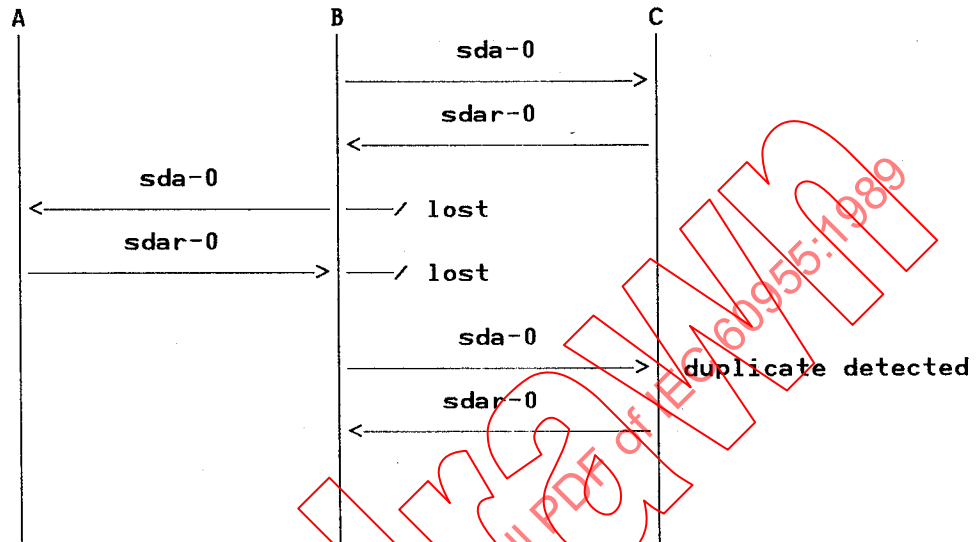
Another loss occurs if the originating station queues two different request_with_response frames with identical source address, destination address and priority while the destination station sees nothing between them. This can be caused by the destination station missing the intervening frames or the source failing to insert frames.

A station may send two request_with_response frames with the same source address, destination address, and frame control field sequentially.

The diagram illustrates a bus protocol between a master (left) and a slave (right). The master sends two data packets: 'sda-0' and 'sdar-0'. The slave responds with 'perdu' (lost) for both. The master then sends 'sda-0' and 'sdar-0' again, but the slave responds with 'duplication' (duplication) for both.



If toggling of the sequence bit was not used, duplicating could occur (due to lost frames at destination station). As shown in the following example, if station C misses the request_with_response and response between B and A, it will assume that the next message it receives is a duplicate. Note that the transmissions between B and A could be a pair of token passes or a request_with_response.



PARTIE 4: SPECIFICATIONS DES SERVICES ET DE L'INTERFACE PLC-MAC

4.1 Objet et domaine d'application

Cette partie précise les services fournis à la sous-couche de commande de liaison PROWAY (PLC) à la frontière entre la sous-couche de commande de liaison logique et la sous-couche d'accès au support de la couche de liaison de données du modèle de référence ISO. Cette norme spécifie ces services d'une façon abstraite. Elle ne spécifie ni ne limite les entités et interfaces réalisées dans un système informatique. Les relations de cette partie avec les autres parties de cette norme, ainsi qu'avec les spécifications des réseaux locaux, sont illustrées à la Figure 4-1.

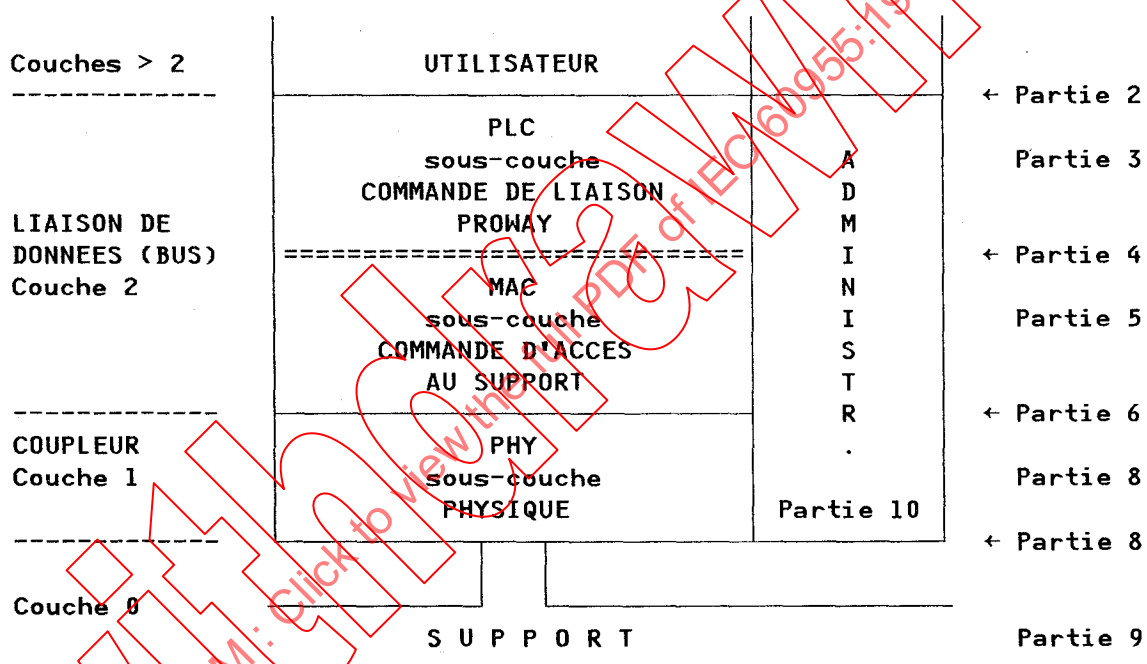


Fig. 4-1. - Relations avec le modèle de RL.

4.2 Vue d'ensemble des services de transfert de données PLC-MAC

4.2.1 Description générale des services fournis

Cet article décrit de façon informelle le service de transfert de données MA_DATA fourni à la sous-couche PLC par la sous-couche MAC. Ce service assure des transferts de données entre entités PLC homologues. Il est le moyen par lequel les entités PLC peuvent échanger des unités de données du protocole de liaison (L_pdu). Le transfert des données peut être fait en boucle ouverte, en boucle fermée, en point-à-point ou en multipoint.

4.2.2 Modèle utilisé pour la spécification des services

Le modèle et la méthode descriptive sont donnés dans la référence 1 de l'annexe (0)A.

PART 4: PLC-MAC INTERFACE AND SERVICE SPECIFICATION

4.1 Scope and Field of Application

This part specifies the services provided to the PROWAY Link Control (PLC) sublayer at the boundary between the Link Control sublayer and the Medium Access sublayer of the Data Link (HIGHWAY) layer of the ISO reference model. This standard specifies these services in an abstract way. It does not specify or constrain the implementation entities and interfaces within a computer system. The relationship of this part to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 4-1.

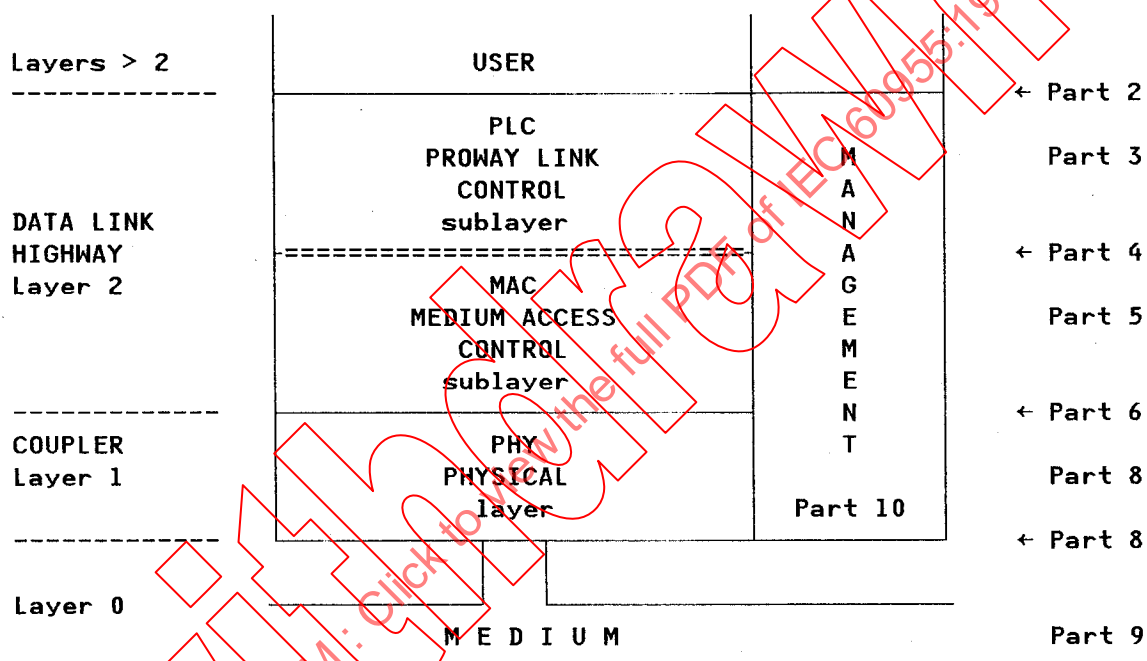


Fig. 4-1. - Relationship to LAN Model.

4.2 Overview of the PLC-MAC Data Transfer Service

4.2.1 General Description of Services Provided

This clause describes informally the MA_DATA transfer service provided to the PLC sublayer by the MAC sublayer. This service supports data transfer between peer PLC entities. It provides the means by which PLC entities can exchange Link_protocol_data_units (L_pdu). The data transfer can be open-loop, closed-loop, point-to-point or multi-point.

4.2.2 Model Used for the Service Specification

The model and descriptive method are provided in Reference 1, Appendix (0)A.

4.2.3 Notations

Dans cette partie seulement, les stations, ainsi que les entités MAC et PLC sont fréquemment identifiées par leur relation avec la trame associée, c'est-à-dire source ou destination. Cette notation évite les ambiguïtés qui apparaissent lorsque les entités PLC locale (origine) et éloignée (réceptrice) soumettent à la fois une MA_DATA.demande pour le même service, par exemple SDA, RDR ou RSR.

4.2.4 Vue d'ensemble des interactions

Les primitives associées à ce service de transfert de données sans connexion sont :

MA_DATA.demande
MA_DATA.indication
MA_DATA.confirmation

La primitive *MA_DATA.demande* est passée de l'entité PLC source à l'entité MAC source pour demander l'envoi d'une unité M_sdu à une station, à un groupe de stations, ou à toutes les stations.

La primitive *MA_DATA.indication* est passée de l'entité MAC destination à l'entité PLC destination pour indiquer l'arrivée d'une M_sdu.

La primitive *MA_DATA.confirmation* est passée de l'entité MAC source à l'entité PLC pour communiquer les résultats de la primitive correspondante MA_DATA.demande.

4.2.5 Caractéristiques obligatoires

Le service MA_DATA avec toutes ses primitives est obligatoire et doit exister dans toutes les réalisations.

4.3 Détail des interactions avec l'entité PLC

Cet article donne la description détaillée des primitives et paramètres associés au service de transfert de données MA_DATA. Noter que les paramètres sont spécifiés de façon abstraite. Les paramètres précisent les informations qui doivent être mises à la disposition de l'entité émettrice. Une réalisation particulière n'est pas limitée au niveau de la méthode de mise à disposition de cette information. Par exemple, le paramètre M_sdu associé à certaines des primitives de service de transfert de données peut être fourni par un passage effectif d'une unité_de_données_du_service_MAC ou par le transfert d'un descripteur ou par tout autre moyen. Les valeurs de certains paramètres de sélection peuvent également être implicites dans une réalisation donnée.

4.3.1 MA_DATA.demande

4.3.1.1 Fonction

Cette primitive est la primitive de demande pour le service de transfert de données MA_DATA.

4.3.1.2 Sémantique

La primitive fournit les paramètres comme suit:

4.2.3 Notation

In this part only, stations, MAC entities and PLC entities are frequently identified by their relationship to the associated frame; i.e., as source or destination. This notation avoids the ambiguities that arise when both the local (originating) and remote (receiving) PLC entities submit an MA_DATA.request for the same service, e.g., SDA, RDR, RSR.

4.2.4 Overview of Interactions

The primitives associated with the MA_DATA data transfer service are:

MA_DATA.request
MA_DATA.indication
MA_DATA.confirm

MA_DATA.request primitive is passed from the source PLC entity to the source MAC entity to request that an M_sdu be sent to one, a group of, or all destination stations.

MA_DATA.indication primitive is passed from the destination MAC entity to the destination PLC entity to indicate the arrival of an M_sdu.

MA_DATA.confirm primitive is passed from the source MAC entity to the source PLC entity to convey the results of the corresponding MA_DATA.request primitive.

4.2.5 Mandatory Features

The MA_DATA service and all its primitives are mandatory and are required in all implementations.

4.3 Detailed Interactions with the PLC Entity

This clause describes in detail the primitives and parameters associated with the MA_DATA data transfer service. Note that the service is specified in an abstract sense. The parameters specify the information that has to be available to the sending entity. A specific implementation is not constrained in the method of making this information available. For example, the M_sdu parameter associated with some of the data transfer service primitives may be provided by actually passing the MAC_service_data_unit, by passing a descriptor, or by other means. The values of some selection parameters may also be implied by an implementation.

4.3.1 MA_DATA.request

4.3.1.1 Function

This primitive is the service request primitive for the MA_DATA data transfer service.

4.3.1.2 Semantics

The primitive shall provide parameters as follows:

MA_DATA.demande
(adresse_destination,
M_sdu,
classe_de_confirmation,
priorité)

Le paramètre *adresse_destination* spécifie l'adresse MAC de la (ou des) station(s) destinataire(s) comme défini en 5D. L'adresse_destination peut être une adresse individuelle, une adresse de groupe ou l'adresse de diffusion globale.

Le paramètre *M_sdu* spécifie l'unité_de_données_du_service_MAC qui doit être transmise par l'entité MAC source à l'entité PLC source.

Le paramètre *classe_de_confirmation* spécifie si une réponse est requise de l'entité MAC éloignée et identifie cette réponse. Ce paramètre peut prendre les valeurs suivantes:

RQ=demande_sans_réponse
RR=demande_avec_réponse
RS=réponse

Le paramètre *priorité* spécifie la priorité MAC désirée, comme défini dans la section 5D.

4.3.1.3 A la génération

Cette primitive est passée par une entité PLC source à l'entité MAC source pour demander que l'entité MAC compose et transmette au réseau local la trame spécifiée avec la priorité et la classe de confirmation spécifiées.

4.3.1.4 Effet à la réception

La réception de cette primitive a pour effet que l'entité MAC source tente de composer et d'émettre la trame spécifiée.

4.3.1.5 Autres commentaires

Les adresse_destination de groupe et de diffusion globale peuvent être utilisées seulement avec la classe_de_confirmation RQ.

La valeur *demande_avec_réponse* pour le paramètre *classe_de_confirmation* signifie que la prochaine MA_DATA.indication devrait avoir une classe_de_confirmation réponse et, dans ce cas, que la prochaine MA_DATA.indication sera associée à cette MA_DATA.demande.

La valeur *réponse* pour le paramètre *classe_de_confirmation* signifie que la MA_DATA.indication immédiatement précédente doit elle-même avoir eu une classe_de_confirmation demande_avec_réponse.

4.3.2 MA_DATA.indication

4.3.2.1 Fonction

Cette primitive est la primitive d'indication de service du service de transfert de données MA_DATA.

MA_DATA.request
 (destination_address,
 M_sdu,
 confirmation_class,
 priority)

The *destination_address* parameter specifies the MAC entity address of the destination station or stations, as defined in Section 5D. The *destination_address* may be either an individual address, a group address, or the broadcast address.

The *M_sdu* parameter specifies the MAC_service_data_unit to be transmitted by the source MAC entity for the source PLC entity.

The *confirmation_class* parameter specifies whether a response is required from the remote MAC entity and identifies such a response. The possible values of the *confirmation_class* parameter are:

RQ=request_with_no_response
 RR=request_with_response
 RS=response

The *priority* parameter specifies the desired MAC priority, as defined in Section 5D.

4.3.1.3 When Generated

This primitive is passed from a source PLC entity to the source MAC entity to request that the MAC entity compose and transmit a frame with the specified priority and confirmation class on the local area network.

4.3.1.4 Effect on Receipt

Receipt of this primitive causes the source MAC entity to attempt to compose and transmit the specified frame.

4.3.1.5 Additional Comments

Group and broadcast *destination_addresses* may be used only with *confirmation_class* = RQ.

A value of *request_with_response* for the *confirmation_class* parameter indicates that the next MA_DATA.indication should have a *confirmation_class* of response, in which case that next MA_DATA.indication shall be associated with this MA_DATA.request.

A value of response for the *confirmation_class* parameter indicates that the immediately prior MA_DATA.indication shall have had a *confirmation_class* of request_with_response.

4.3.2 MA_DATA.indication

4.3.2.1 Function

This primitive is the service indication primitive for the MA_DATA data transfer service.

4.3.2.2 Sémantique

La primitive fournit les paramètres suivants:

MA_DATA.indication
(adresse_destination,
adresse_source,
M_sdu,
classe_de_confirmation,
priorité)

Les paramètres *adresse_destination* et *adresse_source* spécifient les zones DA et SA d'une trame (voir section 5D) reçue par l'entité MAC destination.

Le paramètre *M_sdu* spécifie l'unité_de_données_du_service_MAC telle qu'elle est reçue par l'entité MAC destination.

Les paramètres *classe_de_confirmation* et *priorité* spécifient la qualité de service de la trame reçue par l'entité MAC destination. La sémantique est identique à celle de 4.3.1.2.

4.3.2.3 A la génération

Cette primitive est transmise par l'entité MAC destination à l'entité PLC destination pour indiquer l'arrivée d'une trame provenant de l'entité PHY de la station destinataire. Ces trames sont signalées seulement lorsqu'elles ne comportent aucune erreur détectée et que leur adresse de destination (individuelle, de groupe ou de diffusion) désigne l'entité MAC destination.

4.3.2.4 Effet à la réception

L'effet de la réception de cette primitive par l'entité PLC destination est spécifié dans la section 3B.

4.3.2.5 Autres commentaires

S'il est fourni, le contenu du paramètre *M_sdu* est logiquement complet et inchangé par rapport au paramètre *M_sdu* de la primitive MA_DATA.demande associée de la station source.

Note.- Ceci est une garantie de transparence.

Une valeur *demande_avec_reponse* pour le paramètre *classe_de_confirmation* indique que l'entité PLC réceptrice devrait immédiatement répondre par une MA_DATA.demande comportant elle-même une *classe_de_confirmation* réponse.

La valeur *reponse* pour le paramètre *classe_de_confirmation* indique que cette MA_DATA.indication peut être associée à une MA_DATA.demande antérieure qui avait elle-même une *classe_de_confirmation* demande_avec_reponse et qui avait été émise par la même entité PLC.

4.3.3 MA_DATA.confirmation

4.3.3.1 Fonction

Cette primitive est la primitive de confirmation de service pour le service de transfert de données MA_DATA.

4.3.2.2 Semantics

The primitive shall provide parameters as follows:

MA_DATA.indication
(destination_address,
source_address,
M_sdu,
confirmation_class,
priority)

The *destination_address* and *source_address* parameters specify the DA and SA fields, as defined in Section 5D, of a frame received by the destination MAC entity.

The *M_sdu* parameter specifies the MAC_service_data_unit received by the destination MAC sublayer entity.

The *confirmation_class* and *priority* parameters specify the quality of service of the frame received by the destination MAC entity. The semantics are identical to 4.3.1.2.

4.3.2.3 When Generated

This primitive is passed from the destination MAC entity to the destination PLC entity to indicate the arrival of a frame from the PHY entity of the destination station. Such frames are reported only when they are free of detected errors and their (individual, group, or broadcast) destination_address designates the destination MAC entity.

4.3.2.4 Effect on Receipt

The effect of receipt of this primitive by the destination PLC entity is specified in Section 3B.

4.3.2.5 Additional Comments

If delivered, the contents of the M_sdu parameter are logically complete and unchanged relative to the M_sdu parameter in the associated MA_DATA.request at the source station.

Note. - This is a guarantee of transparency.

A value of *request_with_response* for the confirmation_class parameter indicates that the receiving PLC entity should immediately respond with an MA_DATA.request which itself has a confirmation_class of response.

A value of *response* for the confirmation_class parameter indicates that this MA_DATA.indication may be associated with a prior MA_DATA.request which itself had a confirmation_class of request_with_response, and which was issued by the same PLC entity.

4.3.3 MA_DATA.confirm

4.3.3.1 Function

This primitive is the service confirmation primitive for the MA_DATA data transfer service.

4.3.3.2 Sémantique

Cette primitive fournit les paramètres comme suit:

MA_DATA.confirmation
(classe_de_confirmation,
priorité,
M_status)

Les paramètres *classe_de_confirmation* et *priorité* spécifient la qualité de service réellement fournie. La sémantique est identique à celle de 4.3.1.2.

Le paramètre *M_status* indique la réussite ou l'échec du service associé à la MA_DATA.demande correspondante. *M_status* peut prendre les valeurs suivantes:

Code Signification

OK = Service_demandé_assuré
(trame émise pour classe_de_confirmation = RQ ou RS,
trame_de_réponse reçue pour classe_de_confirmation = RR)
DS = Station source déconnectée de la ligne
WD = Fin_temps_chien_de_garde station source
IP = Paramètre invalide (détecté à la source)
TE = Pas_d'accusé_de_réception_de_la_station_éloignée_après_nombre_
spécifié_de_répétitions (cela est dû vraisemblablement à une
station non-PROWAY).

4.3.3.3 A la génération

Cette primitive est passée de l'entité MAC source à l'entité PLC source pour confirmer la réussite ou l'échec du service associé à la MA_DATA.demande correspondante.

En conséquence, lorsque le paramètre *classe_de_confirmation* = RQ ou RS, la MA_DATA.confirmation est passée immédiatement après l'essai d'émission de la trame RQ ou RS.

Lorsque le paramètre *classe_de_confirmation* = RR, la MA_DATA.confir-
mation est passée:

- a) immédiatement si la trame RR ne peut être émise ou
- b) lorsque la trame demandée RS est reçue ou
- c) lorsque toutes les répétitions prédéfinies ont été effectuées.

4.3.3.4 Effet à la réception

L'effet de la réception de cette primitive par l'entité PLC locale est spécifié en 3B. La réception de cette primitive par l'entité PLC éloignée n'a aucun effet.

4.3.3.5 Autres commentaires

La réussite de cette demande indique que l'unité *M_sdu* spécifiée précédemment a été transmise correctement d'après les informations dont dispose l'entité MAC source.

Si la MA_DATA.demande correspondante contient un paramètre *classe_de_confirmation* spécifiant *demande_avec_réponse*, la MA_DATA.confirmation est associée à la primitive MA_DATA.indication qui transmet la réponse si réponse il y a eu.

4.3.3.2 Semantics

This primitive shall provide parameters as follows:

MA_DATA.confirm
 (confirmation_class,
 priority,
 M_status)

The *confirmation_class* and *priority* parameters specify the quality of service actually provided. The semantics are identical to 4.3.1.2.

The *M_status* parameter specifies the success or failure of the service associated with the corresponding MA_DATA.request. M_status may assume values as listed below.

Code Meaning

OK = Requested_service_performed
 (Frame transmitted for confirmation_class = RQ or RS)
 (Response frame received for confirmation_class = RR)
 DS = Source station disconnected from line
 WD = Source station watchdog_timed_out
 IP = Invalid parameter (detected at source)
 TE = No acknowledgement_from_remote_station_after_specified_retries
 (possibly due to a non-PROWAY station)

4.3.3.3 When Generated

This primitive is passed from the source MAC entity to the source PLC entity to confirm the success or failure of the service associated with corresponding MA_DATA.request.

Thus, when confirmation_class = RQ or RS, the MA_DATA.confirm is passed immediately after the attempt to transmit the RQ or RS frame.

When confirmation_class = RR, the MA_DATA.confirm is passed:

- a) immediately if the RR frame cannot be transmitted or,
- b) when the requested RS frame is received or,
- c) when all predefined retries have been exhausted.

4.3.3.4 Effect on Receipt

The effect of receipt of this primitive by the local PLC entity is specified in Section 3B. Receipt of this primitive by the remote PLC has no effect.

4.3.3.5 Additional Comments

Success indicates that the requested M_sdu has been transmitted correctly to the best of the source MAC entity's knowledge.

In the case that the corresponding MA_DATA.request had a confirmation_class parameter specifying request_with_response, the MA_DATA.confirm is associated with the MA_DATA.indication conveying the response, if any such occurred.

PARTIE 5: SOUS-COUCHE DE COMMANDE D'ACCES AU SUPPORT (MAC)

Cette partie spécifie la sous-couche commande d'accès au support de la couche liaison de données (Bus) du modèle de référence ISO.

La section 5A donne une description du mécanisme de commande d'accès au support jeton sur bus qu'il s'agisse des fonctions de service normal ou de récupérations des conditions d'exception. Cette section a pour rôle d'aider le lecteur à comprendre la sous-couche MAC et son fonctionnement. Lorsque les indications figurant dans cette section sont en conflit avec celles des sections 5B, 5C, 5D, ou sont incomplètes, celles des autres sections ont priorité.

La section 5B (Définitions et exigences de la sous-couche MAC) contient des définitions précises de termes et expressions spécifiques à la sous-couche MAC et des aspects obligatoires du mécanisme d'accès qui ne sont pas inclus dans les sections 5D ou 5C.

La section 5C (Description formelle de la machine ACM) décrit le comportement requis de la machine de commande d'accès de la sous-couche MAC. Les tableaux d'état qui spécifient l'ACM sont donnés dans la Référence 3.

La section 5D définit les formats des trames MAC requises. Ceci comprend tous les format de trames autorisés, ainsi que la disposition de tous les sous-champs de ces trames.

Les relations de la présente partie avec les autres parties de la présente norme, ainsi qu'avec les spécifications des réseaux locaux, sont illustrées à la figure 5-1.

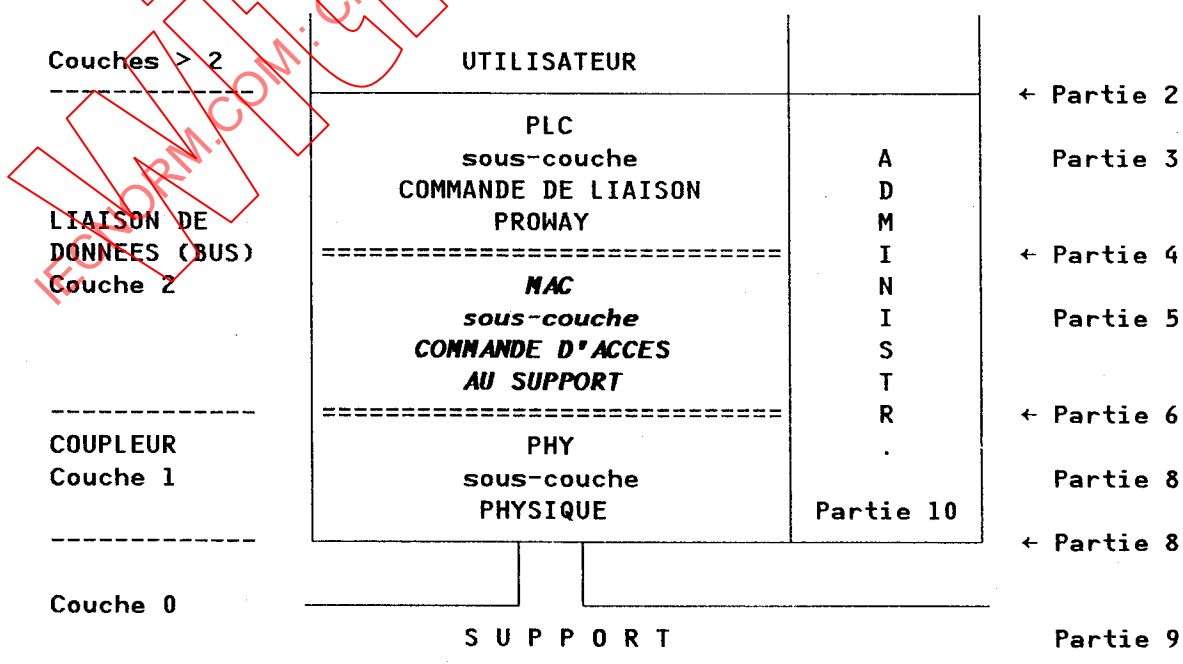


Fig. 5-1. - Relations avec le modèle de RL.

PART 5: THE MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC) SUBLAYER

Part 5 specifies the Medium Access Control sublayer of the Data Link (Highway) layer of the ISO reference model.

Section 5A provides a description of the token bus medium access control mechanism including its operational and exception recovery functions. This section is intended to assist the reader in understanding the MAC sublayer and its operation. Where statements in this section conflict with Section 5B, 5C, 5D, or are incomplete, the other section shall take precedence.

Section 5B, MAC Sublayer Definitions and Requirements, contains precise definitions of MAC-specific terms and mandatory aspects of the medium access mechanism which are not included in Sections 5D or 5C.

Section 5C, ACM Formal Description, describes the required behaviour of the access control machine of the MAC sublayer. The state tables that specify the ACM are given in Reference 3.

Section 5D defines the required MAC frame formats. This includes all allowed frame formats and the arrangement of all frame subfields.

The relationship of this part to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 5-1.

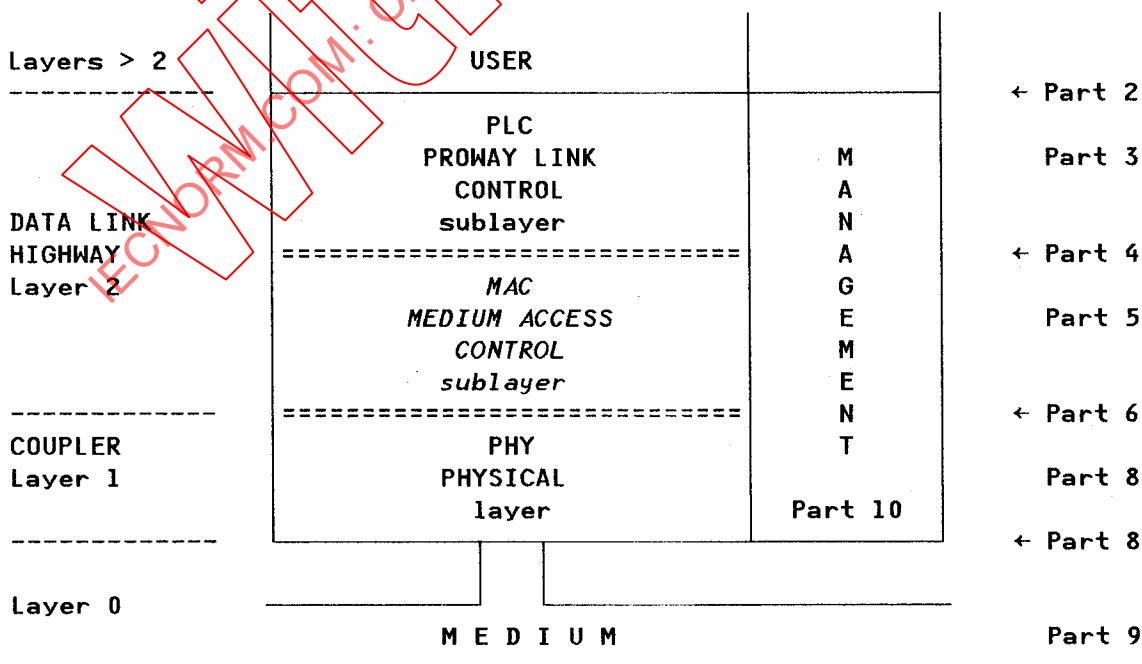


Fig. 5-1. - Relationship to LAN Model.

5A. Description informelle du fonctionnement de la sous-couche MAC

Les responsabilités spécifiques de la sous-couche de commande d'accès au support d'un support à diffusion comprennent la gestion de l'accès ordonné au support, ainsi qu'un moyen d'admission et de suppression de stations (modifications l'appartenance à l'anneau local) et le traitement des reprises sur erreur.

Les défauts pris en compte ici sont ceux provoqués par une défaillance de station(s) ou par des erreurs de communication. Ces défauts comprennent:

- 1) Jetons multiples.
- 2) Jeton perdu.
- 3) Passage de jeton non réussi.
- 4) Station sourde (c'est-à-dire station dont le récepteur ne fonctionne pas).
- 5) Adresses de stations en double.

Cette procédure d'accès au support doit être robuste, c'est-à-dire qu'elle devrait tolérer l'existence de plusieurs erreurs simultanées sans subir aucune détérioration.

Certaines observations de base sont utiles pour comprendre le fonctionnement du mécanisme de jeton sur un support à diffusion.

- a) les stations sont connectées en parallèle avec le support. Ainsi lorsqu'une station émet, son signal est reçu (ou "entendu") par toutes les stations du support. Les autres stations peuvent perturber l'émission de la première station, mais elles ne peuvent pas en modifier le contenu de façon prévisible;
- b) lorsqu'une station émet, elle peut supposer que toutes les autres stations entendent quelque chose (mais pas nécessairement ce qui a été émis);
- c) lorsqu'une station reçoit une trame correcte (formée et délimitée correctement et contenant une séquence de contrôle de trame correcte), elle peut en déduire qu'une station a émis la trame et que, par conséquent, toutes les stations ont entendu quelque chose;
- d) lorsqu'une station reçoit autre chose qu'une trame correcte (c'est-à-dire du bruit), elle ne peut rien supposer sur ce que les autres stations du support ont pu entendre;
- e) il n'est pas obligatoire que toutes les stations participent au passage du jeton (c'est obligatoire seulement pour celles qui désirent lancer des émissions);
- f) les jetons multiples et les jetons perdus peuvent être détectés par n'importe quelle station. Il n'y a pas de station spéciale de "surveillance" assurant les fonctions de récupération du jeton;
- g) du fait de leur séparation spatiale, on ne peut pas garantir que les stations ont à un moment quelconque la même perception de l'état du système (la procédure d'accès au support décrite dans ce texte tient compte de ce fait).

5A. Informal Description of MAC Sublayer Operation

Specific responsibilities of the Medium Access Control sublayer for a broadcast medium involve managing ordered access to the medium, providing a means for admission and deletion of stations (adjustment of logical ring membership), and handling fault recovery.

The faults considered here are those caused by communications errors or station failures. These faults include the following:

- 1) Multiple tokens.
- 2) Lost tokens.
- 3) Token-pass failure.
- 4) Deaf station (that is, a station with an inoperative receiver).
- 5) Duplicate station addresses.

This medium access protocol is intended to be robust, in the sense that it should tolerate and survive multiple concurrent errors.

Some basic observations are useful in understanding the operation of tokens on a broadcast medium.

- a) stations are connected in parallel to the medium. Thus, when a station transmits, its signal is received (or heard) by all stations on the medium. Other stations can interfere with the first station's transmission but cannot predictably alter its contents;
- b) when a station transmits, it may assume that all other stations hear something (though not necessarily what was transmitted);
- c) when a station receives a valid frame (properly formed and delimited and containing a correct frame check sequence), it may infer that some station transmitted the frame and, therefore, that all stations heard something;
- d) when a station receives something other than a valid frame (that is, noise), it may make no inference about what the other stations on the medium might have heard;
- e) not all stations need to be involved in token passing (only those which desire to initiate transmissions);
- f) multiple tokens and lost tokens may be detected by any station. There are no special "monitor" stations that perform token recovery functions;
- g) due to spatial separation, stations cannot be guaranteed to have a common perception of the system state at any instant. (The medium access protocol described herein accounts for this.)

5A.1 *Fonctionnement de l'anneau à jeton en régime permanent*

Le fonctionnement en régime permanent ou normal (l'état du réseau lorsqu'un anneau logique a été établi et qu'il n'y a aucune condition d'erreur) exige simplement l'envoi du jeton à la station successeur spécifique lorsque chaque station a fini d'émettre (voir figure 0-2).

D'autres tâches critiques et plus difficiles sont l'établissement de l'anneau logique (à l'initialisation, où son ré-établissement en cas d'erreur catastrophique) et le maintien de l'anneau logique permettant aux stations d'entrer dans l'anneau logique et d'en ressortir sans perturber les autres stations du réseau.

Le droit d'émettre, c'est-à-dire le jeton, passe à toutes les stations de l'anneau logique. Chaque station participante connaît l'adresse de son prédécesseur (c'est-à-dire de la station qui lui a transmis le jeton) qui est appelé "station précédente" ou PS. Elle connaît son successeur (la station à laquelle elle devrait envoyer le jeton) appelé station suivante ou NS. Elle connaît également sa propre adresse appelée *adresse_de_la_station* ou TS. Les adresses du prédécesseur et du successeur sont déterminées et tenues à jour dynamiquement par les algorithmes décrits.

Les paragraphes suivants présentent les caractéristiques et éléments importants de la procédure d'accès au bus à jeton.

Note.- Pour cette description, toutes les machines à états sont supposées fonctionner instantanément sur réception des événements externes.

5A.1.1 *Durée_max_avant_réponse*

Lorsqu'on décrit les opérations d'accès, l'expression *durée_max_avant_réponse* sert à désigner la durée maximale pendant laquelle une station doit attendre une réponse immédiate au niveau de l'accès au support (MAC) provenant d'une autre station. La définition précise de la *durée_max_avant_réponse* est donnée au paragraphe 5B.1.10.

La valeur de la *durée_max_avant_réponse* (ainsi que l'adresse de la station et plusieurs autres paramètres d'administration de station) doit être connue de la station avant qu'elle ne tente d'émettre sur le réseau. Si toutes les stations d'un réseau n'utilisent pas la même valeur pour *durée_max_avant_réponse*, il est possible que la procédure d'accès au support ne fonctionne pas correctement. La méthode d'établissement de ces paramètres dans chaque station n'entre pas dans le cadre de cette norme.

5A.1.2 *Passage du jeton*

Le jeton (le droit d'émettre) est passé d'une station à la suivante dans l'ordre descendant des numéros représentant les adresses des stations. Lorsqu'une station perçoit une trame jeton qui lui est adressée, elle a le jeton et peut donc émettre des trames de données.

Lorsqu'une station a le jeton, elle peut déléguer temporairement son droit à émettre à une autre station en envoyant une trame de données *demande_avec_réponse*. Lorsqu'une station perçoit une trame de données *demande_avec_réponse* qui lui est adressée, elle répond par

5A.1 *Token Ring Steady State Operation*

Steady state operation (the network condition where a logical ring has been established and no error conditions are present) simply requires the sending of the token to a specific successor station when each station has finished transmitting (see Figure 0-2).

Other essential and more difficult tasks are establishing the logical ring (at initialization or re-establishing it in the case of a catastrophic error) and maintaining the logical ring (allowing stations to enter and leave the logical ring without disrupting the other stations in the network).

The right to transmit, i.e. the token, passes among all stations in the logical ring. Each participating station knows the address of its predecessor (the station that transmitted the token to it), referred to as Previous Station or PS. It knows its successor (which station the token should be sent to next), referred to as Next Station or NS. It also knows its own address, referred to as This Station or TS. These predecessor and successor stations are dynamically determined and maintained by the algorithms described.

The following sub-clauses introduce major elements and features of the token bus access protocol.

Note.- For the purpose of description, all state machines are presumed to be instantaneous with respect to external events.

5A.1.1 *Slot_Time*

In describing the access operations, the term *slot_time* is used to refer to the maximum time during which any station need wait for an immediate medium access level response from another station. *Slot_time* is precisely defined in 5B.1.10.

The *slot_time* (along with the station's address and several other station management parameters) shall be known to the station before it may attempt to transmit on the network. If all stations in a network are not using the same value for *slot_time*, the medium access protocol may not operate properly. The method of setting these parameters in each station is outside the scope of this standard.

5A.1.2 *Token Passing*

The token (right to transmit) is passed from station to station in numerically descending, station-address order. When a station hears a token frame addressed to itself, it "has the token" and may transmit data frames.

When a station has the token it may temporarily delegate its right to transmit to another station by sending a *request_with_response* data frame. When a station hears a *request_with_response* data frame

une trame de données de réponse si l'option `demande_avec_reponse` est mise en oeuvre. La trame de données de réponse a pour effet que le droit d'émettre repasse à la station qui a émis la trame de données `demande_avec_reponse`.

Lorsque chaque station a achevé l'émission des trames de données qu'elle détenait et qu'elle a terminé les autres fonctions de maintenance (décrites au paragraphe 5A.1.3), la station passe le jeton à son successeur en envoyant une trame `commande_MAC` de jeton.

Après avoir envoyé la trame jeton, la station se met à l'écoute pour s'assurer que son successeur a perçu la trame de jeton et qu'il est en activité. Si l'émetteur perçoit une trame correcte après le jeton, il suppose que son successeur a le jeton et qu'il est en train d'émettre. Si l'émetteur du jeton n'entend pas une trame correcte après avoir passé le jeton, il tente d'évaluer l'état du réseau.

Si la station qui passe le jeton perçoit une rafale de bruit ou une trame dont la séquence FCS est incorrecte, elle ne peut pas utiliser l'adresse source pour identifier la station qui a émis la trame. La procédure d'accès au support traite cette situation de façon à minimiser le risque que la station provoque une erreur sérieuse. Si une rafale de bruit est perçue, la station qui envoie le jeton établit un indicateur interne et poursuit son écoute à l'état `contrôle_passage_jeton` pendant quatre `durée_max_avant_reponse` au maximum. Si la station n'entend plus rien, elle suppose qu'elle a perçu son propre jeton qui a été déformé et elle répète donc l'émission du jeton. Si quelque chose est perçu pendant les quatre `durée_max_avant_reponse` suivantes, la station suppose que son successeur a le jeton.

Si le détenteur du jeton ne perçoit pas une trame correcte après avoir envoyé le jeton pour la première fois, il répète l'opération de passage de jeton en faisant le même contrôle que pendant la première tentative.

Si le successeur n'émet pas après une deuxième trame jeton, l'émetteur suppose que le successeur a subi une défaillance. L'émetteur envoie alors une trame `qui_suit_?` avec l'adresse de son successeur inscrite dans le champ de données de la trame. Toutes les stations comparent la valeur du champ de données d'une trame `qui_suit_?` à l'adresse de leur prédécesseur (la station qui leur transmet habituellement le jeton). La station dont le prédécesseur est le successeur de la station émettrice répond à la trame `qui_suit_?` en émettant son adresse dans une trame `désignation_successeur`. La station qui détient le jeton établit ainsi un nouveau successeur, éliminant de l'anneau logique en la court-circuitant la station qui a échoué.

Si la station qui émet ne perçoit aucune réponse à la trame `qui_suit_?`, elle la répète une deuxième fois. S'il n'y a toujours pas de réponse, la station tente une autre stratégie pour rétablir l'anneau logique. Elle émet maintenant une trame `sollicitation_successeur_2` contenant sa propre adresse à la fois dans les champs DA et SA et demandant à n'importe quelle station du système d'y répondre. Les stations opérationnelles qui entendent la demande et qui désirent faire partie de l'anneau logique répondent et l'anneau logique est ré-établi avec le processus de fenêtres de réponse examiné ci-dessous.

addressed to itself it must respond with a `response_data_frame`, if the `request_with_response` option is implemented. The `response_data_frame` causes the right to transmit to revert back to the station which sent the `request_with_response` data frame.

After each station has completed transmitting any data frames it may have and has completed other maintenance functions (described in 5A.1.3), the station passes the token to its successor by sending a `token MAC_control` frame.

After sending the token frame, the station listens to make sure that its successor hears the token frame and is active. If the sender hears a valid frame following the token, it assumes that its successor has the token and is transmitting. If the token sender does not hear a valid frame following its token pass, it shall attempt to assess the state of the network.

If the token-sending station hears a `noise_burst` or frame with an incorrect FCS, it cannot be sure from the source address which station sent the frame. The medium access protocol treats this condition in a way which minimizes the chance of the station causing a serious error. If a `noise_burst` is heard, the token-sending station sets an internal indicator and continues to listen in the `check_token_pass` state for up to four more `slot_times`. If nothing more is heard, the station assumes that it heard its own token that had been garbled and so repeats the token transmission. If anything is heard during the following four `slot_time` delays, the station assumes its successor has the token.

If the token holder does not hear a valid frame after sending the token the first time, it repeats the token pass operation once, performing the same monitoring as during the first attempt.

If the successor does not transmit after a second token frame, the sender assumes that its successor has failed. The sender then sends a `who_follows?` frame with its successor's address in the data field of the frame. All stations compare the value of the data field of a `who_follows?` frame with the address of their predecessor (the station that normally sends them the token). The station whose predecessor is the successor of the sending station responds to the `who_follows?` frame by sending its address in a `set_successor` frame. The station holding the token thus establishes a new successor, bridging the failed station out of the logical ring.

If the sending station hears no response to a `who_follows?` frame, it repeats the frame a second time. If there is still no response, the station tries another strategy to re-establish the logical ring. The station now sends a `solicit_successor_2` frame with its own address as both DA and SA, asking any station in the system to respond to it. Any operational station that hears the request and needs to be part of the logical ring responds, and the logical ring is re-established using the response window process discussed next.

En cas d'échec de toutes les tentatives de sollicitation d'un successeur, la station suppose qu'une défaillance est peut être intervenue. Il se peut que toutes les autres stations soient tombées en panne, qu'elles soient sorties de l'anneau logique, qu'une rupture du support ait eu lieu ou que le récepteur de la station soit défaillant de sorte qu'il ne peut pas entendre les autres stations qui ont répondu à ses demandes. Dans ces conditions, la station abandonne sa tentative de maintien de l'anneau logique. Si la station n'a pas de trames à émettre, elle se met à l'écoute pour tenter de percevoir une indication d'activité des autres stations. Si la station a des trames de données à émettre, elle envoie ces trames de données restantes et répète ensuite le processus de passage de jeton. Lorsque la station a émis ses trames et qu'elle ne peut toujours pas localiser un successeur, elle devient silencieuse et elle se met à l'écoute des émissions d'une autre station.

En résumé, le jeton est normalement passé d'une station à l'autre à l'aide d'une trame courte de passage de jeton. Si une station ne prend pas le jeton, la station émettrice utilise une série de procédures de reprise qui deviennent de plus en plus rigoureuses au fur et à mesure de l'échec des différentes tentatives visant à trouver un successeur.

5A.1.3 *Addition de nouvelles stations à l'anneau à jeton*

De nouvelles stations sont ajoutées à l'anneau logique par un processus contrôlé de contention comportant des fenêtres de réponse. Une fenêtre de réponse est un intervalle de temps contrôlé (égal à une durée_max_avant_réponse) qui est compté après l'émission d'une trame de commande MAC dans laquelle la station qui envoie la trame marque une pause et se met à l'écoute d'une réponse. Si la station entend une émission commencer pendant la fenêtre de réponse, elle continue à écouter l'émission, même après l'expiration de la durée de la fenêtre de réponse et cela jusqu'au moment où l'émission est achevée. Ainsi, les fenêtres de réponse définissent l'intervalle de temps pendant lequel une fenêtre va entendre le début d'une réponse provenant d'une autre station.

Les deux types de trame sollicitation_successeur_1 et sollicitation_successeur_2 indiquent l'ouverture de fenêtres de réponse pour les stations qui veulent s'insérer dans l'anneau logique. La trame de sollicitation_de_successeur spécifie un intervalle d'adresse de station entre l'adresse de la source de la trame et celle de sa destination. Les stations dont les adresses sont comprises dans cet intervalle et qui souhaitent entrer dans l'anneau logique répondent à la trame.

L'émetteur de la trame sollicitation_successeur émet la trame et passe ensuite en attente à l'écoute d'une réponse dans la fenêtre de réponse qui suit la trame. Les stations qui répondent transmettent à l'émetteur de la trame leurs demandes par lesquelles elles indiquent qu'elles souhaitent devenir la prochaine station de l'anneau logique. Si l'émetteur de la trame entend une demande correcte, il permet à la nouvelle station d'entrer dans l'anneau logique en modifiant l'adresse de son successeur au profit de la nouvelle station et en passant le jeton à son nouveau successeur.

Dans une fenêtre de réponse, il est toujours possible que plusieurs stations désirent simultanément accéder à l'anneau logique. Pour minimiser la contention qui peut se produire dans ce cas, la séquence de passage du jeton est limitée en exigeant qu'une station puisse

If all attempts at soliciting a successor fail, the station assumes that a fault may have occurred; either all other stations have failed, all stations have left the logical ring, the medium has broken, or the station's own receiver has failed so that it cannot hear other stations who have been responding to its requests. Under such conditions the station quits attempting to maintain the logical ring. If the station has no frames to send, it listens for some indication of activity from other stations. If the station has data frames to send, it sends its remaining data frames and then repeats the token pass process. Once the station has sent its frames and still cannot locate a successor it will become silent, listening for another station's transmissions.

In summary, the token is normally passed from station to station using a short token pass frame. If a station fails to pick up the token, the sending station uses a series of recovery procedures that grow increasingly more drastic as the station repeatedly fails to find a successor station.

5A.1.3 *Adding New Stations to the Token Ring*

New stations are added to the logical ring through a controlled contention process using response windows. A response window is a controlled interval of time (equal to one slot_time) after transmission of a MAC control frame in which the station sending the frame pauses and listens for a response. If the station hears a transmission start during the response window, the station continues to listen to the transmission, even after the response window time expires, until the transmission is complete. Thus the response windows define the time interval during which a station shall hear the beginning of a response from another station.

The two frame types, `solicit_successor_1` and `solicit_successor_2`, indicate the opening of response windows for stations wishing to enter the logical ring. The `solicit_successor` frame specifies a range of station addresses between the frame source and destination addresses. Stations whose addresses fall within this range and who wish to enter the logical ring respond to the frame.

The sender of a `solicit_successor` frame transmits the frame and then waits, listening for a response in the response window following the frame. Responding stations send the frame sender their set-successor frame which requests inclusion in the logical ring. If the frame sender hears a valid request, it allows the new station to enter the logical ring by changing the address of its successor to the new station and passing its new successor the token.

In any response window there exists the possibility that more than one station will simultaneously desire logical ring entry. To minimize contention when this happens, the token pass sequence is limited by

seulement demander son admission lorsqu'une fenêtre est ouverte pour un intervalle d'adresses qui contient sa propre adresse.

Il y a deux trames sollicitation_successeur. La trame sollicitation_successeur_1 est suivie d'une fenêtre de réponse. La trame sollicitation_successeur_2 est suivie de deux fenêtres de réponse. La trame sollicitation_successeur_1 est émise lorsque l'adresse du successeur de la station est inférieure à l'adresse de la station. C'est le cas normal lorsque le jeton est passé d'une station dont l'adresse est un numéro élevé à une autre station dont l'adresse est un numéro plus faible. La sollicitation_successeur_1 donne le droit de répondre aux seules stations dont l'adresse est dans l'intervalle compris entre l'adresse de l'émetteur du jeton et celle de la destination du jeton, limitant ainsi les stations susceptibles d'être en contention et préservant l'ordre décroissant de l'anneau logique.

Dans l'anneau logique, une seule station a une adresse inférieure à celle de son successeur, c'est la station (la seule) dont l'adresse est la plus basse et qui réémet le jeton en haut de l'anneau logique classé selon les adresses. Lorsqu'elle sollicite des successeurs, cette station doit ouvrir deux fenêtres de réponse, une pour les stations dont les adresses sont inférieures à la sienne et une pour celle dont les adresses sont supérieures à celle de son successeur. La station dont l'adresse est la plus basse émet une trame sollicitation_successeur_2 avec ouverture de deux fenêtres de réponse. Les stations dont l'adresse est inférieure à celle de l'émetteur répondent dans la première fenêtre de réponse; les stations dont l'adresse est supérieure à celle du successeur de l'émetteur répondent dans la deuxième fenêtre de réponse.

Dans une fenêtre de réponse quelconque, lorsque la station qui sollicite perçoit une trame désignation_successeur correcte, elle a trouvé un nouveau successeur. Lorsque plusieurs stations répondent simultanément, seul du bruit non reconnaissable peut être perçu pendant la période de réponse. La station qui sollicite opère alors au moyen d'un algorithme d'arbitrage pour identifier un seul répondeur, en émettant une trame résolution_contention. Les stations qui avaient répondu à la trame sollicitation_successeur précédente et qui n'ont pas encore été éliminées par l'algorithme itératif de résolution des répondeurs choisissent une valeur à deux bits déterminée à partir de l'adresse de la station et se mettent à l'écoute pendant 0, 1, 2 ou 3 durée_max_avant_réponse, selon ce qui est indiqué par la valeur du délai d'écoute (une description plus complète de cette valeur de délai d'écoute est donnée plus loin). Si les stations en contention perçoivent quelque chose (c'est-à-dire autre chose que du silence) pendant qu'elles sont à l'écoute, elles s'éliminent elles-mêmes de l'arbitrage. Si elles n'entendent que du silence, elles continuent à répondre aux autres demandes résolution_contention provenant de la station qui sollicite.

Note. - La connaissance et le contrôle de la fréquence à laquelle les fenêtres de réponse sont ouvertes, compte tenu de la longueur finie de l'algorithme de résolution de la réponse, permet toujours de calculer des limites fixes pour le temps d'accès (déterminisme). Pour des adresses à 16 bits, le cycle de résolution de la réponse doit être exécuté au plus neuf fois ($16/2+1$, pour les 16 bits d'adresse traités par groupes de 2 bits, plus une paire de bits "aléatoires").

requiring that a station only requests admission when a window is opened for an address range that spans its address.

There are two solicit_successor frames. Solicit_successor_1 has one response window following. Solicit_successor_2 has two response windows. Solicit_successor_1 is sent when the station's successor's address is less than the station's address. This is the normal case when the token is being passed from higher to lower addressed stations. Solicit_successor_1 allows only stations whose address is in the range between the token sender and the token destination to respond, thus limiting the possible contenders and preserving the descending order of the logical ring.

Exactly one station in the logical ring has its station's address below that of its successor, that is, the unique station having the lowest address which has to send the token to the "top" of the address ordered logical ring. When soliciting successors, this station has to open two response windows, one for those stations with addresses below its own, and one for stations with addresses above its successor. The station with the lowest address sends a solicit_successor_2 frame when opening response windows. Stations having an address below the sender respond in the first response window; while stations having an address higher than the sender's successor respond in the second response window.

In any response window, when the soliciting station hears a valid set_successor frame, it has found a new successor. When multiple stations simultaneously respond, only unrecognizable noise may be heard during the response period. The soliciting station then sequences through an arbitration algorithm to identify a single responder, by sending a resolve_contention frame. The stations which had responded to the earlier solicit_successor frame and which have not yet been eliminated by the iterative resolve responders algorithm choose a two-bit value from the station's address and listen for 0, 1, 2, or 3 slot times as determined by that listen delay value. (This listen delay value is described in more detail later.) If these contending stations hear anything (that is, non-silence) while listening, they eliminate themselves from the arbitration. If they hear only silence, they continue to respond to further resolve_contention requests from the soliciting station.

Note.- By knowing and controlling the frequency with which response windows are opened, and by virtue of the finite length of the response resolution algorithm, hard bounds on the access delay can always be calculated (determinism). For 16-bit addresses the response resolution cycle shall be run a maximum of nine times ($16/2+1$, for 16 address bits taken two bits at a time, plus one pair of "random" bits).

5A.1.3.1 *Limitation du temps de rotation du jeton*

Une durée maximale de rotation du jeton pour la maintenance_de_l'anneau est établie au moyen de la temporisation_maintenance_anneau, similaire à la temporisation de rotation établie pour les différentes classes d'accès d'émission de données, comme indiqué en 5A.1.5. Si la durée de rotation du jeton semble devoir être plus longue que le temps établi pour cette temporisation_maintenance_anneau, la station diffère la procédure de sollicitation successeur jusqu'à un passage de jeton ultérieur. Lorsque le réseau est moins chargé, lors du passage suivant ou d'un passage de jeton ultérieur, la station exécute la fonction de maintenance de l'anneau de sollicitation de nouveaux successeurs.

La temporisation_maintenance_anneau permet à l'administration de station de déterminer si la station doit solliciter des successeurs immédiatement en entrant dans l'anneau ou si elle doit attendre pour le faire un ou plusieurs passage(s) du jeton. La valeur_init_maintenance_anneau est chargée dans la temporisation_maintenance_anneau lorsque la station entre dans l'anneau. Si cette valeur est élevée, la station ne trouvera pas cette temporisation expirée, et sollicitera immédiatement des successeurs. Si cette valeur est nulle, la station trouvera cette temporisation expirée, et passera immédiatement le jeton.

Lorsqu'une station reçoit le jeton, elle s'occupe des quatre files d'attente de données correspondant aux classes d'accès, et exécute ensuite la procédure maintenance_de_l'anneau. Si la durée_entre_sollicitations est nulle, il est recommandé que la station sollicite des successeurs. L'arc solliciter_successeurs est suivi si la temporisation de rotation du jeton de maintenance de l'anneau n'est pas expirée. Si cette temporisation est expirée, ou si la durée_entre_sollicitations n'est pas nulle, l'arc passer_jeton est suivi et le jeton est simplement passé.

5A.1.3.2 *Notification à l'utilisateur de l'appartenance à l'anneau*

Il est nécessaire à l'utilisateur de PROWAY d'avoir accès à une liste des autres stations qui sont actives dans l'anneau logique. La création de cette liste de stations actives est assurée par l'administration de station décrite dans la section 10A.

Lorsqu'une station change son successeur dans l'anneau logique, ce fait doit être rapporté à sa propre entité d'administration. Cette entité doit alors lire l'adresse de ce nouveau successeur (NS) et informer les autres stations lorsque cela est nécessaire.

5A.1.4 *Initialisation de l'anneau à jeton*

L'initialisation est un cas particulier de l'ajout de nouvelles stations; elle est déclenchée à l'expiration d'une temporisation d'inactivité (bus_inactif) d'une station. Si la temporisation d'inactivité se termine, la station émet une trame demande_jeton. Comme l'algorithme des fenêtres de réponse, l'algorithme d'initialisation suppose que plusieurs stations peuvent tenter d'initialiser le réseau à un instant donné. Ce problème est résolu par un classement des initialisateurs d'après leurs adresses.

Chaque initialisateur potentiel émet une trame demande_jeton qui a un champ d'information dont la longueur est un multiple de la valeur durée_max_avant_réponse du système (ce multiple étant 0, 2, 4 ou 6; il est basé sur des bits sélectionnés de l'adresse de la station). Chaque

5A.1.3.1 *Bound on Token Rotation Time*

A maximum token rotation time for `ring_maintenance` is established with the `ring_maintenance_timer`, similar to the rotation times established for the differing access classes of data transmissions, as described in 5A.1.5. If the token appears to rotate slower than the time established for this `ring_maintenance_timer`, a station defers the solicit successor procedure until a later token pass. When the network is less heavily loaded on the next or succeeding token pass, the station performs the `ring_maintenance` function of soliciting new successors.

The `ring_maintenance_timer` gives station management control over whether the station solicits successors immediately on entering the token ring or defers for one (or more) token pass(es). The `ring_maintenance_initial_value` is set into the `ring_maintenance_timer` when the station enters the ring. If this value is large, the station will not find the timer expired and will solicit successors immediately. If this value is zero, the station will find the timer expired and will pass the token.

When a station gets the token, it services the four access class data queues and then performs `ring_maintenance`. If the `inter_solicit_count` is zero, the station should solicit successors. The `do_solicit_successor` arc is taken if the `ring_maintenance_token_rotation_timer` has not expired. If either the timer has expired or the `inter_solicit_count` is not yet zero, the `do_pass_token` arc is taken and the token is simply passed.

5A.1.3.2 *User Notification of Ring Membership*

It is necessary for the user of PROWAY to have access to a list of other stations which are active in the logical token ring. The creation of this live list is performed by Station Management as described in Section 10A.

Whenever a station changes its successor in the logical ring, the station's own Station Management entity will be notified. That Station Management entity will then read the new successor's address (NS) and inform other stations when appropriate.

5A.1.4 *Token Ring Initialization*

Initialization is primarily a special case of adding new stations; it is triggered by the exhaustion of an inactivity timer (`bus_idle`) in one station. If the inactivity timer expires, the station sends a `claim_token` frame. As in the response window algorithm, the initialization algorithm assumes that more than one station may try to initialize the network at a given instant. This is resolved by address sorting the initializers.

Each potential initializer sends a `claim_token` frame having an information field length that is a multiple of the system `slot_time` (the multiple being 0, 2, 4, or 6 based on selected bits of the station

station qui initialise attend alors une durée_max_avant_réponse pour sa propre émission et pour les autres stations qui ont choisi la même longueur de trame. La station procède alors à l'échantillonnage de l'état du support.

Si une station détecte un état de non-silence, elle sait qu'une (ou plusieurs) autres stations a(ont) envoyé une émission de longueur plus importante. La station s'ajourne vis-à-vis des autres stations dont l'émission est plus longue et repasse donc à l'état inactif.

Si la station a détecté un silence et que des bits inutilisés demeurent dans la chaîne adresse, la station qui tente l'initialisation refait l'opération en utilisant les deux bits suivants de son adresse pour obtenir la longueur de la prochaine trame émise. Lorsque tous les bits ont été utilisés et que la station détecte toujours l'état de silence, elle a gagné l'épreuve d'initialisation et détient maintenant le jeton.

Une fois qu'il y a un jeton unique dans le réseau, l'anneau logique se construit au moyen du processus de fenêtre de réponse décrit précédemment.

Note.- Une paire aléatoire de bits est utilisée à la fin de l'algorithme de classement des adresses pour assurer que deux stations qui ont la même adresse (ce qui constitue une condition d'erreur) ne vont pas provoquer le blocage permanent du système complet. Si les deux stations ne se séparent pas (choix aléatoires identiques), elles tentent toutes les deux de former un anneau logique et, au plus, l'une d'entre-elles réussit. Si elles se séparent (choix aléatoires différents), une seule accède à l'anneau. Dans ce dernier cas, la station qui échoue percevra une émission provenant d'une station dont l'adresse est identique et découvre ainsi la condition d'erreur.

5A.1.4.1 *Sortie de l'anneau à jeton*

Une station peut à tout moment sortir de l'anneau logique en attendant le jeton, puis en émettant une trame désignation_successeur à son prédécesseur sur l'anneau logique, avec l'adresse de son successeur. Ensuite, il suffit à la station qui sort de l'anneau logique d'envoyer simplement le jeton normalement à son successeur. La ré-admission dans l'anneau logique exige une des séquences décrites aux paragraphes 5A.1.3 et 5A.1.4.

5A.1.5 *Priorités*

La procédure de passage de jeton comporte un mécanisme de priorité grâce auquel les trames de données d'une couche supérieure qui sont en attente d'émission sont affectées à des classes de service différentes, rangées ou classées en fonction de la priorité d'émission voulue. Ce mécanisme de priorités permet à la sous-couche MAC d'offrir quatre classes de service à la sous-couche PLC et aux protocoles de niveau plus élevé. La priorité de chaque trame est déterminée par la "priorité" spécifiée dans la commande de requête à MAC.

La méthode de commande d'accès au support à bus à jeton ne distingue que quatre niveaux de priorité appelés classes d'accès. Ainsi, on a quatre files d'attente pour stocker les trames en attente d'émission. Les classes d'accès sont appelées 0, 2, 4 et 6; 6 correspond à la priorité la plus haute et 0 à la plus basse.

address). Each initializing station then waits one slot_time for its own transmission, and for other stations that chose the same frame length, to pass. The station then samples the state of the medium.

If a station senses non-silence, it knows that some other station(s) sent a longer length transmission. The station defers to those stations with the longer transmission and re-enters the idle state.

If silence was detected and unused bits remain in the address string, the station attempting initialization repeats the process using the next two bits of its address to derive the length of the next transmitted frame. If all bits have been used and silence is still sensed, the station has "won" the initialization contest and now holds the token.

Once there is a unique token in the network, the logical ring builds by means of the response window process previously described.

Note.- A random pair of bits is used at the end of the address sort algorithm to ensure that two stations with the same address (which is a fault condition) will not permanently bring down an entire system. If the two stations do not separate (random choices identical), they both attempt to form a logical ring, and at most one of them will succeed. If they do separate (random choices are different), one will get in. In the latter case, the station which does not get in will hear a transmission from a station with an identical address and so will discover the error condition.

5A.1.4.1 *Leaving the Token Ring*

A station may remove itself from the logical ring at any time by waiting for the token, then sending a set_successor frame to its predecessor on the logical ring with the address of its successor. The exiting station then sends the token as usual to its successor. Re-admission to the logical ring requires one of the sequences described in 5A.1.3 and 5A.1.4.

5A.1.5 *Priorities*

The token-passing access method provides a priority mechanism by which higher layer data frames awaiting transmission are assigned to different service classes, ranked or ordered by their desired transmission priority. The priority mechanism allows the MAC sublayer to provide four service classes to the PLC sublayer, and higher level protocols. The priority of each frame is determined by the priority specified in the request command to MAC.

The token bus access method distinguishes only four levels of priority, called access classes. Thus, there are four request queues to store frames pending transmission. The access classes are named 0, 2, 4, and 6, with 6 being the highest priority and 0 the lowest.

MAC fait correspondre aux deux bits de poids le plus fort de la classe de priorité requise par la sous-couche PLC une valeur de priorité à deux bits qui est incluse dans le champ de format de la trame. La valeur de la priorité est alors transposée en une classe d'accès MAC par un processus qui ignore le bit le moins significatif du champ de priorité. Ainsi, les classes de service 0 et 1 correspondent à la classe d'accès 0, les classes de service 2 et 3 à la classe d'accès 2, les classes de service 4 et 5 à la classe d'accès 4 et les classes de service 6 et 7 à la classe d'accès 6.

La valeur de la classe de service qui figure dans la requête à MAC doit toujours être placée dans l'octet FC. Pour toutes les stations, la règle régissant l'émission des trames qui ont la priorité la plus élevée est qu'une station ne doit pas émettre des trames consécutives au-delà d'un temps maximal établi par l'administration de station. Ce temps appelé `temps_conservation_jeton_H_pri` a pour rôle d'empêcher une station de monopoliser le réseau. Si pour une station le nombre de trames de données de classe d'accès 6 à émettre est supérieur à ce qu'elle peut envoyer pendant une période `temps_conservation_jeton_H_pri`, le système lui interdit d'envoyer d'autres trames, sauf les répétitions, après l'expiration de ce temps. Elle termine alors les éventuelles répétitions nécessaires, et doit passer le jeton.

Une station doit achever toutes les répétitions avant de passer le jeton afin d'éviter l'introduction de trames dupliquées. Par exemple, la station distante pourrait recevoir correctement une trame, mais la trame d'ACK pourrait être perdue. Si la station locale avait terminé (sa transaction) sans répétition et sans recevoir un ACK, la station distante aurait reçu et traité une trame que la station locale aurait estimé perdue. Au passage de jeton suivant, la station locale aurait très vraisemblablement recommencé l'émission précédente, et une trame dupliquée aurait été créée. Pour une discussion plus complète des pertes et duplications de trames, voir l'annexe 3-A.

Lorsqu'une station a des trames de classe d'accès inférieure à envoyer et qu'elle a du temps disponible, elle envoie ces trames sous réserve de l'application des règles de priorité décrites dans ces paragraphes.

L'objet du système de priorités est d'attribuer la bande passante du réseau aux trames de priorité plus haute et d'envoyer seulement les trames de priorité plus basse lorsque la bande passante inutilisée est suffisante. L'attribution de la bande passante du réseau se fait en mesurant la durée d'une rotation complète du jeton dans l'anneau logique. Un temps de rotation cible du jeton est attribué à chaque classe d'accès. Pour chaque classe d'accès, la station mesure le temps pris par le jeton pour faire le tour de l'anneau logique.

Si le jeton revient à une station avant l'expiration du temps de rotation cible, la station peut émettre des trames de cette classe d'accès jusqu'à l'expiration du temps de rotation cible. Si le jeton revient après le temps de rotation cible, la station ne peut pas envoyer de trame de cette priorité pour ce passage du jeton.

Toutes les stations doivent comporter trois temporisations de rotation pour les trois classes d'accès inférieures. Chaque classe d'accès comporte une file d'attente de trames à émettre. Lorsqu'une station reçoit le jeton, elle dessert d'abord la file d'attente dont la classe

MAC maps the two most significant bits of the priority class requested by the PLC sublayer into a two bit priority value, which is included in the frame format field. The priority value is then mapped into the MAC access class by ignoring the least significant bit in the priority field. Thus, service classes 0 and 1 correspond to access class 0, service classes 2 and 3 to access class 2, service classes 4 and 5 to access class 4, and service classes 6 and 7 to access class 6.

The service class value in the request to MAC shall be carried in the FC octet. For all stations, the rule governing the transmission of highest priority frames is that a station may not transmit consecutive frames for more than some maximum time set by station management. This time, called the `hi_pri_token_hold_time`, prevents any single station from monopolizing the network. If a station has more access class 6 data frames to send than it can transmit in one `hi_pri_token_hold_time` period, it is prohibited from sending additional frames, except for retries, after that time has expired. It then completes any required retries and has to pass the token.

A station has to complete all retries before passing the token to prevent the introduction of duplicate frames. For example, the remote station could correctly receive a frame but the "ACK" frame might be lost. If the local station terminated without retrying and receiving an ACK, then the remote station would have received and processed a frame that the local station thought was lost. On the next token round, the local station would most likely retry the original transmission and a duplicate frame would be created. For a more complete discussion of lost and duplicate frames see Appendix 3(A).

When a station has lower access class frames to send and has time available, it may only send these frames subject to the priority system rules described in these paragraphs.

The object of the priority system is to allocate network bandwidth to the higher priority frames and only send lower priority frames when there is sufficient unused bandwidth. The network bandwidth is allocated by timing the rotation of the token around the logical ring. Each access class is assigned a target token rotation time. For each access class the station measures the time it takes the token to circulate around the logical ring.

If the token returns to a station in less than the target rotation time, the station can send frames of that access class until the target rotation time has expired. If the token returns after the target rotation time has been reached, the station cannot send frames of that priority on this pass of the token.

Each station shall have three rotation timers for the three lower access classes. Each access class has a queue of frames to be transmitted. When a station receives the token it first services the highest

d'accès est la plus haute, qui utilise le temps_conservation_jeton_haute_priorité pour contrôler son fonctionnement. Après avoir émis un certain nombre de trames de la plus haute priorité, la station commence à desservir les autres files d'attente (avec les temporisations de rotation correspondantes), de la classe d'accès la plus haute à la plus basse.

Chaque classe_d'accès opère comme une sous-station virtuelle puisque le jeton est passé de façon interne, de la classe_d'accès la plus haute à la plus basse, par l'intermédiaire de toutes les autres classe_d'accès intermédiaires, avant d'être transmis au successeur de la station.

L'algorithme de service des classes d'accès travaille en chargeant la valeur résiduelle d'une temporisation de rotation de jeton dans une temporisation de conservation de jeton et en rechargeant cette même temporisation de rotation avec le temps de rotation cible de cette classe d'accès. (Ainsi, les trames émises par une station pour cette classe d'accès sont comptabilisées dans le prochain calcul du temps de rotation du jeton de la classe d'accès). S'il reste une valeur positive dans la temporisation de conservation de jeton, la station peut émettre des trames de cette classe d'accès jusqu'au moment où la temporisation de conservation de jeton arrive à expiration ou bien jusqu'au moment où la file d'attente de cette classe d'accès est vide. Lorsque l'un ou l'autre de ces événements a lieu, la station commence à desservir la classe d'accès immédiatement inférieure.

Dans tous les cas la station termine les éventuelles répétitions requises avant de prendre en compte la classe d'accès immédiatement inférieure. Lorsque le niveau le plus bas est desservi, la station procède à toute action de maintenance de l'anneau logique qui pourrait être requise et passe le jeton à son successeur.

5A.1.6 Service de transfert de données MAC avec confirmation

Associé aux procédures PLC appropriées, le mécanisme de réponse immédiate assure des échanges de données confirmés. Lorsqu'une entité d'une couche supérieure demande une transmission de données confirmée, l'entité PLC lance à l'intention de l'entité MAC locale une MA_DATA.demande avec un type de trame demande_avec_réponse.

Lorsque l'entité locale MAC obtient le jeton, elle envoie la trame demande_avec_réponse et attend une trame de réponse. Si une temporisation expire sans qu'une réponse correcte ait été reçue, l'entité locale MAC réémet la trame initiale. Cette séquence est répétée jusqu'au moment où une trame correcte est reçue ou bien jusqu'à épuisement du nombre de répétitions autorisé.

Lorsque l'entité MAC éloignée (répondueuse) reçoit la trame spécifiant demande_avec_réponse, elle passe la trame reçue à l'entité PLC éloignée. L'entité PLC éloignée génère une réponse appropriée et donne ordre à l'entité MAC éloignée de transmettre cette trame de réponse immédiatement à la source de la trame demande_avec_réponse (c'est-à-dire à la station locale).

Lorsque l'entité locale MAC (origine) reçoit la trame réponse ou bien lorsque le nombre maximal de répétitions est atteint, elle associe la trame (si elle est disponible) à la trame demande_avec_réponse qui est en cours de traitement et elle prévient l'entité PLC d'origine de l'achèvement de sa demande initiale.

access class queue, which uses the `hi_pri_token_hold_time` to control its operation. After having sent any frames of the highest priority, the station begins to service the rotation timers and queues, working from higher to lower access classes.

Each `access_class` acts as a virtual substation in that the token is passed internally, from the highest `access_class` downward, through all `access_classes`, before being passed to the station's successor.

The access class service algorithm consists of loading the residual value from a token rotation timer into a token hold timer and reloading the same rotation timer with the target rotation time for that access class. (Thus frames sent by a station, for this access class, are accounted for in the access class's next token rotation time computation.) If the token hold timer has a remaining positive value, the station can transmit frames at this access class until either the token hold timer times out or this access class's queue is empty. When either event occurs the station begins to service the next lowest access class.

In all cases the station completes any required retries before moving to the next lowest access class. When the lowest level is serviced, the station performs any required logical ring maintenance and passes the token to its successor.

5A.1.6 MAC Confirmed Data Transfer Service

Immediate response procedures, coupled with appropriate PLC procedures, provide confirmed data exchanges. When a higher layer entity requests a confirmed data transmission, the PLC entity issues a `MA_DATA.request` with a `request_with_response` frame-type to the local MAC entity.

When the local MAC entity obtains the token, it sends the `request_with_response` frame and waits for a response frame. If a timer expires without a valid response, the local MAC entity will transmit the original frame. This is repeated until a response is received or the allowed number of retries is exhausted.

When the remote (responding) MAC entity receives the `request_with_response` frame, it passes the received frame to the remote PLC entity. The remote PLC entity generates an appropriate response and directs the remote MAC entity to send this response frame at once to the source of the `request_with_response` frame (i.e., the local station).

When the local (originating) MAC entity receives the response frame or when the retry count is exhausted, it associates the frame (if available) with the `request_with_response` frame now being processed and notifies the originating PLC entity of the completion of its original request.

Le mécanisme de répétition de la procédure demande_avec_réponse empêche de perdre des trames et ce avec un niveau de confiance aussi élevé que l'on désire, en jouant sur le paramètre nombre_max_répétitions. Toutefois, puisque la station locale répète la trame demande_avec_réponse lorsqu'elle ne reçoit pas une trame de réponse, il se peut que la station éloignée reçoive des duplicatas de la trame demande_avec_réponse d'origine. L'entité PLC éloignée supprime les trames en double en utilisant les procédures données en 3B. Une explication plus complète des causes de duplication et des remèdes apportés est donnée en annexe 3(A).

L'entité locale MAC (origine) n'exécute qu'une activité demande_avec_réponse à la fois. Toutes les répétitions et temporisations concernant cette demande doivent être achevées avant que l'entité locale MAC ne traite une autre demande ou ne passe le jeton.

5A.1.7 Variables "randomisées"

Plusieurs des variables utilisées par la procédure d'accès au support ont des valeurs aléatoires (ou "randomisées") à deux bits. Certaines de ces variables randomisées servent à améliorer la probabilité de reprise sur erreur dans certaines conditions. La randomisation de valeur_max_entre_sollicitations oblige les stations à fonctionner de manière désynchronisée lorsqu'elles ouvrent des fenêtres de réponse.

5A.2 Etats de la machine de commande d'accès (ACM)

La logique d'accès au support d'une station est décrite ici sous forme d'une machine de calcul qui passe par un certain nombre de phases distinctes appelées états. Ces états sont présentés dans les paragraphes suivants. Les états et les transitions qui les séparent sont illustrés à la figure 5-3. (Les encadrés en tirets regroupent les états en zones fonctionnelles). La section 5C contient un tableau complet des transitions entre états qui constitue une description formelle de la machine d'accès au bus à passage de jeton.

5A.2.0 Déconnecté

La machine d'accès se trouve à l'état déconnecté immédiatement après la mise sous tension ou après la détection par la sous-couche MAC de certaines conditions d'erreur. Après la mise sous tension, la station procède à son test automatique ainsi qu'à celui de sa connexion avec le support mais sans émettre sur ce support. Ce test automatique intégré dépend du mode de réalisation de la station et est sans effet sur les autres stations du réseau. Pour cette raison, la procédure de test automatique n'entre pas dans le cadre de cette norme.

Lorsque les procédures de mise sous tension sont terminées, la station demeure à l'état déconnecté jusqu'au moment où tous ses paramètres internes nécessaires sont initialisés et où elle reçoit l'ordre de se connecter.

5A.2.1 Inactif

Inactif est l'état dans lequel la station écoute le support et n'émet pas.

Si une trame commande_MAC est reçue et que la station doit entrer en action, elle passe à l'état approprié. Par exemple, si la station reçoit une trame de jeton qui lui est adressée, elle passe à l'état utilisation jeton.

The retry mechanism of the request_with_response procedure prevents loss of frames at any arbitrary level of confidence determined by the maximum_retry_limit. However, since the local station repeats the request_with_response frame when a response frame is not received, it is possible for the remote station to receive duplicates of the original request_with_response frame. The remote PLC entity eliminates duplicate frames using the procedures given in Section 3B. A more complete explanation of the causes for and prevention of loss and duplication is given in Appendix 3(A).

The local (originating) MAC engages in one request_with_response activity at a time. All retries and timeouts for that request are completed before the local MAC processes another request or passes the token.

5A.1.7 Randomized Variables

Several of the variables used by the medium access protocol have two-bit "random" values. Some of these randomized variables are used to improve error recovery probabilities under certain conditions. The randomization of max_inter_solicit_count forces stations to operate "out of step" when opening response windows.

5A.2 Access Control Machine (ACM) States

The medium access logic in a station is described here as a computation machine which sequences through a number of distinct phases, called states. These states are introduced in the following sub-clauses. The states and transitions between them are illustrated in Figure 5-2. (The dashed lines group states into functional areas.) Section 5C contains the complete state transition table which provides a formal description of the token-passing bus access machine.

5A.2.0 Offline

Offline is the state the access machine is in immediately following power-up or following the detection, by the MAC sublayer, of certain fault conditions. After powering up, a station tests itself and its connection to the medium without transmitting on the medium. This internal self-testing is station implementation dependent and does not affect other stations on the network. Thus, the self-test procedure is beyond the scope of this standard.

After completing any power-up procedures, the station remains in the offline state until it has had all necessary internal parameters initialized and been instructed to go online.

5A.2.1 Idle

Idle is the state where the station is listening to the medium and not transmitting.

If a MAC_control frame is received for which the station has to take action, the appropriate state is entered. For example, if a token frame, addressed to the station, is received, the station enters the use token state.

Si la station reste assez longtemps (un multiple défini de durée_maximale_avant_réponse) sans détecter une activité quelconque sur le support, elle peut en déduire qu'une récupération de l'anneau logique est nécessaire. La station tente alors d'obtenir le jeton (elle passe à l'état demande_jeton) et (ré)initialise l'anneau logique.

5A.2.2 Demande_d'entrée

La station passe de l'état inactif à l'état demande_d'entrée lorsqu'une trame sollicitation_successeur recouvrant l'adresse de la station est reçue par une station qui veut accéder à l'anneau logique (l'état demande_d'entrée peut également suivre l'état demande_en_cours lors du processus de résolution de contention étudié au paragraphe 5A.1.3). A l'état demande_d'entrée, la station demandeuse transmet au détenteur du jeton une trame désignation_successeur et passe à l'état demande_en_cours pour attendre une réponse.

Si la station a l'intention de répondre à une trame désignation_successeur ou qui_suit? pendant la première fenêtre de réponse, la station passe immédiatement de l'état inactif à l'état demande_d'entrée et émet donc immédiatement une trame de réponse désignation_successeur, puis va dans l'état demande_en_cours. Si la station a l'intention de répondre pendant la deuxième fenêtre de réponse qui suit une trame ou si elle participe au processus de résolution de contention, elle reste à l'état demande_d'entrée avant d'émettre une trame désignation_successeur.

Si pendant qu'elle reste dans l'état demande_d'entrée la station perçoit des émissions, elle doit supposer qu'une autre station dont l'adresse porte un numéro plus élevé est en train de demander le jeton et elle repasse donc à l'état inactif.

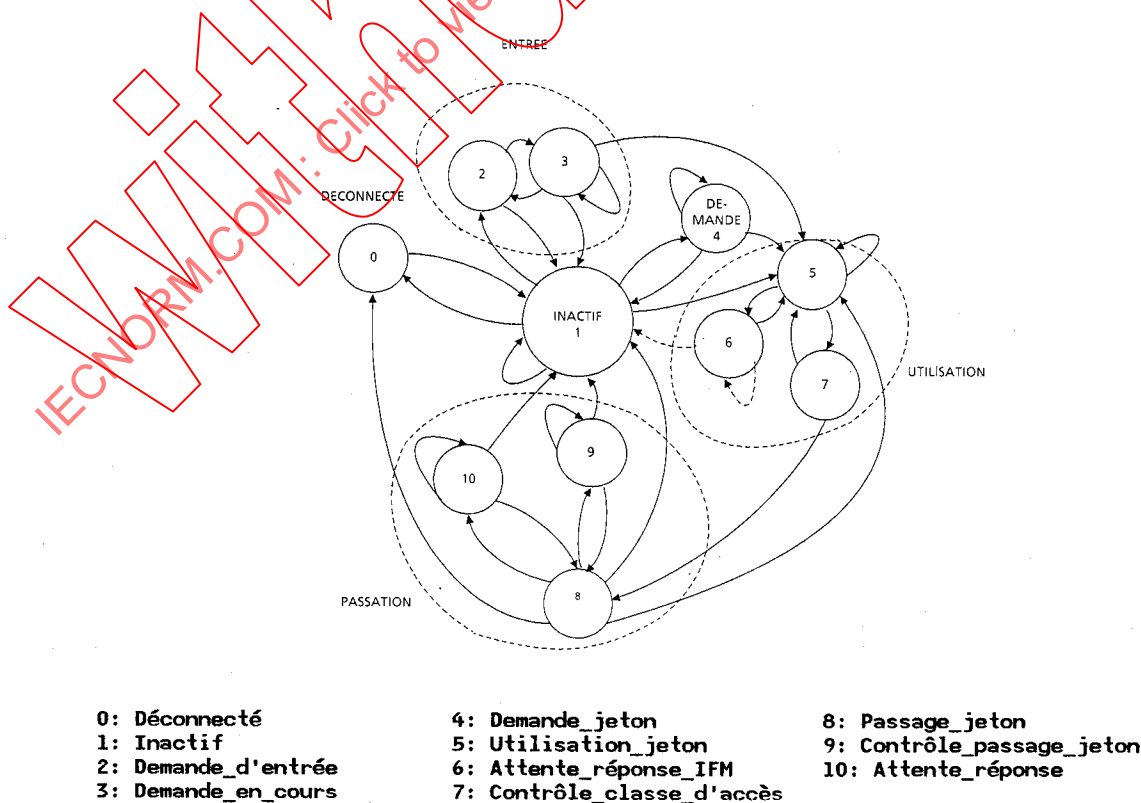


Fig. 5-2. - Diagramme de la machine à états finis MAC.

If the station goes for a long period of time (a defined multiple of the slot_time) without hearing any activity on the medium, it may infer that recovery of the logical ring is necessary. The station attempts to claim the token (enters the claiming_token state) and (re)initialize the logical ring.

5A.2.2 Demand_In

The demand_in state is entered from the idle state if a solicit_successor frame that spans the station's address is received by a station desiring logical ring entry. (The demand_in state is also entered from the demand_delay state during the contention resolution process discussed in Sub-clause 5A.1.3.) In the demand_in state the contending station sends the token holder a set_successor frame and goes to the demand_delay state to await a response.

If a station intends to respond to a solicit_successor frame or a who_follows? in the first response window, the station enters the demand_in state from the idle state with a zero delay and so immediately transmits a set_successor response and goes to the demand_delay state. If the station intends to respond in the second response window after a frame or is participating in the contention resolution process, the station delays in the demand_in state before transmitting a set_successor frame.

While delaying in the demand_in state, if the station hears any transmissions, it has to assume that another station with a higher numbered address is requesting the token and so it has to return to the idle state.

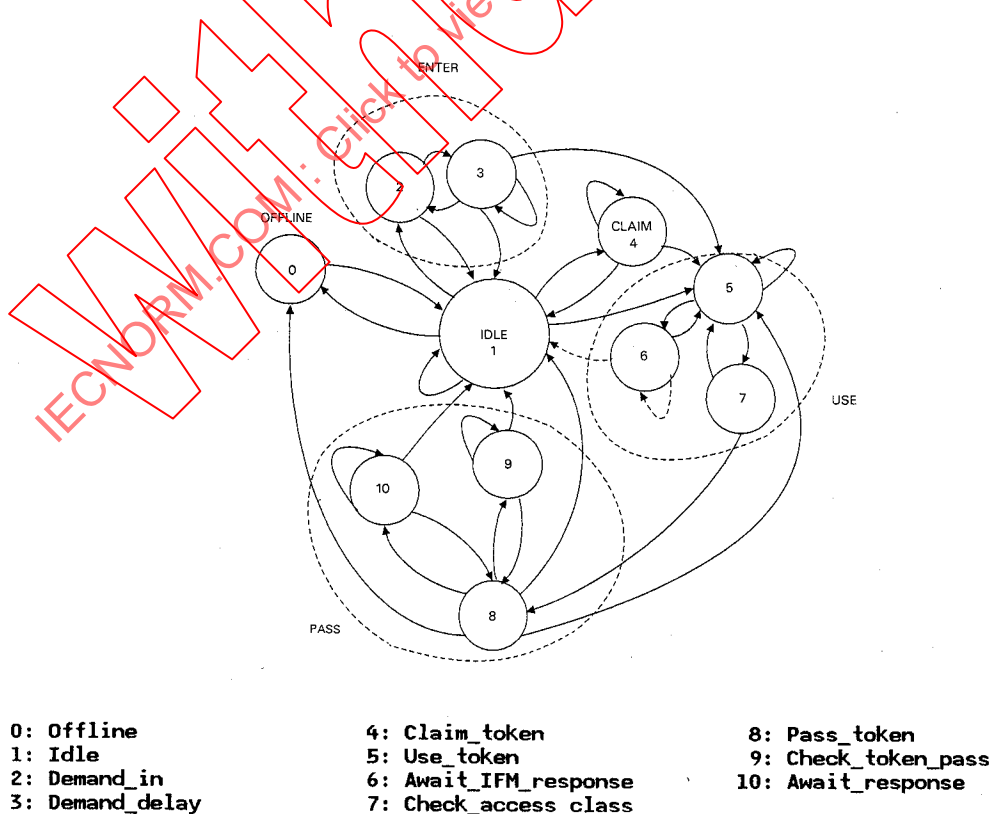


Fig. 5-2. - MAC Finite State Machine Diagram.

5A.2.3 Demande_en_cours

Une station passe à l'état `demande_en_cours` après avoir émis une trame `désignation_successeur` à l'état `demande_d'entrée`. A l'état `demande_en_cours`, une station peut s'attendre à percevoir:

- 1) un jeton provenant du détenteur du jeton et indiquant que sa trame `désignation_successeur` a été entendue;
- 2) une trame `résolution_contention` provenant du détenteur du jeton et indiquant que toutes les stations qui ont lancé une demande d'entrée dans l'anneau logique devraient effectuer une autre phase du processus de résolution de contention; ou
- 3) des trames `désignation_successeur` provenant d'autres stations et qui sont ignorées par la station.

Si la station ne perçoit rien ou perçoit une trame autre que celles indiquées ci-dessus, elle sort de l'état `demande_en_cours`. La station arrête alors de demander le jeton et repasse à l'état `inactif`.

Dans le cas 1), le détenteur du jeton a entendu la station demandeuse et a émis le jeton. Le processus de résolution de contention est terminé. Lorsque la station demandeuse reçoit le jeton, elle passe à l'état `utilisation_jeton` et commence à émettre.

Dans le cas 2), le détenteur du jeton a entendu les réponses provenant de plusieurs stations qui demandent le jeton et a envoyé une trame `résolution_contention`. Toutes les stations qui sont à cet instant dans l'état `demande_en_cours` répondent à cette trame. Les stations qui répondent fixent d'abord un délai et repassent ensuite à l'état `demande_en_cours` pour se mettre à l'écoute des autres demandeurs. Si aucun demandeur n'a été entendu au moment où le délai est terminé, la station émet alors une autre trame `désignation_successeur` au détenteur du jeton.

La contention de plusieurs stations qui demandent le jeton est résolue par le fait que chaque station reste à l'état `demande_d'entrée` pendant une durée donnée, avant d'émettre une autre trame `désignation_successeur`. Cette durée est choisie en utilisant l'adresse (unique) de la station et en y prenant deux bits pour déterminer la valeur de la durée. La première passe du processus de résolution utilise les deux bits les plus significatifs de l'adresse, la passe suivante utilise les deux bits suivants de l'adresse; etc. Ainsi, avant d'émettre, les stations marquent un temps d'arrêt égal à 0, 1, 2, ou 3 `durée_max_avant_réponse` lorsqu'elles passent à l'état `demande_d'entrée`.

Lorsque plusieurs stations veulent entrer dans l'anneau logique, la station qui détient le jeton le transmet à celle dont l'adresse est la plus haute. Pour sélectionner parmi les multiples stations demandeuses celle dont l'adresse est la plus haute, on utilise le complément à 1 de l'adresse de la station pour déterminer le temps d'attente dans l'état `demande_d'entrée`. Ainsi, les stations dont les adresses sont les plus hautes marquent des temps d'arrêt plus courts et émettent leur message `désignation_successeur` plus tôt que les stations désignées par des adresses plus basses. Les stations dont les adresses sont plus basses entendent les émissions des stations à adresses plus hautes et abandonnent le processus de contention.

5A.2.3 Demand_Delay

Demand_delay is the state the station enters after having sent a set successor frame in the demand_in state. In the demand_delay state a station can expect to hear:

- 1) a token from the token holder indicating its set_successor frame was heard;
- 2) a resolve_contention frame from the token holder indicating that all stations which are still demanding into the logical ring should perform another step of the contention resolution process; or
- 3) set_successor frames from other stations, which the station ignores.

If the station either hears nothing or hears a frame other than one of the above, the station has to leave the demand_delay state. The station then abandons soliciting the token and returns to the idle state.

In case 1) above, the token holder has heard the soliciting station and sent the token. The contention resolution process is over. The soliciting station upon receiving the token goes to the use_token state and begins transmitting.

In case 2), the token holder has heard responses from multiple stations soliciting the token and sent a resolve_contention frame. All stations currently in the demand_delay state respond to this frame. The responding stations first set a delay and return to the demand_in state where they listen for other contenders. If no other contenders have been heard by the time the delay period has expired, the station then sends another set_successor frame to the token holder.

The contention for the token by multiple stations is resolved by having each station delay a period of time in the demand_in state before transmitting another set_successor frame. The delay interval is chosen by taking the station's (unique) address and using two bits from that address to determine the delay interval. The first pass of the resolution process uses the most significant two address bits; the next pass the next two address bits; etc. Thus stations will delay 0, 1, 2, or 3 slot_times when entering the demand_in state before transmitting.

When multiple stations request to enter the logical ring, the desired result is for the token holding station to pass the token to the highest addressed station. In order to select the highest addressed contending station from multiple contenders, the one's complement of the station's address is used to determine the delay in the demand_in state. Thus, stations with numerically higher addresses delay shorter intervals and send their set_successor messages sooner than stations with lower addresses. Stations with numerically lower addresses hear the transmissions of the higher addressed stations and drop out of the contention process.

Si deux stations en contention présentent la même valeur pour les deux bits adresse sélectionnés, elles présentent un retard à peu près égal et émettent à peu près simultanément. Si le détenteur du jeton entend plusieurs réponses sans percevoir une trame désignation_successeur correcte provenant d'une station, il envoie une autre trame résolution_contention et démarre ainsi une autre phase du processus de résolution de contention.

Le processus de résolution de contention peut exiger au maximum 9 passes ($16/2 + 1$) du cycle suivant pour des adresses à 16 bits:

- a) toutes les stations qui sont encore demandeuses envoient des trames désignation_successeur au détenteur du jeton;
- b) elles sont toutes à l'écoute d'une réponse lancée par le détenteur du jeton et ignorent les autres trames désignation_successeur;
- c) elles entendent toutes une trame résolution_contention provenant du détenteur du jeton;
- d) elles marquent toutes un délai égal à un certain nombre de durée_max_avant_réponse calculé à l'aide des deux bits suivants de leurs propres adresses;
- e) si elles entendent une autre trame pendant le délai, elles abandonnent la contention.

Le processus de résolution de contention devrait se résoudre de manière que la station demandeuse dont l'adresse est la plus haute soit entendue par le détenteur du jeton et reçoive ce dernier. Toutefois, si deux stations ont par erreur la même adresse, elles exécutent toutes deux le processus de contention avec le même délai et, dans ce cas, il se peut que le problème ne soit pas résolu.

Pour permettre la résolution éventuelle de cette condition d'erreur, un passage final de résolution a lieu à l'aide d'un nombre aléatoire à deux bits, après que les bits de l'adresse de la station aient tous été utilisés sans permettre de résoudre la contention. Si les deux stations choisissent la même valeur aléatoire ou si une autre erreur empêche la résolution, le détenteur du jeton et les stations participant à la contention abandonnent le processus de résolution jusqu'à l'ouverture de la prochaine fenêtre de réponse.

(En conséquence, deux stations qui ont la même adresse et qui choisissent toujours la même valeur aléatoire peuvent se trouver dans l'impossibilité d'entrer dans l'anneau logique.)

5A.2.4 Demande_jeton

Une station passe à l'état demande_jeton à partir de l'état inactif lorsque la temporisation d'inactivité est terminée (et que la station souhaite être incluse dans l'anneau logique). Dans cet état, la station tente d'initialiser ou de réinitialiser l'anneau logique en émettant des trames demande_jeton.

Pour résoudre le cas dans lequel plusieurs stations envoient simultanément des trames demande_jeton, chaque station se retarde d'une durée_max_avant_réponse après avoir envoyé la trame demande_jeton et surveille ensuite le support comme il a été dit précédemment. Si après ce retard le bus est silencieux, la station envoie une autre trame demande_jeton.

If two contending stations have the same value for the selected two address bits, they delay the same amount of time and transmit more or less simultaneously. If the token holder hears multiple responses and does not hear a valid `set_successor` from any station, it sends another `resolve_contention` frame, starting another step of the contention resolution process.

The contention resolution process can take at most nine passes ($16/2 + 1$) for 16-bit addresses of the following cycle:

- a) all remaining demanding stations send `set_successor` frames to the token holder;
- b) they all listen for a response from the token holder and ignore other `set_successor` frames;
- c) they all hear a `resolve_contention` frame from the token holder;
- d) they all delay a number of `slot_times` based on the next two bits of their own addresses;
- e) if they hear another frame during the delay, they drop from contention.

The contention resolution process should resolve so that the contending station with the highest address is heard by the token holder and receives the token. However, if two stations are erroneously assigned the same station address, they will both sequence through the contention process using the same delays and may not resolve.

To permit eventual resolution in this error condition, a final resolution pass is taken, using a two-bit random number, after the station's address bits have all been used and the contention is still unresolved. If both stations choose the same random value or another error prevents resolution, then the token holder and the contending stations abandon the resolution process until the next response window is opened.

(Thus, two stations with the same address which consistently choose the same random number value may never be able to enter the logical ring.)

5A.2.4 *Claim_Token*

The `claim_token` state is entered from the idle state after the inactivity timer expires (and the station desires to be included in the logical ring). In this state, the station attempts to initialize or reinitialize the logical ring by sending `claim_token` frames.

To resolve multiple simultaneous stations sending `claim_token` frames, each station delays for one `slot_time` after sending the `claim_token` frame, and then monitors the medium as previously described. If after this delay the bus is quiet, the station sends another `claim_token` frame.

Si la station émet des trames demande_jeton un nombre de fois égal à nombre_max_passes (où nombre_max_passes est égal à la moitié plus un du nombre de bits de l'adresse de la station, car ces bits sont utilisés par paire) sans entendre d'autres émissions, la station a réussi sa demande du jeton et passe à l'état utilisation_jeton.

5A.2.5 Utilisation_jeton

La station passe à l'état utilisation_jeton après avoir reçu ou demandé un jeton. Dans cet état, une station peut émettre des trames de données.

Lorsque la station passe dans cet état juste après avoir reçu ou demandé un jeton, elle met en route la temporisation conservation du jeton qui limite le temps pendant lequel la station peut commencer à émettre des trames avant de passer à la classe d'accès suivante. L'expiration de la temporisation conservation du jeton n'empêche pas les répétitions, et toutes les répétitions doivent être achevées avant de passer à la classe d'accès suivante. La valeur mise initialement dans la temporisation conservation du jeton, temps_conservation_jeton H_pri, est un paramètre imposé par le système.

Après l'émission de chaque trame de données, la machine ACM entre dans l'état attente_réponse IFM. Elle retournera dans l'état utilisation_jeton dès que les prescriptions de confirmation de la dernière trame émise auront été satisfaites.

Lorsque la temporisation de conservation du jeton d'une station est terminée, que toutes les répétitions requises ont été lancées, et que toute émission en cours est achevée, ou lorsque la station n'a plus rien à émettre, elle passe à l'état contrôle_classe_d'accès.

Lorsqu'une station envoie une trame de données, elle établit la temporisation_de_la_fenêtre_de_réponse à trois durée_max_avant_réponse et passe à l'état attente_réponse_IFM.

5A.2.6 Attente_réponse_IFM

La station passe à l'état attente_réponse_IFM après avoir émis une trame de données. La machine ACM peut attendre que la machine d'interface (IFM) signale la réception d'une réponse.

Si la trame émise par la station à l'état utilisation_jeton était une trame demande_sans_réponse, aucune réponse n'est attendue. La station repasse dans l'état utilisation_jeton pour rechercher une autre trame ou la fin de la temporisation de conservation. Si la trame émise était une trame demande_avec_réponse, la station passe à l'état attente_réponse_IFM dans l'attente d'un des événements suivants:

- a) trame de réponse adressée au demandeur;
- b) toute autre trame correcte;
- c) fin de temporisation.

Si elle perçoit une trame de réponse adressée au demandeur, elle passe à nouveau à l'état utilisation_jeton pour rechercher une autre trame ou la fin de la temporisation de conservation. (La machine IFM passe la trame de réponse à l'entité PLC comme elle le fait pour toutes

If the station sends `max_pass_count` (where `max_pass_count` is half the number of bits in the station's address plus one, since the address bits are used in pairs) `claim_token` frames without hearing other transmissions, the station has successfully claimed the token, and goes to the `use_token` state.

5A.2.5 *Use-Token*

`Use_token` is the state the station enters after just receiving or claiming a token. This is the state in which a station can send data frames.

Upon entering this state just after receiving or claiming a token, the station starts the "token holding" timer, which limits the amount of time during which the station may begin transmission of frames before passing to the next access class. The expiration of the token holding timer does not prevent retries, and all retries shall be completed before passing to the next access class. The value initially loaded in the holding timer, `hi_pri_token_hold_time`, is a system imposed parameter.

After each data frame is sent, the ACM enters the await IFM response state. It will return to the `use_token` state as soon as the confirmation requirements of the last frame sent are satisfied.

When a station's token holding timer has expired and all required retries are initiated and any transmission in progress is complete, or when the station has no more to transmit, it enters the `check_access_class` state.

When a station sends a data frame it sets the `response_window_timer` to 3 `slot_times` and enters the `await_IFM_response` state.

5A.2.6 *Await_IFM_Response*

This state is entered when a data frame has been sent. The ACM may wait for the Interface Machine (IFM) to signal the reception of a response.

If the frame sent in the `use_token` state was a `request_with_no_response` frame, no response is expected. The `use_token` state is again entered to check for another frame or holding-timer timeout. If the frame sent was a `request_with_response` frame, the station waits in the `await_IFM_response` state for one of the following:

- a) a response frame addressed to the requestor;
- b) any other valid frame;
- c) a timeout.

If a response frame addressed to the requestor is heard, the `use_token` state is again entered to check for another frame or holding-timer timeout. (The IFM passes the response frame to the PLC

les autres trames de données adressées à la station. La machine IFM associe également la trame de réponse à la trame demande_avec_réponse qui vient d'être émise.)

Si la station perçoit une autre trame correcte, une erreur a eu lieu. La station repasse à l'état inactif et traite la trame reçue.

Si la fin d'une temporisation a lieu avant que la station n'ait perçu une trame correcte, la station réémet la trame de données demande_avec_réponse. Si la station réémet cette trame un nombre de fois égal à celui spécifié par le paramètre nombre_max_répétitions, paramètre établi par l'administration de la station, la demande est abandonnée. La machine IFM prévient alors l'entité PLC de ce que la trame est restée sans réponse. La station passe à l'état utilisation_jeton pour attendre une autre trame ou la fin de la temporisation de conservation de jeton.

5A.2.7 Contrôle_classe_d'accès

L'état contrôle_classe_d'accès contrôle l'émission des trames pour différentes classes d'accès. Si l'option priorité n'est pas mise en oeuvre, toutes les trames sont considérées comme de haute priorité et l'état contrôle_classe_d'accès sert seulement à contrôler l'accès au passage du jeton.

Si l'option priorité est mise en oeuvre, une station peut émettre des trames de classes d'accès inférieures avant de passer le jeton. Chaque classe d'accès à l'exception de la plus haute a un temps de rotation cible de jeton. Au moment où la station a le jeton et commence à envisager à émettre des trames pour cette classe d'accès, le temps résiduel qui demeure libre dans la temporisation du temps de rotation est chargé dans la temporisation de conservation de jeton et la station repasse à l'état utilisation_jeton. A cet instant, la temporisation de rotation cible est également remise à sa valeur initiale.

Ainsi, la station alterne entre les états utilisation_jeton et contrôle_classe_d'accès pour chaque classe d'accès. Si le temps libre est suffisant, des trames de données sont émises pendant que la station est à l'état utilisation_jeton. Lorsque la classe d'accès à priorité la plus basse a été vérifiée, la station lance le processus de passage de jeton décrit ci-dessous.

Lorsqu'une station a terminé d'émettre des trames de données, elle passe à l'état passage de jeton. Trois cas sont possibles:

- 1) La station connaît son successeur; elle lui passe alors simplement le jeton et passe à l'état contrôle_passage_jeton.
- 2) La station connaît son successeur, mais elle vérifie d'abord si d'autres stations souhaitent entrer dans l'anneau logique. La station envoie alors une trame sollicitation_successeur et passe à l'état attente_réponse.
- 3) La station ne connaît pas son successeur (ce cas se présente après l'initialisation et en cas d'erreur). La station émet une trame sollicitation_successeur qui ouvre des fenêtres de réponse pour toutes les stations du système et elle passe ensuite à l'état attente_réponse.

entity as it does for all other data frames addressed to the station. The IFM also associates the response frame with the request_with_response frame just transmitted).

If any other valid frame is heard, an error has occurred. The station returns to the idle state and processes the received frame.

If a timeout occurs before a valid frame is heard, the station repeats sending the request_with_response data frame. If the station repeats sending that frame the number of times specified by the maximum_retry_limit, a parameter established by station management, then the request is abandoned, and the IFM notifies the PLC entity that no response to the frame was received. The use_token state is entered to check for another frame or token-holding-timer timeout.

5A.2.7 Check_Access_Class

Check_access_class controls the transmission of frames for different access classes. If the priority option is not implemented, all frames are considered to be high priority and the check_access_class state only serves to control entry to token passing.

If the priority option is implemented, a station may send frames for lower access_classes before passing the token. Each access_class other than the highest has a target token rotation time. At the time that the station has the token and begins to consider transmitting frames for that access class, the residual time left in the target rotation timer is loaded into the token-holding-timer and the station transitions back to the use_token state. At this time the target rotation timer is also reloaded to its initial value.

Thus, the station will alternate between use_token and check_access_class states for each access class. If time is available, data frames will be sent in the use_token state. When the lowest priority access class has been checked, the station will proceed to the pass token process, described next.

After a station has completed sending data frames, it has to enter the token passing state. Three conditions can occur:

- 1) The station knows its successor, so simply passes the token and enters the check_token_pass state.
- 2) The station knows its successor but has first to check if new stations desire to enter the logical ring. The station sends a solicit_successor frame and enters the await_response state.
- 3) The station does not know its successor. (This condition occurs after initialization and under error conditions.) The station sends a solicit_successor frame, opening response windows for all stations in the system, and enters the await_response state.

5A.2.8 *Passage_jeton*

L'état *passage_jeton* est celui dans lequel une station tente de passer le jeton à son successeur.

Avant de passer le jeton, et lorsque sa valeur *durée_entre_sollicitations* est nulle et qu'il reste du temps dans sa temporisation *maintenance_anneau*, la station permet à de nouvelles stations d'entrer dans l'anneau logique. Pour cela, la station qui détient le jeton émet une trame *sollicitation_successeur_1* ou *sollicitation_successeur_2*, selon le cas, et passe à l'état *attente_réponse* (voir la description des fenêtres de réponse pour le détail du fonctionnement).

Après toute nouvelle sollicitation de successeur, si l'adresse (NS) de son successeur est connue, la station fait un simple passage de jeton (voir la description du passage du jeton pour le détail du fonctionnement). Si le successeur répond et que la station entend une trame valide, elle a terminé ses obligations de passage du jeton.

Si l'adresse NS est inconnue, la station s'envoie à elle-même une trame *sollicitation_successeur_2*. Puisque cette trame a deux fenêtres de réponse et une adresse source et une adresse destination identiques, elle oblige toutes les stations du réseau qui désirent être dans l'anneau logique (quelles y aient été ou non précédemment) à répondre. Les stations dont l'adresse est inférieure à celle de l'émetteur de la trame de jeton émettent dans la première fenêtre, celles dont l'adresse est supérieure émettent dans la deuxième fenêtre.

La station surveille les fenêtres de réponse pour y détecter des trames *désignation_successeur* provenant de successeurs potentiels, exactement comme pour le passage du jeton. Si elle ne perçoit aucune réponse, la station arrête la tâche visant à maintenir l'anneau logique et se met à l'écoute d'émissions provenant d'autres stations (voir la description du passage du jeton pour le détail du fonctionnement).

5A.2.9 *Contrôle_passage_jeton*

Contrôle_passage_jeton est l'état dans lequel une station attend une réaction de la station à laquelle elle vient d'émettre le jeton.

La station qui envoie le jeton attend pendant une *durée_max_avant_réponse* que la station qui reçoit le jeton émette. La temporisation égale à une *durée_max_avant_réponse* tient compte du délai entre la réception d'une trame et la réponse de la station destinataire.

Si une trame valide est perçue et a commencé pendant la fenêtre de réponse, la station suppose que le passage du jeton a réussi. La trame est traitée comme si elle avait été reçue à l'état inactif.

Si la station n'entend rien pendant une durée égale à une *durée_max_avant_réponse*, la station qui émet le jeton suppose que le passage du jeton n'a pas réussi et elle repasse à l'état *passage_jeton* pour répéter le passage ou tenter une autre stratégie.

Si la station entend du bruit ou une trame incorrecte, elle reste à l'écoute d'autres émissions (la description détaillée correspondante est donnée au paragraphe 5A.1.2).

5A.2.8 *Pass-Token*

Pass_token is the state in which a station attempts to pass the token to its successor.

Before passing the token, the station will, when its *inter_solicit_count* value is zero and the time remains on its *ring_maintenance_timer*, allow new stations to enter the logical ring. The token holding station does this by sending a *solicit_successor_1* or *solicit_successor_2* frame, as appropriate, and enters the *await_response* state. (See the description of response windows for the details of this operation.)

Following any new successor solicitation if the address of the successor, NS, is known, the station performs a simple token pass. (See the description of token passing for details of this operation.) If the successor responds and the station hears a valid frame, the station has completed its token passing obligations.

If NS is not known, the station sends a *solicit_successor_2* frame to itself. Since this frame has two response windows and identical source and destination addresses, it forces all stations on the network which desire to be in the logical ring (whether or not they were previously) to respond. Those stations whose addresses are lower than the sender of the token frame transmit in the first window; those with addresses higher transmit in the second.

The station monitors the response windows for *set_successor* frames from potential successors, exactly as for the token pass. If no responses are heard, the station stops trying to maintain the logical ring and listens for transmissions from any other station. (See the description of token passing for details of this operation.)

5A.2.9 *Check-Token-Pass*

Check_token_pass is the state in which the station waits for a reaction from the station to which it just passed the token.

The station sending the token waits one *slot_time* for the station receiving the token to transmit. The one *slot_time* delay accounts for the time delay between receiving a frame and the recipient taking the response action.

If a valid frame is heard which started during the response window, the station assumes that the token pass is successful. The frame is processed as if it were received in the *idle* state.

If nothing is heard in one *slot_time*, the station sending the token assumes the token pass was unsuccessful and returns to the *pass_token* state to either repeat the pass or try another strategy.

If noise or an invalid frame is heard, the station will continue to listen for additional transmissions, as described in detail in 5A.1.2.

5A.2.10 *Attente_réponse*

Attente_réponse est l'état dans lequel la station tente d'ordonner les candidats successeurs à l'aide d'un algorithme distribué de résolution de contention, jusqu'au moment où une des trames désignation_successeur d'un des successeurs est reçue correctement ou jusqu'au moment où aucun successeur n'apparaît. La station passe dans cet état à partir de l'état *passage_jeton* dès qu'elle détermine qu'il est temps d'ouvrir une fenêtre de réponse ou si elle ne connaît pas son successeur (comme pour une initialisation ou lorsqu'un passage de jeton échoue).

La station se met alors en attente à l'état *attente_réponse* pendant un temps égal à un certain nombre de fenêtres de réponse. Si elle ne perçoit rien pendant toute la durée de la ou des fenêtres ouverte(s), elle passe à l'état *passage_jeton*, soit pour passer le jeton à son propre successeur, soit encore pour tenter une autre stratégie de passage de jeton.

Si la station reçoit une trame désignation_successeur, elle attend la fin de l'intervalle de temps qui correspond au reste de la fenêtre de réponse. La station passe ensuite à l'état *passage_jeton* et transmet le jeton à son nouveau successeur.

Si la trame reçue n'est pas une trame désignation_successeur, la station abandonne le jeton (puisque une autre station agit comme si elle avait également un jeton, donnant naissance à un cas de duplication de jeton) et repasse à l'état inactif.

Si la station perçoit du bruit pendant les fenêtres de réponse, elle déclenche une procédure d'émission de trames résolution/contention ouvrant chacune quatre fenêtres de réponse et attend une réponse reconnaissable ayant commencé dans une fenêtre de réponse. La boucle se répète un certain nombre de fois égal au maximum à *nombre_max_passes*, indiquant à chaque fois aux stations en compétition de choisir un couple différent de bits de leur adresse pour déterminer dans laquelle des quatre fenêtres ouvertes elles doivent émettre.

5B. Définitions et exigences de la sous-couche MAC

La section 5B spécifie les aspects obligatoires du fonctionnement de la sous-couche MAC qui ne sont pas spécifiés dans les sections 5C ou 5D. Toutes les spécifications de la section 5B sont requises pour être conforme à la présente norme.

5B.1 *Définitions de la sous-couche MAC*

Les paragraphes suivants définissent les paramètres critiques de la sous-couche MAC qui sont imposés par la présente spécification.

5B.1.1 *Réponse_immédiate*

Emission immédiate d'une réponse à la suite d'une trame reçue. Par hypothèse, on suppose donc qu'aucune autre émission ou action n'est intervenue entre-temps.

5A.2.10 *Await_Response*

In the *await_response* state the station attempts to sequence candidate successors through a distributed contention resolution algorithm until one of those successors' *set_successor* frames is correctly received or until no successors appear. The state is entered from the *pass_token* state whenever the station determines it is time to open a response window or if the station does not know its successor (as in initialization or when a token pass fails).

The station waits in the *await_response* state for a number of response window times. If nothing is heard for the entire duration of the window(s) opened, the station goes to the *pass_token* state, either to pass the token to its known successor or to try a different token-pass strategy.

If a *set_successor* frame is received, the station waits for the rest of the response window time to pass. The station then enters the *pass_token* state and sends the token to the new successor.

If the received frame is other than a *set_successor* frame, the station drops the token (since someone else has to have it to be able to send any other frame type, thus a duplicate token situation) and re-enters the idle state.

If noise is heard during the response windows, the station cycles through a procedure of sending *resolve_contention* frames which open four response windows each, and waiting for a distinguishable response that began in a response window. The loop repeats a maximum of *max_pass_count* times, each time instructing contending stations to select a different two bits of their address to determine which of the four open windows to transmit in.

5B. MAC Sublayer Definitions and Requirements

Section 5B specifies mandatory aspects of the MAC sublayer operation and mechanism which are not specified in Sections 5C or 5D. All specifications in Section 5B are required for conformance to this standard.

5B.1 *MAC Definitions*

The following paragraphs define critical MAC parameters, which are constrained by this specification.

5B.1.1 *Immediate_response*

Immediate_response is defined as the immediate transmission of a response to a received frame. This assumes that no other transmissions or actions were intervening.

5B.1.2 Symbole-MAC

La plus petite unité d'information échangée entre entités de la sous-couche MAC. Les six symbole-MAC sont:

Nom	Abréviation
zéro	0
un	1
non_données	N
remplissage_inactif	P
silence	S
signal_incorrect	B

Lorsqu'il est question dans le texte des bits de données binaires 0 et 1, ces derniers sont émis et reçus sous la forme de symbole-MAC zéro et un respectivement.

5B.1.3 Durée_symbole-MAC

Temps requis pour émettre un symbole-MAC. Cette durée est l'inverse du débit binaire du réseau local.

Débit binaire nominal	Durée symbole-MAC nominale
1 Mbits/s	1 μ s

5B.1.4 Durée_d'octet

Correspond à l'intervalle de temps requis pour émettre huit symbole-MAC.

5B.1.5 Symbole-PHY

Correspond aux signaux émis sur le support physique. Voir paragraphe 8.2.1.1 pour la définition des symbole-PHY.

5B.1.6 Retard_voie_de_transmission

Retard que peut subir une transmission dans le cas le plus défavorable lorsqu'elle passe par le support physique entre un émetteur et un récepteur. La formule suivante est une définition générale du retard_voie_de-transmission:

Retard_voie_de_transmission = cas le plus défavorable de délai_support_physique.

Note.- Voir le paragraphe 9.6 pour une discussion détaillée de retard_voie_de_transmission.

5B.1.7 Retard_station_MAC

Temps qui s'écoule entre la réception de symbole-PHY correspondant au dernier symbole-MAC du délimiteur ED reçu au niveau de l'interface de la station avec le support physique jusqu'à l'émission des premiers symbole-PHY de réponse_immédiate sur le support physique par l'émetteur de cette station lorsque la trame est une trame MAC.

5B.1.2 MAC-symbols

MAC-symbols are defined as the smallest unit of information exchanged between MAC sublayer entities. The six MAC-symbols are as follows:

<i>Name</i>	<i>Abbreviation</i>
zero	0
one	1
non_data	N
pad_idle	P
silence	S
bad_signal	B

Where binary 0 and 1 data bits are discussed, they are sent and received as *zero* and *one* MAC-symbols, respectively.

5B.1.3 MAC-symbol_time

MAC-symbol_time is the time required to send a single MAC-symbol. This is the inverse of the LAN data rate.

<i>Nominal Data Rate</i>	<i>Nominal MAC-symbol Time</i>
1 Mbits/s	1 μ s

5B.1.4 Octet_time

The term *octet_time* shall be understood to correspond to the time interval required to transmit eight (8) MAC-symbols.

5B.1.5 PHY-symbols

Physical layer symbols (PHY-symbols) correspond to the waveforms impressed on the physical medium. See Sub-clause 8.2.1.1 for the PHY-symbol definitions.

5B.1.6 Transmission_path_Delay

Transmission_path_delay is the worst case delay which a transmission can experience while going through the physical medium from a transmitter to a receiver. The following equation is a general definition of *transmission_path_delay*:

$$\text{Transmission\_path\_delay} = \text{worst\_case Physical\_medium\_delay}$$

Note.- Refer to Sub-clause 9.6 for a detailed discussion of *transmission_path_delay*.

5B.1.7 MAC_station_delay

MAC_station_delay is the time from the receipt of the PHY-symbols, corresponding to the last MAC-symbol of the received ED at the receiving station's physical medium interface to the impression of the first immediate_response PHY-symbols onto the physical medium by that station's transmitter when the frame is a MAC frame.

5B.1.8 *Retard_station_PLC*

Temps qui s'écoule entre la réception de symbole-PHY correspondant au dernier symbole-MAC du délimiteur ED reçu au niveau de l'interface de la station avec le support physique jusqu'à l'émission des premiers symbole-PHY de réponse immédiate sur le support physique par l'émetteur de cette station lorsque la trame est une trame demande_avec_réponse.

Retard_station_PLC doit être $\leq 16 \mu s$.

5B.1.9 *Marge_de_sécurité*

Intervalle de temps non inférieur à durée_symbole-MAC

Marge_de_sécurité $\geq$ durée_symbole-MAC.

5B.1.10 *Durée_max_avant_réponse*

Temps maximal qu'une station doit attendre une réponse immédiate provenant d'une autre station. Durée_max_avant_réponse est mesurée en durée_d'octet et se définit comme suit:

durée_max_avant_réponse = ENTIER $\left(\left[\left(2 * (\text{Retard\_voie\_de\_transmission} + \text{Retard\_station\_MAC}) + \text{Marge\_de\_sécurité} \right) / \text{durée\_symbole-MAC} + 7 \right] / 8 \right)$.

5B.1.11 *Temps_de_réponse*

Temps prévu qu'une station doit attendre pour obtenir une trame_de_réponse d'une autre station. Ce temps est défini comme suit:

temps_de_réponse = durée_max_avant_réponse + retard_station_PLC + préambule nominal.

Le temps_de_réponse détermine la durée maximale que l'ACM peut attendre dans l'état 6 (attente_réponse_IFM) comme indiqué en figure 5-3.

5B.1.12 *Fenêtre_de_réponse*

Intervalle de temps de base autorisé par le protocole MAC, après certaines trames commande_MAC, pour une réponse immédiate provenant d'une autre station. Cet intervalle de temps est égal à une durée_max_avant_réponse.

Durée de fenêtre_de_réponse = durée_max_avant_réponse.

Si une station qui attend une réponse perçoit le début d'une émission pendant une fenêtre_de_réponse, cette station n'émet plus avant la fin de l'émission reçue.

5B.1.13 *Nombre_maximal_de_répétitions*

Nombre maximal de répétitions que la sous-couche MAC effectue pour obtenir une réponse à une trame demande_avec_réponse.

5B.1.8 *PLC_station_delay*

PLC_station_delay is the time from the receipt of the PHY-symbols corresponding to the last MAC-symbol of the received ED at the receiving station's physical medium interface to the impression of the first immediate_response PHY-symbols onto the physical medium by that station's transmitter when the frame is a request_with_response data frame.

PLC_station_delay shall be $\leq 16 \mu\text{s}$.

5B.1.9 *Safety_margin*

Safety_margin is defined as a time interval no less than one MAC-symbol_time.

$\text{Safety\_margin} \geq \text{MAC-symbol\_time}$.

5B.1.10 *Slot_time*

Slot_time is the maximum time any station need wait for an immediate_response from another station. *Slot_time* is measured in octet_times, and is defined as:

$$\text{Slot\_time} = \text{INTEGER} \left(\left[\frac{2 * (\text{Transmission\_path\_delay} + \text{MAC\_station\_delay} + \text{Safety\_margin} / \text{MAC-symbol\_time})}{8} \right] \right)$$

5B.1.11 *Response_time*

Response_time is the anticipated time any station need wait for a response_frame from another station. *Response_time* is defined as:

$\text{Response\_time} = \text{Slot\_time} + \text{PLC\_station\_delay} + \text{nominal preamble}$.

The *response_time* determines the maximum amount of time the ACM may spend in state six (await_IFM_response) as shown in Figure 5-2.

5B.1.12 *Response_window*

A *response_window* is the basic time interval which the MAC protocol allows, following certain MAC_control frames, for an immediate response from another station. This interval is one *slot_time* long.

$\text{Response\_window duration} = \text{slot\_time}$.

If a station, waiting for a response, hears a transmission start during a *response_window*, that station shall not transmit again at least until the received transmission terminates.

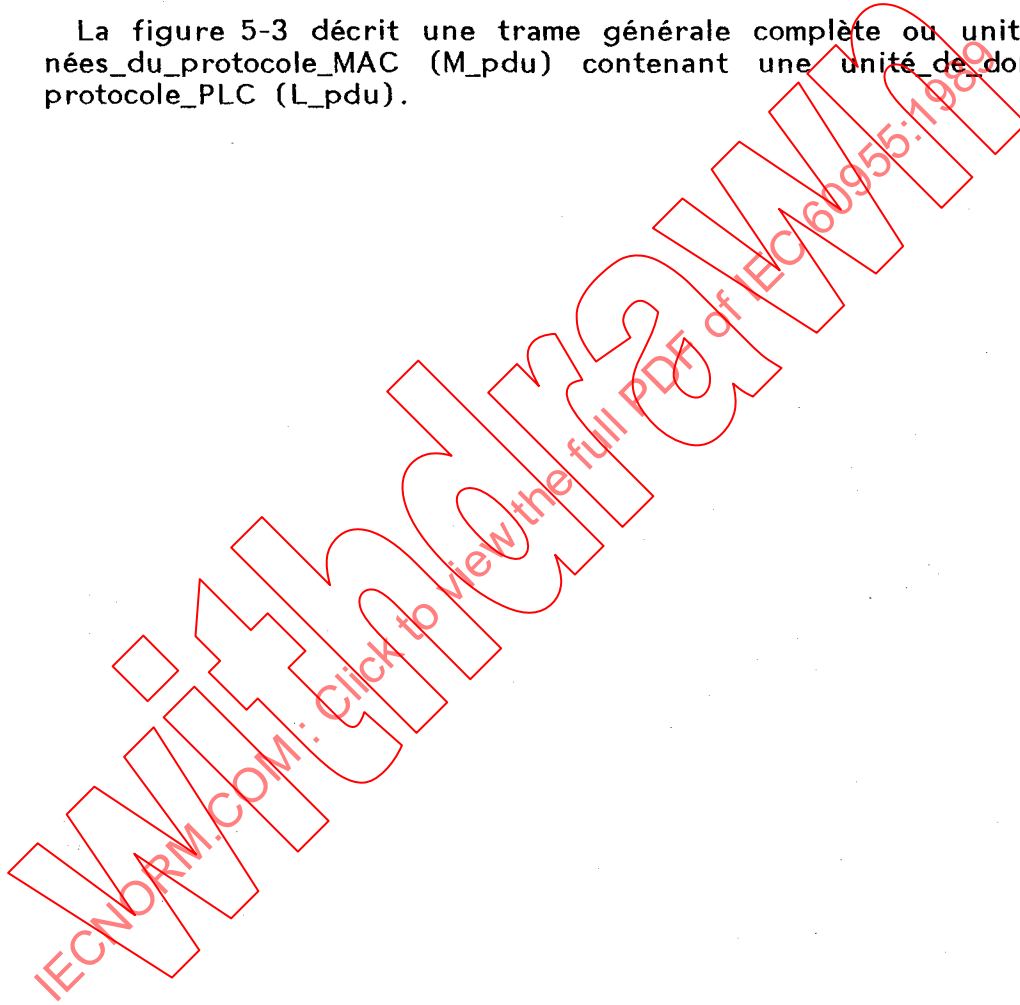
5B.1.13 *Maximum_retry_limit*

This limit is the maximum number of retries a MAC sublayer will make in attempting to secure a response to a request_with_response frame.

5B.2 *Ordre d'émission*

Les formats de trames utilisés par la sous-couche MAC et le contenu détaillé des octets de ces trames sont précisés dans la section 5D. Les octets d'une trame et les symboles MAC d'un octet sont émis de la sous-couche MAC vers la couche physique et vice versa dans l'ordre spécifié dans la figure 5-7; le premier octet de la trame est émis le premier et le premier symbole-MAC de chaque octet est également émis le premier. Le premier octet et le premier symbole-MAC correspondent à l'octet supérieur et au symbole-MAC le plus à gauche de la figure 5-3. Les notations figurant dans les octets en figure 5-3 et qui ne sont pas des symboles-MAC sont des descriptions informelles.

La figure 5-3 décrit une trame générale complète ou unité_de_données_du_protocole_MAC (M_pdu) contenant une unité_de_données_du_protocole_PLC (L_pdu).



5B.2 *Transmission Order*

The frame formats used by the MAC sublayer and the detailed contents of the octets of those frames are specified in Section 5D. The octets of a frame and the MAC-symbols of an octet shall be transmitted from the PLC to the MAC sublayer, and from the MAC sublayer to the Physical layer, and vice versa, in the order specified in Figure 5-3; the first octet of the frame shall be transmitted first and the first MAC-symbol of each octet shall be transmitted first. The first octet and first MAC-symbol correspond to the top octet and the left-most MAC-symbol shown in Figure 5-3. Those notations within octets of Figure 5-3 which are not MAC-symbols are casual descriptions.

Figure 5-3 describes a complete general frame or MAC_protocol_data_unit (M_pdu) containing a PLC_Protocol_Data_Unit (L_pdu).

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60955:1989

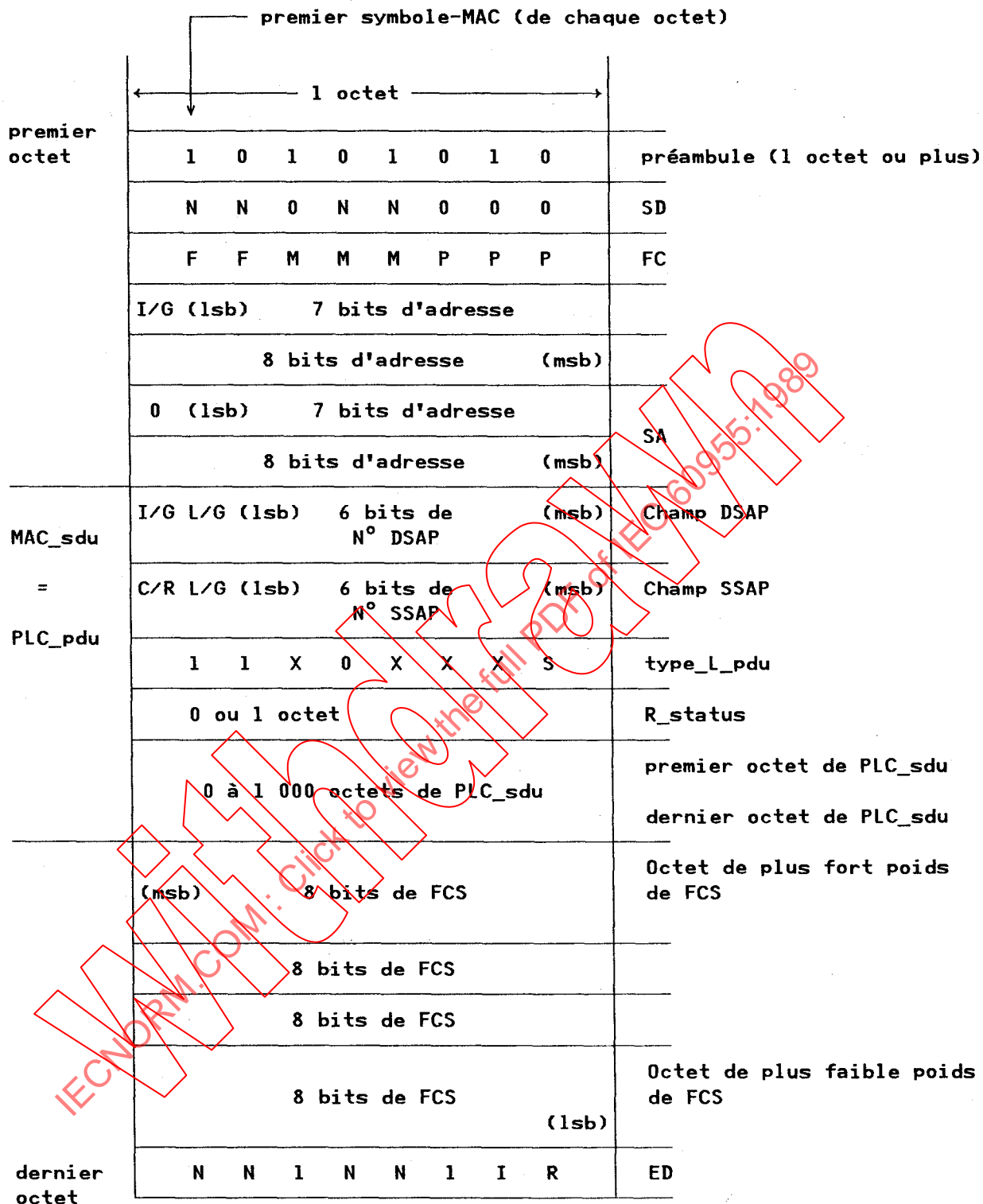


Fig. 5-3. - Composition et ordre d'émission des unités de données du protocole MAC et des unités de données du protocole PLC de PROWAY avec des adresses de 16 bits.

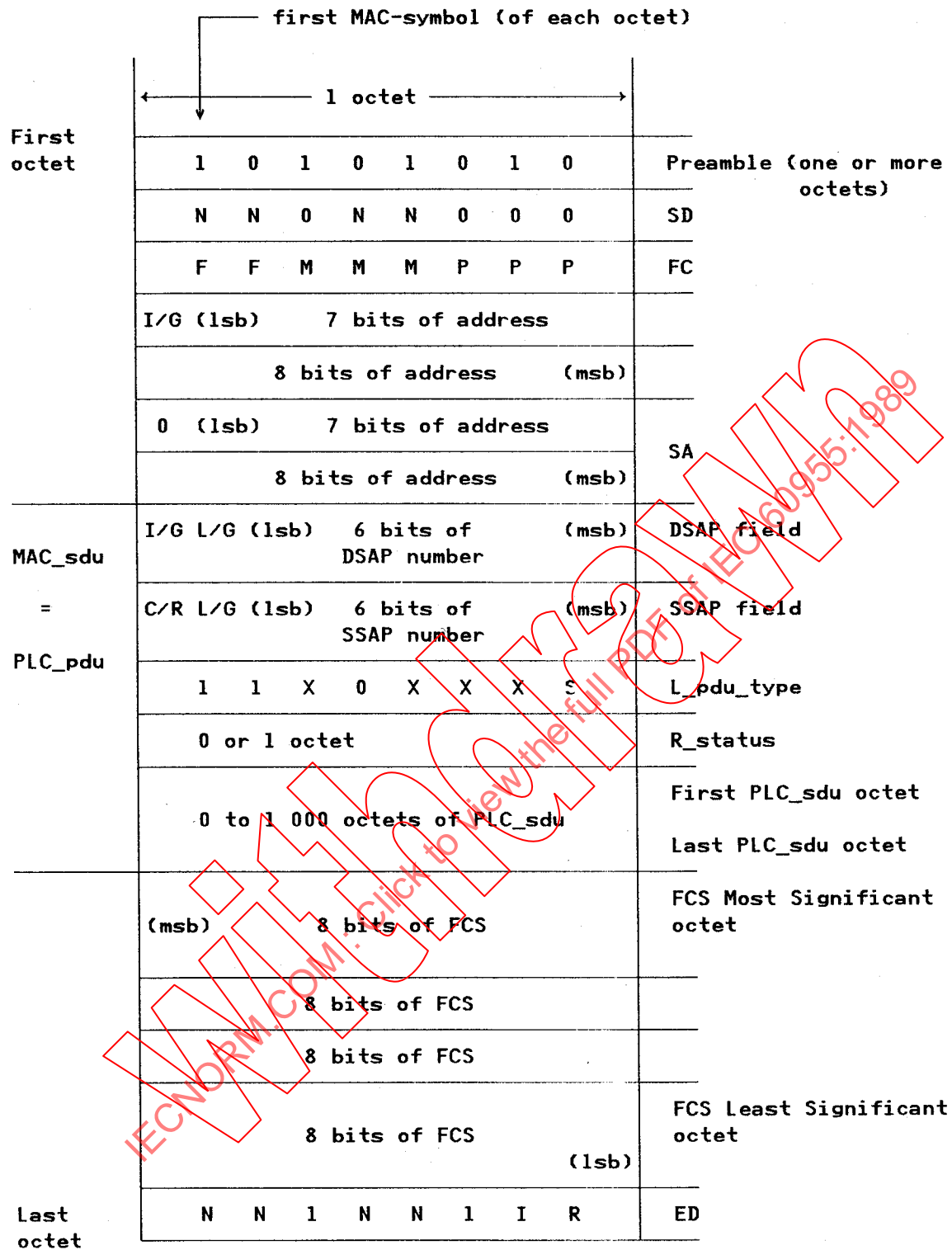


Fig. 5-3. - PROWAY PLC and MAC_Protocol_Data_Unit Composition and Transmission Order with 16-Bit Address.

5B.3 Indication des retards

Les fournisseurs doivent indiquer la valeur la plus défavorable que peuvent prendre les retards provoqués par les équipements. Les fournisseurs doivent également spécifier une durée_max_avant_réponse minimale pour le réseau lorsque leur équipement doit s'attendre à un certain retard minimal pour fonctionner correctement. Lorsqu'ils ne connaissent pas la valeur exacte de ce retard, les fournisseurs doivent indiquer une limite supérieure. Les fournisseurs de matériels conformes à cette norme doivent préciser pour chaque équipement sa contribution au retard de la station. Le fournisseur d'une station complète précise pour cette dernière le retard total de station. Le fournisseur d'un composant qui doit être intégré dans une station par un utilisateur final indique sur ce composant (ou de toute autre façon) les retards qui contribuent au retard de la station.

5B.4 Exigences diverses

5B.4.1 Initialisation de la station

A la mise sous tension, la station passe à l'état déconnecté. Pendant qu'elle est à l'état déconnecté, la station n'émet aucun signal sur le support du réseau local.

La station passe ensuite de l'état déconnecté à l'état inactif, mais seulement lorsqu'elle a reçu les paramètres de fonctionnement de base requis pour assurer le bon fonctionnement des protocoles MAC. Ces paramètres de fonctionnement comprennent au moins:

- 1) TS (adresse de la station).
- 2) Longueur_adresse (implicite dans TS).
- 3) Durée_max_avant_réponse.
- 4) Durée_conservation_jeton_H_pri.
- 5) Durée_max_rotation_ca_4.
- 6) Durée_max_rotation_ca_2.
- 7) Durée_max_rotation_ca_0.
- 8) Valeur_max_entre_sollicitations.
- 9) Durée_max_rotation_maintenance_anneau.
- 10) Valeur_init_temporisation_maintenance_anneau.
- 11) Nombre_max_de_répétitions.
- 12) Entrée_anneau_désirée.
- 13) Longueur_min_préambule_après_silence.

5B.4.2 Ordre de passage du jeton

Le jeton est passé d'une station à l'autre dans l'ordre décroissant des adresses des stations, à ceci près que la station désignée par l'adresse la plus basse transmet le jeton à la station désignée par l'adresse la plus haute pour fermer l'anneau logique. La figure 5-8 illustre l'anneau logique et l'ordre des adresses et elle montre les relations logiques qui existent entre les adresses de stations adjacentes d'un anneau logique composé de trois membres ou plus.

5B.3 Delay Labelling

Vendors shall provide a worst case value for MAC and PLC station delay times. Vendors shall also specify a minimum network slot_time when their equipment anticipates some minimum delay in order to function correctly. When uncertain of the exact value of the delay, vendors shall state an upper bound. Vendors of equipment conforming to this standard shall label the equipment with that equipment's contribution to the station delay. A vendor of a complete station would label the station with the total station delay. A vendor of a component, intended to be assembled by an end user into a station, would label the component or otherwise document the delays that contribute to station delay.

5B.4 Miscellaneous Requirements

5B.4.1 Station Initialization

On power-up, the station shall enter the offline state. While in the offline state the station shall not impress any signalling on the LAN medium.

The station shall progress from the offline state to the idle state only when it has been loaded with the basic station operating parameters needed for correct operation of the MAC protocols. These operating parameters include at least the following:

- 1) TS (station address).
- 2) Address_length (implicit in TS).
- 3) Slot_time.
- 4) Hi_pri_token_hold_time.
- 5) Max_ac_4_rotation_time.
- 6) Max_ac_2_rotation_time.
- 7) Max_ac_0_rotation_time.
- 8) Max_inter_solicit_count.
- 9) Max_ring_maintenance_rotation_time.
- 10) Ring_maintenance_timer_initial_value.
- 11) Maximum_retry_limit.
- 12) In_ring_desired.
- 13) Min_post_silence_preamble_length.

5B.4.2 Token-Passing Order

The token shall be passed from station to station in numerically descending station address order, except that the station with the lowest address shall pass the token to the station with the highest address, in order to close the logical ring. Figure 5-4 illustrates the address-ordered logical ring and shows the logical relationships which hold between addresses of adjacent stations in a logical ring with three or more members.

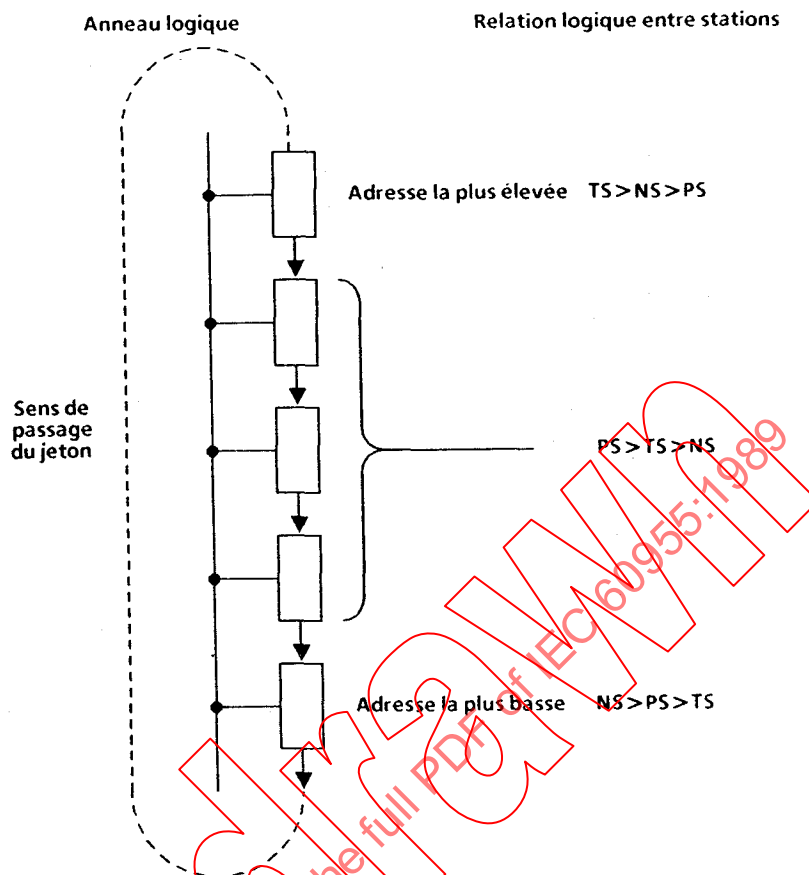


Fig. 5-4. - Anneau logique de passage du jeton.

5B.4.3 Réception par la station de ses propres émissions

Dans les systèmes caractérisés par un retard_voie_de_transmission important, une station qui émet peut recevoir ses propres émissions après un retard faible mais significatif. Le mécanisme d'accès MAC d'une telle station émettrice ne doit pas être induit en erreur par la réception de ses propres émissions. A la section 5C, les diagrammes d'état spécifient les conditions dans lesquelles une station devrait ignorer ses propres émissions.

5B.4.4 Temps de conservation du jeton

La station qui détient le jeton ne doit commencer l'émission d'une trame (autre qu'une trame réémise) que lorsqu'il reste du temps dans temporisation_conservation_jeton. Une émission peut dépasser l'expiration de temporisation_conservation_jeton d'une valeur nécessaire pour émettre une trame de données de longueur maximale. L'attente d'une trame de réponse ou les répétitions requises peuvent aussi être la cause pour une station détenant le jeton du dépassement par cette station de la temporisation_conservation_jeton.

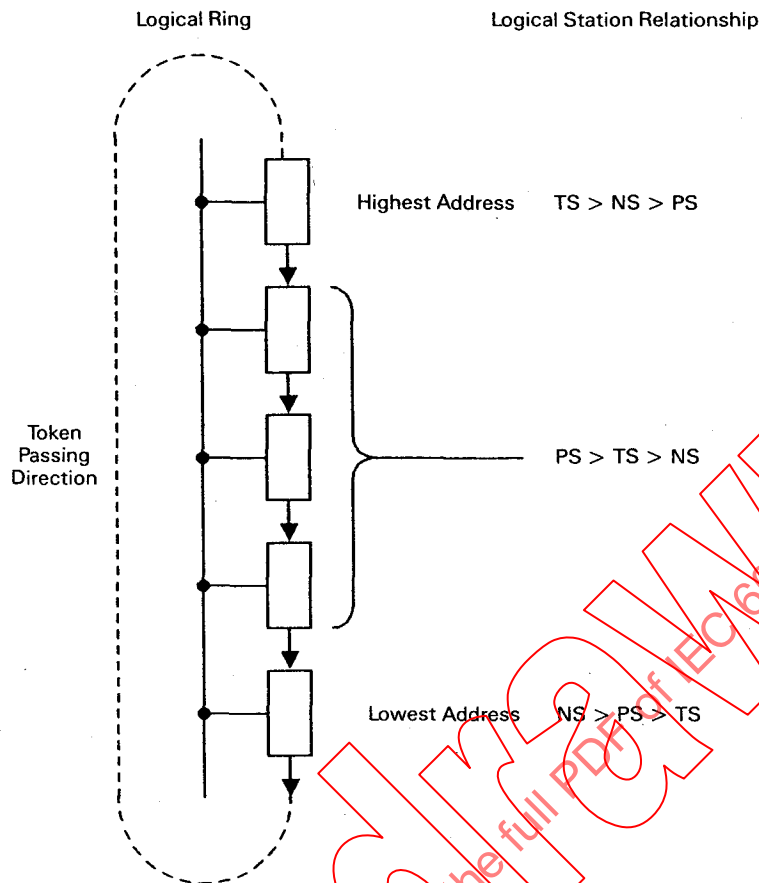


Fig. 5-4. - Logical Token-Passing Ring.

5B.4.3 Station Receipt of Its Own Transmission

In systems with significant `transmission_path_delay`, a transmitting station may receive its own transmissions after some small but significant delay. The MAC access mechanism of such a transmitting station shall not be misled by the receipt of its own transmissions. The state diagrams in Section 5C specify where a station should ignore its own transmission.

5B.4.4 Token Holding Time

The token holding station shall only begin transmitting a non-retry frame when there is time remaining on the `token_hold_timer`. A transmission may run past the expiration of the `token_hold_timer` by up to the time necessary to transmit a maximum length data frame. Waiting for any response frame and any required retries may also cause a token holding station to exceed the `token_hold_timer`.

5B.4.5 *Longueur des adresses*

Les adresses doivent avoir une longueur de deux octets (16 bits) ou optionnellement 6 octets (48 bits). La composition des adresses est spécifiée à la section 5D, et des exemples sont donnés dans l'annexe 5(B). Noter que l'utilisation des adresses à 48 bits peut réduire le débit du réseau et son aptitude à répondre rapidement.

5B.4.6 *Variables randomisées*

La station doit fournir une variable aléatoire à deux bits (c'est-à-dire à quatre valeurs) qui sera utilisée dans les protocoles MAC. Pour que la procédure d'accès au support bénéficie de la randomisation, la technique utilisée pour créer les valeurs aléatoires doit être statistiquement indépendante entre les stations. Ainsi, par exemple, les générateurs de nombres aléatoire reliés d'une façon quelconque à l'horloge des données du réseau ne produisent pas des valeurs de variables statistiquement indépendantes.

Les variables doivent être re-randomisées périodiquement. Périodiquement doit être interprété comme signifiant soit un intervalle ne dépassant 50 ms ou à chaque utilisation de la variable aléatoire.

5B.4.7 *Retard de contention*

Si la station perçoit une trame sollicitation_successeur ou qui_suit?, elle détermine la fenêtre de réponse dans laquelle elle veut se placer, en se basant sur l'adresse de la station et les adresses SA/DA de la trame. Si la station veut se mettre en contention dans la première fenêtre, elle met la temporisation de contention à 0 et la station passe immédiatement à l'état demande_d'entrée. Si la station choisit la deuxième fenêtre, elle met la temporisation de contention à 1 et la station se met à l'écoute pendant la première fenêtre.

Après la réception d'une trame résolution_contention, si la station est en contention, elle met dans la temporisation de contention le complément à un des deux bits sélectionnés dans sa propre adresse au moyen de l'indexation assurée par le nombre de passes de résolution. La station se met alors à l'écoute pendant 0, 1, 2 ou 3 durée_max_avant_réponse avant de repasser à l'état contention.

5B.4.8 *Demande de jeton*

Si la temporisation_bus_inactif se termine, une station peut émettre une trame demande_jeton et lancer la temporisation_demande. Lorsque la temporisation_demande se termine et si aucune émission n'est présente à cet instant, la station envoie une autre trame demande_jeton et répète le contrôle du retard et de la transmission. Cette procédure est répétée jusqu'au moment où la station perçoit des émissions provenant d'une autre station ou bien jusqu'au moment où la valeur de nombre_de_passes_demande devient égale à nombre_max_de_passes_demande.

La longueur des trames de demande_de_jeton est égale à 0+, 2+, 4+ ou 6+ durée_max_avant_réponse en fonction des deux bits de l'adresse de la station. L'indexation dans l'adresse assure un classement des adresses dans le cadre du processus de demande, et c'est la station qui a l'adresse la plus haute qui demande le jeton.

5B.4.5 Address Lengths

Addresses shall be two octets (16 bits) or optionally 6 octets (48 bits) long. Address composition is specified in Section 5D, and examples are given in Appendix 5(B). Note that use of 48-bit addresses may reduce system throughput and responsiveness.

5B.4.6 Randomized Variables

The station shall provide a two-bit (that is, four valued) random variable for use in the MAC protocols. For the medium access protocol to benefit from the randomization, the technique used to create the random values shall be statistically independent between stations. Thus random number generators tied in any way to the network data clock, for example, would not produce statistically independent variable values.

The variables shall be re-randomized periodically. Periodically shall be interpreted to mean either an interval not to exceed 50 ms, or every use of the random variable.

5B.4.7 Contention Delay

If the station hears a solicit_successor or who_follows? frame, it determines the response window in which to contend, based on the station's address and the SA/DA addresses in the frame. If the station wants to contend in the first window, it loads the contention timer with 0, so the station proceeds immediately to the demand_in state. If the station wants to contend in the second window, the contention timer is loaded with 1, so the station listens during the first window.

Following receiving a resolve_contention frame, if the station is contending, it loads the contention timer with the one's complement of two bits selected from its own address as indexed by the resolution pass count. The station thus listens 0, 1, 2 or 3 slot_times before again contending.

5B.4.8 Token Claiming

If the bus_idle_timer expires, a station may transmit a claim_token frame and set the claim_timer. When the claim_timer expires, if no transmissions are present at that instant, the station sends an additional claim_token frame and repeats the delay and transmission check. This procedure is repeated until either transmissions from another station are heard or the value of the claim_pass_count equals max_claim_pass_count.

The length of the claim_token frames are 0+, 2+, 4+, or 6+ slot_times as a function of two bits of the station's address. Indexing through the address performs an address sort in the claim process, leaving the station with the highest address claiming the token.

5B.5 Utilisation des bits d'adresse dans les algorithmes de contention

Les processus de contention utilisés pour demander un nouveau jeton ou pour demander l'accès à l'anneau logique utilisent tous les deux les bits de l'adresse de la station pour procéder à une résolution par classement dont le vainqueur est la station dont l'adresse est numériquement la plus grande. Les paragraphes suivants traitent l'adresse comme un tableau de valeurs binaires (0 ou 1) ou bits_adresse; la notation, adresse(i) désigne le nième bit de l'adresse de la station, adresse(1) étant le bit de plus fort poids. Ces bits_adresse sont utilisés par deux à la fois, en commençant par les bits de plus fort poids.

5B.5.1 Longueur des trames demande_jeton

Une station qui tente d'obtenir un nouveau jeton s'assure d'abord qu'aucune autre station n'est en train d'émettre et envoie ensuite une trame demande_jeton contenant une unité_de_données de longueur égale à 0, 2, 4 ou 6 durée_max_avant_réponse. Elle attend ou temporise ensuite pendant une durée_max_avant_réponse avant de se mettre à nouveau à l'écoute d'autres émissions. Le processus de contention de demande de jeton est composé de N cycles d'écoute, d'émission et de temporisation; N est fonction de la longueur (en bits) de l'adresse de la station:

$$N = (\text{longueur\_adresse} / 2) + 1$$

La longueur L en durée_d'octet (pour le nième cycle du processus de demande_de_jeton) de l'unité_de_données de la nième trame demande_jeton sera déterminée comme suit:

pour $1 \leq n < N$

$L := 2 * \text{durée\_max\_avant\_réponse} * \text{valeur\_bit}$

$\text{valeur\_bit} := (2 * \text{bits\_adresse}((2*n) - 1) + \text{bits\_adresse}(2*n))$

où:

valeur_bit égale 0, 1, 2 ou 3 en fonction des deux bits utilisés dans le cycle n;

pour $n = N$

$L := 2 * \text{durée\_max\_avant\_réponse} * \text{nombre\_aléatoire\_4}$

où:

nombre_aléatoire_4 est un nombre aléatoire égal à 0, 1, 2 ou 3.

5B.5.2 Délai_demande_en_cours

Une station qui demande à entrer dans l'anneau logique se met d'abord à l'écoute des autres émissions, retardant sa prochaine émission de 0, 1, 2 ou 3 durée_max_avant_réponse et, ensuite, si elle n'a entendu aucune autre émission, elle envoie une trame désignation_successeur de longueur fixe. Le retard qui se produit avant l'émission de la trame désignation_successeur est appelé délai_demande_en_cours. Le processus de contention qui a lieu pour demander l'accès à l'anneau logique doit être composé au maximum de N cycles de retard d'émission et d'écoute, N étant fonction de la longueur de l'adresse exprimée en bits:

5B.5 Use of Address_Bits in Contention Algorithms

The contention processes used to claim a new token or demand logical ring entry both use the bits of the station address to accomplish a sorting-like resolution in which the station having the numerically largest or highest address value wins. The following paragraphs treat the address as an array of binary (0/1) values or address bits; for notational purposes, "address(i)" indicates the nth binary bit of the station's address, with address(1) the most significant bit. These address_bits are used two at a time, starting with the most significant address_bits.

5B.5.1 Claim-Token Frame Length

A station which is attempting to claim a new token first determines that no other station is transmitting, then transmits a claim_token frame containing a data_unit with a length equal to 0, 2, 4, or 6 slot_times. It then waits or delays one slot_time before again listening for other transmissions. The token claiming contention process shall consist of N cycles of listening, transmitting and delaying, where N is a function of the station's address length in bits:

$$N = (\text{address\_length} / 2) + 1$$

The length, L, of the nth claim_token frame's data unit, in octet times (for the nth cycle of the token claiming process), shall be determined as follows:

for $1 \leq n < N$

$L := 2 * \text{slot\_time} * \text{bit\_value}$

$\text{bit\_value} := (2 * \text{address\_bit}((2*n) - 1) + \text{address\_bit}(2*n))$

where:

bit_value equals 0, 1, 2, or 3 as a function of the two bits used in cycle n;

for $n = N$

$L := 2 * \text{slot\_time} * \text{random\_4}$

where:

random_4 = a random number equal to 0, 1, 2 or 3.

5B.5.2 Demand_Delay Time Interval

A station which is demanding entry into the logical ring first listens for other transmissions, delaying its next transmission for 0, 1, 2 or 3 slot_times; then, if it has heard no other transmissions, it transmits a fixed length set_successor frame. This delay preceding set_successor frame transmissions is called the demand_delay. The contention process for demanding logical ring entry shall consist of at most N cycles of transmission and listening delays, where N is a function of the address length in bits:

$$N = (\text{longueur\_adresse} / 2) + 1$$

Le nombre de durée_max_avant_réponse (D) de la temporisation après la nième émission (pour le nième cycle du processus de résolution de contention) doit être déterminé comme suit:

pour $1 \leq n < N$

$D := 2 * \text{durée\_max\_avant\_réponse} * \text{valeur\_bit}$

$\text{valeur\_bit} := (2 * \text{adresse\_bit} [(2 * n) - 1] + \text{adresse\_bit} (2 * n))$

où:

valeur_bit égale 0, 1, 2 ou 3 en fonction des deux bits utilisés dans le cycle n;

pour $n = N$

$D := \text{nombre\_aléatoire\_4}$

où:

nombre_aléatoire_4 est un nombre aléatoire égal à 0, 1, 2 ou 3.

5B.6 Priorité des trames émises

5B.6.1 Classe_d'accès

Le mécanisme de priorités fournit quatre niveaux de service pour ce qui concerne la priorité d'accès au support d'une trame; ces niveaux sont appelés classe_d'accès. Les classe_d'accès sont identifiées par les chiffres 0, 2, 4 et 6; la classe_d'accès 6 correspond au niveau de service le plus favorisé ou à la plus haute priorité.

5B.6.2 Correspondance entre priorité et classe_d'accès

La demande de priorité PLC contenue dans la demande à MAC est finalement satisfaite en utilisant une des classe_d'accès. La demande de priorité doit d'abord être satisfaite en affectant la demande à une des huit classe_de_service MAC. Ces classe_de_service MAC sont alors transposées en classe_d'accès MAC comme il apparaît au tableau suivant:

Classe_de_service	Classe_d'accès	Priorité
0, 1	0	la plus basse
2, 3	2	
4, 5	4	
6, 7	6	la plus haute

5B.6.3 Temporisation_rotation_jeton

Une station doit fournir trois temporisation_rotation_jeton (réelles ou virtuelles), une pour chaque classe_d'accès. Ces temporisations doivent toutes fonctionner simultanément en décomptant à partir d'une valeur initiale; une fois arrivée à zéro, la temporisation s'arrête de décompter et est à l'état expiré. Ces temporisations comptent en unités d'une durée_d'octet. Les autres aspects de leur administration sont spécifiés dans la section 10C.

$$N = (\text{address\_length} / 2) + 1$$

The number of slot_times, D, to delay after the nth transmission (for the nth cycle of the contention resolution process) shall be determined as follows:

for $1 \leq n < N$

$$D := 2 * \text{slot\_time} * \text{bit\_value}$$

$$\text{bit\_value} := (2 * \text{address\_bit} [(2*n) - 1] + \text{address\_bit}(2*n))$$

where:

bit_value equals 0, 1, 2, or 3 as a function of the two bits used in cycle n;

for $n = N$

$$D := \text{random\_4}$$

where:

random_4 = a random number equal to 0, 1, 2, or 3.

5B.6 Priority of Transmitted Frames

5B.6.1 Access_Classes

The priority mechanism shall provide four levels of service with respect to a frame's priority of access to the medium; these levels are called access_classes. The access_classes shall be identified as 0, 2, 4 and 6, and access_class 6 shall be the highest priority or most favoured level of service.

5B.6.2 Priority to Access_Class Mapping

The PLC request priority contained in the request to MAC is eventually satisfied through use of the access_classes. The priority request shall first be satisfied by assignment of the request to one of eight MAC service_classes. These MAC service_classes shall then be mapped into MAC access_classes as described in the following table:

Service_class	Access_class	Priority
0, 1	0	lowest
2, 3	2	
4, 5	4	
6, 7	6	highest

5B.6.3 Token_Rotation_Timers

A station shall provide three (actual or virtual) token_rotation_timers, one for each access_class. These timers shall all run concurrently, counting downward from an initial value to zero, at which point they shall stop counting and their status shall be "expired". These timers shall count in units of octet_times, and shall otherwise be managed as specified in Section 10C.

5B.6.4 *Recommandations pour l'affectation des priorités dans le système PROWAY*

On recommande les affectations suivantes aux priorités dans les systèmes PROWAY:

<i>Classe d'accès</i>	<i>Utilisation</i>
6	Messages urgents, c'est-à-dire assurant des fonctions critiques d'alarme, de verrouillage et de coordination de commandes
4	Actions de commande normales et fonctions de maintenance de l'anneau
2	Collecte et affichage courants des données; mise à jour des bases de données
0	Transfert de données et de programmes.

5B.7 *Délégation du droit d'émettre*

Une station qui détient le jeton peut demander à une autre station d'émettre une réponse sans que la deuxième station détienne le jeton. En fait la première station délègue alors le droit d'émettre à une autre station.

La station secondaire doit respecter toutes les autres exigences imposées par cette norme au détenteur du jeton, à l'exception toutefois de sa participation à l'anneau logique de passage du jeton et des mécanismes des protocoles associés (sauf si la station secondaire est dans l'anneau ou a besoin d'y entrer). Pour ce qui concerne l'adresse, la station secondaire n'a pas besoin d'être dans l'anneau logique. La station secondaire ne doit pas émettre dans le réseau sauf:

- a) si le détenteur du jeton lui délègue le rôle d'émetteur, ou
- b) si l'émission est autorisée par les procédures spécifiées dans la section 5C.

5B.8 *Notification des modifications à l'anneau logique*

Un changement de la variable station_suivante (NS) nécessite que la sous-couche MAC élabore une indication destinée à l'administration de station. Cette administration utilise habituellement cette indication pour participer à la maintenance de la liste des stations actives.

5B.9 *Adresses des stations*

Elles sont définies en 5D.1.4.1.2 et 5D.1.4.2.

5B.10 *Machines MAC requises*

Toutes les machines MAC sont requises dans les stations INITIA-TRICES. Toutes les machines MAC sauf la machine ACM sont requises dans les stations REPONDEUSES.

5B.6.4 Recommended Priority Assignments in PROWAY System

The following priority assignments are recommended for all PROWAY systems.

<i>Access-class</i>	<i>Usage</i>
6	Urgent messages, i.e., those performing critical alarm, interlock and coordination functions
4	Normal control actions and ring maintenance functions
2	Routine data gathering and display and data base updates
0	File and program transfer.

5B.7 Delegation of Right to Transmit

A station holding a token may request a second station to transmit a response without the second station holding the token. The first station, in effect, delegates the authority to transmit to a secondary station.

The secondary station shall conform to all of the requirements imposed by this standard on the token holder except for participating in the logical token passing ring and associated protocol mechanisms (unless the secondary is or needs to be in_ring). The secondary station need not be in the logical ring from an address sense. The secondary shall not transmit on the network unless:

- a) delegated as a transmitter by a token holder, or
- b) transmitting is authorized by the procedures specified in Section 5C.

5B.8 Notification of Logical Ring Modification

A change in the Next_Station (NS) variable requires that the MAC sublayer generate an indication to Station Management. Station management typically uses this to participate in the maintenance of a list of active stations.

5B.9 Station Addresses

Shall be defined as given in 5D.1.4.1.2 and 5D.1.4.2.

5B.10 Required MAC Machines

All MAC machines are required for *INITIATOR* stations. All MAC machines except the ACM are required for *RESPONDER* stations.

5B.10.1 *Fonctions obligatoires de la machine de commande d'accès (ACM)*

Toutes les fonctions ACM sont obligatoires dans toutes les réalisations de stations INITIATRICES.

5B.11 *Machine d'interface*

5B.11.1 *Description de la machine d'interface (IFM)*

La machine d'interface (IFM) est un intermédiaire entre les autres machines fonctionnelles de la sous-couche MAC et les entités des sous-couches PLC et LLC et l'entité d'administration de station avec lesquelles MAC doit communiquer.

La machine IFM a huit fonctions principales:

- 1) Accepter ou générer les primitives de service supportées à l'interface MAC-utilisateur_MAC.
- 2) Transposer les demandes de qualité de service depuis les termes utilisateur_MAC (priorité et classe de confirmation) en termes MAC (classe_d'accès et action_MAC).
- 3) Mettre les demandes de service en attente dans une des quatre files d'attente, (une par classe_d'accès) en fonction de leur classe_d'accès et de leur ordre d'arrivée. Les demandes en provenance de PLC, de LLC, ou de l'administration de station d'une classe_d'accès donnée partagent la même file d'attente et sont traitées dans leur ordre d'arrivée.
- 4) Reconnaître les adresses de destination individuelles des trames de données destinées à la station ainsi que les adresses de diffusion.
- 5) Reconnaître les adresses de groupe.
- 6) Indiquer à l'ACM qu'une trame de réponse (pour les trames demande_avec_réponse) a été reçue, et passer cette trame à l'entité PLC locale (entité d'origine) accompagnée de la confirmation correspondante.
- 7) Passer les trames demande_sans_réponse et demande_avec_réponse reçues à l'entité utilisateur_MAC destinataire spécifiée par le type_trame.
- 8) Accepter une trame de réponse provenant de l'entité PLC éloignée (répondeuse) après réception d'une trame demande_avec_réponse et émission d'une trame de réponse par cette dernière.

5B.11.2 *Fonctions obligatoires de la machine d'interface (IFM)*

Les fonctions IFM obligatoires dans les stations INITIATRICES et REPONDEUSES sont indiquées par un O dans la colonne appropriée du tableau ci-après. Les fonctions optionnelles sont indiquées par un F. Un tiret indique que la fonction n'est pas requise dans le type de station considéré. Ces fonctions sont décrites en détail dans le paragraphe 5B.11.1.

5B.10.1 Mandatory Access Control Machine (ACM) Functions

All ACM functions are mandatory in all implementations of *INITIATOR* stations.

5B.11 Interface Machine

5B.11.1 Interface Machine (IFM) Description

The Interface Machine (IFM) acts as an intermediary between the other functional machines of the MAC sublayer and the PLC and LLC sublayers and station management entity which MAC has to communicate.

The IFM has eight primary functions:

- 1) Accepting or generating the service primitives supported at the MAC-MAC user_interface.
- 2) Mapping higher layer requests between MAC_user terms of quality of service (priority and confirmation class) and MAC terms (access_class and MAC_action).
- 3) Queuing pending service requests into one of four queues, separated by access_class, so that the requests may be handled according to access_class, as well as according to arrival order. Requests from PLC, LLC and station management at a given access_class share the same queue and are serviced on a first-in first-out basis.
- 4) Recognizing the individual destination address of data frames destined for this station and the broadcast address.
- 5) Recognizing group addresses.
- 6) Notifying the ACM that a response frame has been received (for request_with_response frames) and passing this frame to the local (originating) PLC entity in association to the corresponding confirmation.
- 7) Passing received request_with_no_response and request_with_response frames to the destination MAC_user entity specified by frame_type.
- 8) Accepting a response frame from the remote (responding) PLC entity following receipt of a request_with_response frame, and sending this response frame.

5B.11.2 Mandatory Interface Machine (IFM) Functions

IFM functions that are mandatory for *INITIATOR* and *RESPONDER* stations are indicated by an M in the appropriate column in the table below. Optional functions are indicated by an O. A "-" in this table indicates that the associated function is not required for the corresponding type of station. These functions are fully described in Sub-clause 5B.11.1.

<i>Fonction</i>	<i>INITIATRICE</i>	<i>REPONDEUSE</i>
1) Acceptation ou élaboration des primitives des services supportés	O*	O
2) Correspondance entre terme utilisateur_MAC et terme MAC	O	O
3) Mise en file d'attente des demandes de service (1 file par classe_d'accès)	O	-
4) Reconnaissance de l'adresse individuelle de destination de la station et de l'adresse de diffusion	O	O
5) Reconnaissance des adresses de groupe	O	F**
6) Réception, association et passage des trames demande_avec_réponse à l'utilisateur_MAC d'origine	O	-
7) Passage des trames demande_avec_réponse et demande_sans_réponse à l'utilisateur_MAC spécifié	O	O
8) Acceptation et émission des trames de réponse	O	O

* Obligatoire

** Facultatif

Les attributs minimaux des entités MAC pour les stations *INITIATRICES* et *REPONDEUSES* sont:

Priorités supportées	4	4
Adresses de groupe reconnues	16	0

5B.12 Machine de réception

5B.12.1 Description de la machine de réception

La machine de réception accepte les symbole-MAC (voir 5B.1.2) provenant de la couche PHY et génère des structures et des signaux de données de niveau élevé à l'intention de la machine de commande d'accès MAC et de la machine d'interface IFM.

La machine de réception est spécifiée dans la référence 3 de l'annexe 0(A).

L'interface entre la couche PHY et la machine de commande d'accès MAC est la primitive PHY_DATA.indication spécifiée dans la partie 6. La description de la machine de réception dans la référence 3 représente la primitive PHY_DATA.indication sous forme d'un symbole-MAC codé et d'une base_de_temps_physique_réception associée.

5B.12.2 Fonctions obligatoires de la machine de réception (RxM)

Toutes les fonctions RxM sont obligatoires dans toutes les réalisations.

<i>Function</i>	<i>INITIATOR</i>	<i>RESPONDER</i>
1) Accepting or generating supported service primitives	M*	M
2) Mapping between MAC_user and MAC terms	M	M
3) Queuing service requests into queues separated by access_class	M	-
4) Recognizing this station's individual destination address and the broadcast address	M	M
5) Recognizing group addresses	M	O**
6) Receiving, associating, and passing response frames to the originating MAC_user	M	-
7) Passing request_with_response and request_with_no_response frames to the specified MAC_user	M	M
8) Accepting and transmitting response frames	M	M

* Mandatory

** Optional

The minimal attributes of MAC entities for *INITIATOR* and *RESPONDER* stations are:

Priorities supported	4	4
Group addresses recognized	16	0

5B.12 Receive Machine

5B.12.1 Receive Machine Description

The receive machine accepts MAC-symbols (see 5B.1.2) from the PHY layer and generates high-level data structures and signals for the MAC access control machine and the MAC interface machine (IFM).

The receive machine is specified in Reference 3, Appendix 0(A).

The interface between the PHY layer and the MAC access machine is the PHY_DATA.indication primitive specified in Part 6. The description of the receive machine in Reference 3 embodies the PHY_DATA.indication primitive as an encoded MAC-symbol and an associated PHY_clk.

5B.12.2 Mandatory Receive Machine (RxM) Functions

All RxM functions are mandatory in all implementations.

5B.13 *Machine d'émission*

5B.13.1 *Description de la machine d'émission*

La machine de commande d'accès envoie les trames pour émission à la TxM considérée comme une unité (au moins pour les besoins de la présente description). La TxM passe ensuite la trame de données, accompagnée des délimiteurs appropriés, à la couche physique, un symbole-MAC à la fois, pour émission sur le support physique. La machine d'émission est responsable de l'envoi d'un préambule d'une longueur appropriée, du calcul de la FCS et de son inclusion dans la trame émise, et de la délimitation de la trame avec SD et ED.

La machine d'émission est spécifiée dans la référence 3 de l'annexe 0(A).

5B.13.2 *Fonctions obligatoires de la machine d'émission (TxM)*

Toutes les fonctions TxM sont obligatoires dans toutes les réalisations.

5C. *Description formelle de la machine de commande d'accès (ACM)*

Cette section définit le mécanisme de commande d'accès au support du bus à jeton, et définit également l'ACM et les variables et fonctions utilisées dans la définition de l'ACM. Une description formelle sous forme de machine à états du mécanisme de commande d'accès, utilisant les variables et fonctions discutées ici, est donnée dans la référence 3 de l'annexe 0(A).

5C.1 *Variables et fonctions*

Les variables et fonctions de la description de la machine à états donnée dans la référence 3 de l'annexe 0(A) sont regroupées dans les catégories suivantes:

- 1) Variables définies par l'administration de station.
- 2) Variables définies par la machine d'interface.
- 3) Temporisations.
- 4) Variables définies par la machine de réception.
- 5) Autres fonctions et variables de la machine ACM.

5C.1.1 *Variables d'administration de station*

L'administration de station fournit à la machine MAC la chaîne binaire représentant l'adresse de la station (et donc, implicitement, la longueur de toutes les adresses). D'autres paramètres du réseau sont également fournis par l'administration de station:

TS: adresse de la station. Chaîne binaire mise à la valeur de l'adresse à 16 ou 48 bits de la station;

durée_max_avant_réponse: entier compris entre 1 et $(2^{13} - 1)$ durée d'octet. Voir les paragraphes 5A.1.1 et 5B.1.9;

nombre_max_passes: entier égal à la moitié + 1 de la longueur de l'adresse exprimée en bits (c'est-à-dire 9 pour une adresse à 16 bits).

5B.13 *Transmit Machine*

5B.13.1 *Transmit Machine Description*

The media_access_control machine forwards frames for transmission to the TxM as a unit (at least for the purposes of this description). The TxM then passes the data frame, along with appropriate delimitation, to the physical layer, one MAC-symbol at a time, for transmission on the physical medium. The transmit machine is responsible for sending the proper amount of preamble, computing the FCS and including it within the transmitted frame, and delimiting the frame with SD and ED.

The transmit machine is specified in Reference 3, Appendix 0(A).

5B.13.2 *Mandatory Transmit Machine (TxM) Functions*

All TxM functions are mandatory in all implementations.

5C. *Access Control Machine (ACM) Formal Description*

This section defines the token bus medium access control mechanism, and also defines the ACM, variables and functions used in the definition of the ACM. A formal state machine description of the access control mechanism using the variables and functions discussed here is given in Reference 3, Appendix 0(A).

5C.1 *Variables and Functions*

The variables and functions of the state machine description given in Reference 3, Appendix 0(A) are grouped into categories as follows:

- 1) Variables defined by station management.
- 2) Variables defined by the interface machine.
- 3) Timers.
- 4) Variables defined by the receive machine.
- 5) Other ACM variables and functions.

5C.1.1 *Station Management Variables*

Station management provides the MAC machine with the station's address bit string (and thus implicitly with the length of all addresses). Also supplied by station management are other network parameters:

TS: This Station's address. A bit-string variable set to the value of the station's 16-bit or 48-bit address;

slot_time: an integer in the range of 1 to $(2^{13} - 1)$ octet_times. See 5A.1.1 and 5B.1.9;

max_pass_count: an integer equal to half the station's address length in bits, plus one (thus equal to 9 for a 16-bit address length).

La valeur de `nombre_max_passes` limite le nombre de boucles dans la machine ACM. Cette valeur est utilisée pour limiter le processus de contention pour le jeton. Après `nombre_max_passes` cycles de contention, le processus est arrêté si, à cause d'une erreur, un demandeur unique ne peut être trouvé.

La valeur de `nombre_max_passes` est également utilisée pour arrêter le processus de demande de jeton. Après l'émission de `nombre_max_passes` trames de demande de jeton et si aucune autre station n'est entendue, une station peut demander le jeton;

longueur_min_préambule_après_silence: entier égal au nombre minimal d'octets de préambule à émettre au début d'une émission après que la station ait été silencieuse. La valeur de *longueur_min_préambule_après_silence* est déterminée par le type de la couche physique utilisé dans la station;

valeur_max_entre_sollicitations: nombre entier de possessions du jeton dans l'intervalle de 16 à 255. En plus de *temporisation_maintenance_anneau*, cette valeur détermine la fréquence à laquelle la station ouvre des fenêtres de réponse. Habituellement, une station ouvre des fenêtres de réponse avant chaque nième passage du jeton, N étant égal à *valeur_max_entre_sollicitations*. Cette action est effectuée seulement lorsque le temps de rotation du jeton n'a pas dépassé la *durée_cible_maintenance_anneau*.

Si toutes les stations de l'anneau utilisaient la même *valeur_max_entre_sollicitations*, elles pourraient toutes en conséquence ouvrir des fenêtres de réponse pendant la même rotation du jeton. Ceci pourrait entraîner des rotations rapides du jeton sans ouverture de fenêtre de réponse et des rotations occasionnelles pendant lesquelles chaque station ouvrirait une fenêtre de réponse avant de passer le jeton.

Pour éviter que toutes les stations de l'anneau n'aient la même valeur pour *valeur_max_entre_sollicitations*, les deux bits les moins significatifs de la valeur sont choisis aléatoirement. La valeur réelle utilisée pour *valeur_max_entre_sollicitations* est modifiée par chaque station, en re-randomisant les deux bits les moins significatifs de la variable toutes les 50 ms au moins ou à chaque utilisation;

durée_cible_rotation(classe_d'accès): tableau d'entiers compris entre 0 et $2^{21} - 1$ durée_d'octet qui est utilisé avec l'option priorité ainsi qu'avec la temporisation de maintenance_de_l'anneau (voir 5C.1.4 pour une discussion de la fonction de la variable);

valeur_init_temporisation_maintenance_anneau: entier compris entre 0 et $2^{21} - 1$ durée_d'octet utilisé pour déterminer la valeur initiale de la *temporisation_rotation_jeton* de *maintenance_anneau* lors de l'entrée dans l'anneau. Une valeur importante a pour effet que la station sollicite des successeurs dès qu'elle accède à l'anneau; une valeur nulle a pour effet que la station retarde cette sollicitation pendant au moins une rotation du jeton;

durée_conservation_jeton_H_pri: entier compris entre 0 et $2^{16} - 1$ durée_d'octet. Sert à déterminer la durée maximale pendant laquelle une station peut émettre des trames de la classe d'accès 6. Si l'option priorité n'est pas mise en oeuvre, la *durée_conservation_jeton_H_pri* détermine la durée maximale pendant laquelle une station peut envoyer des trames de classe d'accès quelconque;

The value of *max_pass_count* limits loops in the ACM. The value is used to limit the token contention process. After cycling through *max_pass_count* contention cycles the process is to be stopped if, due to an error, a single contender cannot be resolved.

The value of *max_pass_count* is also used to stop the token claiming process. After sending *max_pass_count* claim token frames, if no other station is heard, a station can claim the token;

min_post_silence_preamble_length: an integer equal to the minimum number of octets of preamble to be transmitted at the beginning of a transmission after the station has been silent. The value of *min_post_silence_preamble_length* is determined by the type of physical layer used in the station;

max_inter_solicit_count: an integer number of token possessions within the range 16 to 255. The value, in addition to the *ring_maintenance_timer*, determines how often a station opens response windows. Normally, a station opens response windows prior to every Nth pass of the token, where N is the value of *max_inter_solicit_count*. This action is taken only when token rotation time has not exceeded the *ring_maintenance_target_time*.

If all stations in the ring used the same *max_inter_solicit_count*, they would all consistently open response windows on the same token rotation. This action could lead to rapid token rotations where no response windows were opened, and occasional rotations where every station opened a response window before passing the token.

To avoid all stations in the ring having the same value of *max_inter_solicit_count*, the least significant two bits of the value shall be chosen randomly. The actual value used for the *max_inter_solicit_count* shall be changed by each station by re-randomizing the least significant two bits of the variable at least every 50 milliseconds or on every use;

target_rotation_time (access_class): an array of integers in the range 0 to $2^{21} - 1$ *octet_times*, used with the priority option and with the *ring_maintenance_timer* (see 5C.1.4 for a discussion of the variable's function);

ring_maintenance_timer_initial_value: an integer in the range 0 to $2^{21} - 1$ *octet_times*, used to determine the initial value of the *ring_maintenance_token_rotation_timer* upon entry to the ring. A large value will cause the station to solicit successors immediately upon entry to the ring; a value of zero will cause the station to defer this solicitation for at least one rotation of the token;

hi_pri_token_hold_time: an integer in the range 0 to $2^{16} - 1$ *octet times*. Used to control the maximum time a station can transmit frames at *access_class* 6. If the priority option is not implemented, the *hi_pri_token_hold_time* determines how long a station can send frames of any *access_class*;

entrée_anneau_désirée: variable Booléenne qui détermine l'état en régime normal de la machine ACM lorsque cette machine n'a pas de demandes d'émission en file d'attente. Si la variable est vraie, la station devrait être dans l'anneau (c'est-à-dire participer à l'anneau logique de passage du jeton). Si cette variable est fausse, la station devrait être hors_anneau (elle observe alors l'anneau logique de passage du jeton);

nombre_max_de_répétitions: constante entière comprise entre 0 et 7 qui détermine le nombre maximal de tentatives d'envoi d'une trame demande_avec_réponse.

5C.1.2 Fonctions et variables de la machine d'interface

extraction_trame_file_d'attente(classe_d'accès): fonction assurée par la machine d'interface de MAC. Cette fonction extrait la première trame de la file d'attente des trames de la classe d'accès indiquée et la renvoie à la machine de commande d'accès pour émission;

émission_en_attente: variable Booléenne qui réalise un OR (ou) logique de toutes les variables Booléennes émission_en_attente(classe_d'accès). Emission_en_attente est vrai si une au moins des files d'attente de trames n'est pas vide. Si toutes les files d'attente sont vides, la valeur de la variable est fausse;

tension_OK: variable Booléenne indiquant que la machine ACM peut commencer à fonctionner. Fournie par le matériel de l'administration de station.

5C.1.3 Note sur la commande de l'appartenance à l'anneau logique

Les deux variables Booléennes entrée_anneau_désirée et émission_en_attente déterminent le fonctionnement de la machine ACM pour ce qui concerne la contention pour l'obtention du jeton et la présence dans l'anneau logique, comme suit:

Variables et états

Actions de la machine ACM

entrée_anneau_désirée	émission_en_attente	
faux	faux	Pas de contention pour le jeton. Se retirer si on se trouve actuellement dans l'anneau logique à passage de jeton.
faux	vrai	Contention pour le jeton. Emettre des données, qui peuvent vider les files d'attente de trames et rendre faux émission_en_attente. Quitter l'anneau logique si émission_en_attente passe à l'état faux.
vrai	faux	Contention pour le jeton si il y a plus d'une seule station active. Demeurer dans l'anneau logique à passage de jeton même s'il n'y a pas de données à émettre.
vrai	vrai	Contention pour le jeton. Rester dans l'anneau logique à passage de jeton et émettre des données.

in_ring_desired: a Boolean variable which determines the access control machine's steady-state condition when it has no queued transmission requests. If the variable is true, the station should be in_ring (a participant in the token-passing logical ring). If false, the station should be out_of_ring (an observer of the token-passing logical ring);

maximum_retry_limit: an integer constant in the range 0 to 7 specifying the maximum number of attempts that will be made to send a request_with_response frame.

5C.1.2 Interface Machine Variables and Functions

get_pending_frame (access_class): a function provided by the interface machine of MAC. This function pops the first frame off the pending frame queue for the indicated access_class, and returns it to the access control machine for transmission;

any_send_pending: a Boolean variable reflecting the logical OR of all the Boolean variables send_pending (access_class). Any_send_pending is true if at least one of the pending frame queues is non-empty. If all queues are empty, the variable's value is false;

power_OK: a Boolean variable indicating that the ACM may begin operation. Provided by station management hardware.

5C.1.3 Note on Logical Ring Membership Control

The two Boolean variables in_ring_desired and any_send_pending determine the operation of the ACM with respect to contending for the token and being in the logical ring as follows:

Variables and States		ACM Actions
in_ring_desired	any_send_pending	
false	false	Do not contend for token. Drop out if currently in token-passing logical ring.
false	true	Contend for token. Send data, which may empty the pending frame queues and any_send_pending false. Exit logical ring if any_send_pending becomes false.
true	false	Contend for token if not sole active station. Remain in token-passing logical ring even without data to send.
true	true	Contend for token. Remain in token-passing logical ring and send data.

5C.1.4 Temporisations

Plusieurs temporisations sont utilisées dans la description de la machine à états. Une temporisation s'exprime par une série de procédures et une variable Booléenne. Les procédures sont appelées démarrage_temporisation_xx(valeur), xx étant le nom de la temporisation et valeur étant un entier fixant la valeur initiale de la temporisation. Valeur.temporisation_xx renvoie la valeur courante du compteur. Les variables Booléennes sont appelées temporisation_xx.expirée et ont la valeur faux pendant que la temporisation fonctionne et vrai lorsqu'elle est terminée.

Par exemple, la temporisation bus_inactif est mise à la valeur durée_max_avant_réponse par l'exécution de démarrage_temporisation_bus_inactif (1). La variable temporisation_bus_inactif.expirée est alors fausse pendant une durée_max_avant_réponse.

5C.1.4.1 Temporisations définies par rapport à la durée_max_avant_réponse

Les cinq premières temporisations (temporisation_bus_inactif, temporisation_contention, temporisation_de_demande, temporisation_de_réponse et temporisation_passage_jeton) opèrent par multiples entiers de la durée_max_avant_réponse du réseau (les cinq premières temporisations n'étant pas utilisées simultanément, elles peuvent être réalisées sous forme d'une seule temporisation matérielle).

temporisation_bus_inactif: détermine le temps pendant lequel une station à l'état inactif écoute les données en provenance du support avant de passer à l'état demande_jeton et de réinitialiser le réseau. La plupart des stations attendent pendant 7 durée_max_avant_réponse. La station du réseau qui a l'adresse_la_plus_basse à l'état vrai attend pendant 6 durée_max_avant_réponse. La fonction durée_max_bus_inactif renvoie la valeur 6 ou 7 selon l'état de adresse_la_plus_basse;

temporisation_de_demande: détermine le temps pendant lequel une station est à l'écoute entre des envois successifs de trames demande_jeton. La temporisation_de_demande est toujours chargée avec la valeur 1;

temporisation_fenêtre_de_réponse: détermine le temps pendant lequel une station qui a ouvert une fenêtre de réponse va demeurer à l'écoute avant d'émettre sa trame suivante.

Lors de l'envoi d'une trame sollicitation_successeur, qui_suit_? ou résolution_contention, cette temporisation contrôle la durée pendant laquelle une station sollicite des réponses. Après avoir envoyé une trame sollicitation_successeur, la station émettrice met dans la temporisation fenêtre_de_réponse le nombre de fenêtres ouvertes. La temporisation détermine ainsi la durée pendant laquelle la station demeure à l'état attente_réponse, en écoutant pour percevoir les réponses des stations. Si cette temporisation expire et que la station n'a rien entendu, elle passe à l'état passage_jeton et passe le jeton à son successeur.

5C.1.4 Timers

A number of timers are used in the description of the state machine. A timer is expressed as a set of procedures and a Boolean variable. The procedures are named `xx_timer.start(value)`, where `xx` is the timer name and `value` is an integer that sets the timer delay. `xx_timer.value` returns the current value of the counter. The Boolean variables are named `xx_timer.expired` and have a value of false while the timer is running and true when the timer has expired.

For example, the `bus_idle` timer would be set to a value of one (`slot_time`) by executing `bus_idle_timer.start(1)`. The variable `bus_idle_timer.expired` would then be false for one `slot_time`.

5C.1.4.1 Slot_time Interval Timers

The first five timers (`bus_idle_timer`, `contention_timer`, `claim_timer`, `response_window_timer` and `token_pass_timer`) work in integral multiples of the network `slot_time` (the first five timers are not used concurrently, thus they could be implemented in a single hardware timer);

bus_idle_timer: controls how long a station listens in the idle state for any data on the medium before entering the `claiming_token` state and reinitializing the network. Most stations wait seven `slot_times`. The one station in the network having `lowest_address` true waits six `slot_times`. The function `max_bus_idle` returns the value 6 or 7 depending on the state of `lowest_address`;

claim_timer: controls how long a station listens between sending `claim_token` frames. The `claim_timer` is always loaded with the value 1;

response_window_timer: controls how long a station which has opened response windows listens before transmitting its next frame.

When sending a `solicit_successor`, `who_follows?` or `resolve_contention` frame, this timer controls the length of time a station solicits responses. After sending a `solicit_successor` frame, the sending station loads the `response_window` timer with the number of windows opened. The timer thus determines how long the station remains in the `await_response` state listening for stations to respond. If the timer expires and nothing is heard, the station goes to the `pass_token` state and passes the token to its successor.

Lors de l'envoi d'une trame de données *demande_avec_réponse*, la temporisation *fenêtre_de_réponse* détermine la durée pendant laquelle une station attend une trame de réponse avant de répéter la trame *demande_avec_réponse*;

temporisation_de_contention: détermine la durée pendant laquelle une station reste à l'écoute à l'état *demande_d'entrée* après avoir entendu une trame *résolution_contention*, *sollicitation_successeur* ou *qui_suit?* lorsque la station veut demander le jeton. Si la station entend une émission pendant qu'elle écoute, elle a perdu le processus de contention et elle repasse à l'état inactif;

temporisation_passage_jeton: détermine le temps pendant lequel une station reste à l'écoute après avoir passé le jeton à son successeur.

Si elle entend une trame avant la fin de la *temporisation_passage_jeton*, la station suppose que son successeur a accepté le jeton. Si la temporisation expire sans que la station ait perçu une trame, elle suppose que son successeur n'a pas accepté le jeton et passe à la phase suivante de la procédure de passage de jeton.

5C.1.4.2 Temporisations définies par rapport à la durée_d'octet

Les autres temporisations sont caractérisées par un pas d'une durée d'émission d'un octet au lieu d'une *durée_max_avant_réponse* du réseau. Elles servent à mettre en oeuvre la structure des classes d'accès et à limiter le temps pendant lequel une station peut commencer à émettre des trames pour chaque classe d'accès;

temporisation_rotation_jeton(classe_d'accès): cette série est composée de quatre temporisations, une pour chacune des trois classes d'accès inférieures et une pour la maintenance de l'anneau.

Lorsque la station commence à traiter le jeton pour une classe d'accès donnée, la temporisation correspondante est rechargée avec la valeur *durée_cible_rotation* de ce niveau. Lorsque la station reçoit à nouveau le jeton, elle peut envoyer des données de cette classe d'accès jusqu'au moment où le temps restant dans la *temporisation_rotation_jeton* associée est terminé.

Lors de l'accès initial à l'anneau, les trois premières temporisations des priorités sont mises à la valeur zéro (expirée) et la temporisation *maintenance_anneau* est mise à *valeur_init_temporisation_maintenance_anneau*;

temporisation_conservation_jeton: le temps qui reste dans *temporisation_rotation_jeton* courante est mis dans *temporisation_conservation_jeton* immédiatement avant de recharger *temporisation_rotation_jeton*. La station peut émettre des trames de données de la classe d'accès correspondante tant que *temporisation_conservation_jeton* n'est pas expirée.

Lorsque la station émet des messages de la classe d'accès la plus haute, la valeur de *durée_conservation_jeton_H_pri* est mise dans *temporisation_conservation_jeton*. Ainsi, les messages de la classe d'accès la plus haute sont limités à un nombre fixe d'octets, indépendamment de la charge courante du réseau.

When sending a request_with_response data frame, the response_window_timer controls how long a station waits for a response frame before repeating the request_with_response frame;

contention_timer: controls how long a station listens in the demand_in state after hearing a resolve contention, solicit_successor or who_follows? frame when the station wants to contend for the token. If the station hears a transmission while listening, it has lost the contention and has to return to the idle state;

token_pass_timer: controls how long a station listens after passing the token to its successor.

If any frame is heard before the token_pass_timer expires, the station assumes that its successor has accepted the token. If the timer expires and a frame is not heard, the station assumes that its successor did not accept the token and sequences to the next stage of the pass token procedure.

5C.1.4.2 Octet_time Interval Timers

The remaining timers have a granularity of one octet transmission time, rather than one network slot time. They are used to implement the access class structure and limit the time during which a station may start to transmit frames for each access class;

token_rotation_timer(access_class): this is a set of four timers, one for each of the lower three access classes and one for ring maintenance.

When the station begins processing the token at a given access class the associated timer is reloaded with the value of the target_rotation_time for that level. When the station again receives the token it may send data of that access class until the residual time in the associated token_rotation_timer has expired;

Upon initial entry to the ring, the first three priority timers are set to a value of zero (expired), and the ring_maintenance timer is set to the value ring_maintenance_timer_initial_value;

token_hold_timer: the residual time from the current token_rotation_timer is loaded into the token_hold_timer just before the token_rotation_timer is reloaded. The station may send data frames of the corresponding access class as long as the token_hold_timer has not expired.

When the station is sending highest access class messages, the value of hi_pri_token_hold_time is loaded into the token_hold_timer. Thus, highest access class messages are limited to only a fixed number of octets regardless of current network loading

5C.1.5 Variables et fonctions de la machine de réception

Les sorties de la machine de réception sont plusieurs variables d'état et une trame de données qui sont décrites dans les paragraphes suivants:

bus_silencieux: variable Booléenne qui est vraie lorsque la couche physique indique qu'elle reçoit du silence. Cette variable est fausse lorsque la couche physique reçoit autre chose que du silence. *Bus_silencieux* est établi et remis à zéro par la machine de réception et lu seulement par la machine ACM;

trame_Rx: enregistrement écrit par la machine de réception. L'enregistrement est mis à jour pour tenir compte du contenu de la dernière trame correcte reçue. Les principaux champs de l'enregistrement sont:

FC: champ de commande de trame (1 octet)

DA: champ adresse de destination (2 ou 6 octets)

SA: champ adresse source (2 ou 6 octets)

unité_de_données: champ unité de données (plusieurs octets)

FCS: champ de séquence de contrôle de trame (4 octets);

trame_protocole_Rx: ce signal indique la réception d'une trame correcte et signifie qu'elle est d'un des types de trame de protocole MAC. Ce signal est établi par la machine de réception, il est lu et effacé par la machine d'accès;

trame_données_Rx: ce signal indique la réception d'une trame correcte et signifie qu'elle est du type trame_PLC ou trame d'administration_de_station. Ce signal est établi par la machine de réception, il est lu par la machine de commande d'accès et la machine d'interface; seule la machine d'interface remet ce signal à zéro;

rafale_bruit: variable Booléenne établie par la machine de réception lorsque *bus_inactif* passe à l'état vrai (le bus passe de non_silence à silence) et que ni *trame_procédure_Rx*, ni *trame_données_Rx* n'ont été établies pendant l'émission (en d'autres termes, aucune trame correcte n'a été perçue). Cette variable est remise à zéro par la machine de commande d'accès lorsque la condition *rafale_bruit* a été traitée.

5C.1.6 Autres variables et fonctions

Les variables et fonctions suivantes sont internes à la machine de commande d'accès MAC (machine ACM):

TH - adresse du détenteur du jeton: adresse du détenteur actuel du jeton. Mémoire tampon temporaire chargée avec le contenu du champ SA d'une trame sollicitation_successeur, qui_suit_? ou résolution_contention. Si une trame désignation_successeur est émise par la station dans le cadre du processus de contention, l'adresse DA est prise dans TH;

NS - adresse de la station suivante: adresse du successeur d'une station dans l'anneau logique. NS est établie lorsqu'une station qui ne connaît pas son successeur entend une trame sollicitation_successeur et entre en contention pour demander le jeton. La station met NS à la valeur du champ adresse de destination de la trame. (Si la station réussit sa contention dans une fenêtre de réponse, elle reçoit le jeton et le transmet plus tard à la station dont l'adresse a été mise dans NS.)

5C.1.5 *Receive Machine Variables and Functions*

The outputs of the receive machine are several state variables and a data frame, as described in the following paragraphs:

bus_quiet: a Boolean variable which is true whenever the physical layer is reporting that silence is being received, false when something other than silence is being received. *Bus_quiet* is set and reset by the receiver machine and is only read by the ACM;

Rx_frame: a record written by the receiver machine. The record is updated to reflect the contents of the most recently received valid frame. The major fields in the record are:

FC: The one octet frame control field

DA: The two or six octet destination address field

SA: The two or six octet source address field

data_unit: The multi-octet data_unit field

FCS: The four octet frame check sequence field;

Rx_protocol_frame: this signal indicates that a valid frame has been received, and that the frame type is one of the MAC protocol frame types. This signal is set by the receive machine, and it is read and cleared by the access machine;

Rx_data_frame: this signal indicates that a valid frame has been received, and that the frame type is a PLC_frame or station_management frame. This signal is set by the receive machine and read by both the access control machine and the interface machine; it is cleared only by the interface machine;

noise_burst: a Boolean variable set by the receiver machine when *bus_quiet* goes true (the bus goes from non-silence to silence) and neither *Rx_protocol_frame* nor *Rx_data_frame* were set during the transmission (that is, no valid frame was heard). It is reset by the access control machine when the *noise_burst* condition has been processed.

5C.1.6 *Other Variables and Functions*

The following are internal to the MAC access control machine (ACM):

TH -Token Holder's address: the address of the current token holder. A temporary buffer loaded from the SA field of a solicit_successor, who_follows? or resolve_contention frame. If a set_successor frame is sent by the station as part of the contention process, the DA address is taken from TH;

NS - Next Station's address: the address of a station's successor in the logical ring. NS is set when a station that does not know its successor hears a solicit_successor frame and contends for the token. The station sets NS to the value of the destination address field of the frame. (If the station successfully contends in a response window, it will receive the token and eventually pass it to the station whose address was loaded into NS.)

Par exemple, supposons qu'une station dont l'adresse est 25 ne soit pas dans l'anneau logique et qu'elle veuille y entrer. Si cette station entend une trame sollicitation_successeur envoyée par la station 30 et dont l'adresse DA est 20, elle met NS à 20, l'adresse DA indiquée dans la trame. Si la station entre en contention dans la fenêtre et qu'elle est entendue par la station 30, un jeton lui est passé. Lorsque la station a terminé d'envoyer des trames de données, elle passe le jeton à son successeur, la station 20.

La variable NS est également chargée chaque fois que la station reçoit une trame désignation_successeur qui lui est adressée.

Noter que lorsque la valeur de NS est changée, une MA_EVENT.indication est transmise à l'administration de station.

Note. - Lorsqu'une station pense connaître la valeur de NS, elle ne recharge plus NS lors de l'ouverture d'une fenêtre de contention recouvrant l'adresse de la station. Ceci est dû au fait que, dans le cas d'une reprise sur erreur, les stations se transmettent des trames sollicitation_successeur_2 qui ouvrent des fenêtres de réponse pour toutes les stations. Si toutes les stations modifient leurs variables NS à cet instant, l'anneau logique qui existait s'effondre.

NS_connu: variable Booléenne qui précise si la station pense connaître l'adresse de son successeur. NS_connu est mis à l'état vrai lorsque la station reçoit une trame désignation_successeur qui lui est adressée. Habituellement, la trame désignation_successeur intervient après une contention réussie, comme dans l'exemple précédent.

NS_connu est mis à l'état faux dès que la station quitte l'anneau logique;

PS - *adresse de la station précédente*: cette variable est mise à la valeur de l'adresse source du dernier jeton adressé à la station.

Si la station perçoit la trame qui_suit_?, le contenu du champ de données de la trame est comparé au contenu de PS. Si les contenus sont égaux, la station répond à la demande qui_suit_? par une trame désignation_successeur.

Un exemple va permettre de mieux comprendre l'emploi de PS. Si un anneau logique contient des stations désignées par les adresses 30, 25 et 20, la station dont l'adresse est 20 aura 25 dans son registre PS puisque c'est l'adresse de la station qui lui passe le jeton. Si la station 25 tombe en panne, lorsque la station 30 tente de lui passer le jeton, elle n'obtient pas de réponse. Après deux tentatives de passage de jeton, la station 30 envoie une trame qui_suit 25 ?. La station 20 répond par une trame "désigner 20 comme votre successeur". Ainsi, la station qui est tombée en panne (25) est rapidement éliminée de l'anneau;

classe_d'accès_max: constante entière utilisée pour initialiser l'ordre de traitement des files d'attente de trames. La valeur de classe_d'accès_max est 6, c'est-à-dire la classe d'accès dont la priorité est la plus haute;

For example: suppose a station with address 25 is not in the logical ring, and wants to enter. If this station hears a `solicit_successor` frame sent by station 30 with a DA address of 20, it will set NS to 20, the DA address in the frame. If the station contends in the window and is heard by station 30, it will be passed a token. When the station has completed sending data frames it passes the token to its successor station 20.

The NS variable is also loaded whenever the station receives a `set_successor` frame addressed to it.

Note that whenever the value of NS is changed, a `MA_EVENT.indication` is given to station management.

Note. - Once a station thinks it knows the value of NS it no longer reloads NS when a contention window is opened spanning the station's address. The reason is that under error recovery conditions, stations will send `solicit_successor_2` frames, addressed to themselves, that open response windows for all stations. If all stations reset their NS variables at this point, any logical ring that existed would collapse.

NS_known: a Boolean variable that indicates whether the station thinks it knows the address of its successor. NS_known is set true whenever the station receives a `set_successor` frame addressed to it. Normally the `set_successor` frame follows a successful contention, as in the previous example.

NS_known is set false whenever the station leaves the logical ring;

PS - Previous Station's address: the variable is set to the value of the source address of the last token addressed to the station.

If a `who_follows?` frame is heard, the contents of the data field of the frame are compared with the contents of PS. If they are equal, the station responds to the `who_follows?` request with a `set_successor` frame.

An example will clarify the use of PS. If a logical ring contains stations with addresses 30, 25, and 20, the station with address 20 will have 25 in its PS register, since this is the address of the station that sends the token. If station 25 fails, when station 30 tries to send the token to station 25 it will get no response. After two tries at passing the token, station 30 sends a "`who_follows 25?`" frame. Station 20 responds by sending a "`set your successor to 20`" frame. In this manner the failed station, 25, is quickly patched out of the ring;

max_access_class: an integer constant used to initialize the sequencing of the processing of the pending frame queues. The value of `max_access_class` is 6, the highest priority access class;

classe_d'accès: entier utilisé pour procéder à l'examen successif des classes d'accès pendant l'émission de trames de données.

La première *classe_d'accès*, c'est-à-dire celle qui a la priorité la plus haute, est égale à la valeur de *classe_d'accès_max* (c'est-à-dire 6). La variable *classe_d'accès* est ensuite décrémentée (par pas de 2) pour toutes les classes, jusqu'à zéro; ensuite, la station exécute ses fonctions de maintenance de l'anneau et passe le jeton;

dans_l'anneau: variable Booléenne qui est mise à l'état vrai lorsque la station reçoit une trame de jeton qui lui est adressée ou quand la station réussit le processus de demande de jeton. Cette variable est mise à l'état faux si la station sort d'elle-même de l'anneau;

seule_station_active: variable Booléenne utilisée pour rendre silencieuses les stations dont les récepteurs sont défectueux. Si le récepteur d'une station s'arrête de fonctionner sans que cela soit détecté, la station risque de perturber le fonctionnement du système en demandant en permanence le jeton et en sollicitant ensuite un successeur.

Si la variable *seule_station_active* est vraie, une station peut seulement participer au processus de demande de jeton lorsqu'elle a des données à envoyer. Ainsi, une station dont le récepteur ne fonctionne pas et qui n'a pas de données à envoyer demeure passivement en dehors de l'anneau.

Si une station est membre de l'anneau et que son récepteur tombe en panne, elle ne peut plus entendre son successeur qui demande le jeton. La station tourne alors sur la boucle de l'algorithme de récupération de passage de jeton, et parvient rapidement au point où elle a émis une trame *sollicitation_successeur_2* adressée à elle-même et où elle n'a reçu aucune réponse. A cet instant, la station met *seule_station_active* à l'état vrai et devient passive.

Seule_station_active est mis à l'état faux dès que la station entend une trame correcte provenant d'une autre station;

adresse_la_plus_basse: variable Booléenne qui est mise à l'état vrai si l'adresse du successeur de la station est supérieure à l'adresse de la station.

A un instant donné, il ne devra y avoir qu'une station de l'anneau logique dont *adresse_la_plus_basse* est à l'état vrai. C'est la station dont l'adresse est la plus basse par rapport à toutes celles qui sont actuellement dans l'anneau logique. Lorsque cette station ouvre des fenêtres de réponse pendant un passage de jeton, elle ouvre deux fenêtres. La première fenêtre est utilisée par les stations qui ont une adresse encore plus basse et qui souhaitent entrer dans l'anneau. La deuxième fenêtre est utilisée par les stations qui ont une adresse plus haute que le bénéficiaire du jeton, c'est-à-dire la station qui a à cet instant la plus haute adresse de l'anneau.

Adresse_la_plus_basse est calculée et établie par une station lorsque NS est modifiée.

access_class: An integer which is used to sequence through the access classes while transmitting data frames.

The first, or highest priority, *access_class* equals the value of *max_access_class* (that is, 6). The variable *access_class* is then decremented (by 2) through all classes until less than zero, and then the station performs its ring maintenance functions and passes the token;

in_ring: a Boolean variable set true when the station receives a token frame addressed to it or when the station successfully completes the claiming token process. Set false if the station sets itself out of the ring;

sole_active_station: a Boolean variable used to mute stations having defective receivers. If a station's receiver becomes inoperative in an undetected manner, the station otherwise would disrupt the operation of the system by continually claiming the token and then soliciting a successor station.

If the *sole_active_station* variable is true, a station is prevented from entering the claiming token process until it has data to send. Thus a station with an inoperative receiver and no data to send will remain passively out of the ring.

If a station is a member of the ring and its receiver fails, it will be unable to hear its successor claiming the token. The station will cycle through the token passing recovery algorithm, quickly reaching the point where it has sent a *solicit_successor_2* frame addressed to itself and received no response. At this point, the station sets *sole_active_station* true and becomes passive.

Sole_active_station is set false whenever the station hears a valid frame from another station;

lowest_address: a Boolean variable set true if the station's successor address is greater than the station's address.

At any one time there should be only one station in the logical ring with *lowest_address* set true. This is the station with the lowest address of all those currently in the logical ring. When this station opens response windows during a token pass, it has to open two windows. The first window is used by stations having an even lower address that wish to enter the ring. The second window is used by stations having a higher address than the recipient of the token, the station currently with the highest address in the ring.

Lowest_address is computed and set by a station whenever NS is changed.

Adresse_la_plus_basse sert dans le cadre d'une autre fonction non liée au passage du jeton. Si la station qui détient le jeton tombe en panne, une autre station doit récupérer le jeton. La temporisation *bus_inactif* est une temporisation du type "chien de garde". Si une station ne perçoit aucune trame pendant une durée supérieure à celle de cette temporisation, le processus de demande de jeton est lancé.

Pour minimiser les interférences pendant le processus de demande de jeton, on choisit une station qui aura pour *temporisation_bus_inactif* une valeur plus courte que celle des autres stations. Cette station récupère tous les jetons perdus à cause de pannes, à l'exception toutefois des pertes qui lui sont dues. La station dont *adresse_la_plus_basse* est vraie est toujours unique et c'est à elle qu'est dévolu ce rôle;

jeton_détenu_juste_avant: variable Booléenne mise à l'état vrai lorsque la station passe le jeton et mise à l'état faux si la station entend une trame correcte provenant d'une autre station.

Jeton_détenu_juste_avant sert à détecter les pannes dues à des adresses dupliquées dans le réseau. Si une station perçoit une trame correcte dont l'adresse source est égale à sa propre adresse et que *jeton_détenu_juste_avant* est faux, la station ne peut pas avoir émis la trame. Si cette trame est perçue, la sous-couche MAC prévient l'administration de station de la détection d'une autre station du réseau utilisant la même adresse MAC; la sous-couche MAC passe alors à l'état déconnecté;

entendu: variable à trois états qui est utilisée à l'état *attente_réponse*. Ces états sont:

rien: la station n'a rien entendu (à l'exception de ses propres émissions) depuis le début du processus de résolution,

collision: la station a entendu une rafale de bruit,

successeur: la station a reçu une trame *désignation_successeur* correcte. A la fin de la période de résolution, la station enverra le jeton à la station dont l'adresse était dans le champ unité de données du protocole de la ou d'une des trames *désignation_successeur* correcte;

nombre_passes_demande: entier compris entre 0 et *nombre_max_passes*. Sert comme indice pour TS afin de sélectionner deux bits de l'adresse de la station. La valeur des bits sélectionnés (multipliée par deux fois la *durée_max_avant_réponse*) détermine la longueur du champ d'information de la trame *demande_jeton* à émettre. Après chaque trame *demande_jeton*, la valeur de la variable *nombre_passes_demande* est incrémentée d'une unité;

nombre_passes_contention: entier compris entre 0 et *nombre_max_passes*. Sert comme indice pour TS afin de sélectionner deux bits de l'adresse de la station. Le complément à un des bits sélectionnés (multiplié par *durée_max_avant_réponse*) détermine la durée pendant laquelle la station reste à l'état *demande_d'entrée* après avoir reçu une trame *résolution_contention*. Si aucune autre trame n'est entendue avant la fin de la *temporisation_contention*, la station émet une trame *désignation_successeur* au détenteur du jeton, incrémente la valeur de *nombre_de_passes_de_contention*, passe à l'état *demande_d'entrée* et attend le jeton ou une autre trame *résolution_contention*;

Lowest_address is used for a second purpose unrelated to token passing. If the token-holding station fails, another station has to recover the token. The *bus_idle_timer* is a "watchdog" timer. If no frames are heard by a station for an interval greater than this timer, the claim token process is started.

In an effort to minimize interference during the claiming process, one station is selected to use a shorter *bus_idle_timer* value than the other stations. This station recovers all lost token failures, except ones it causes. The station with *lowest_address* true is always unique, so it is assigned this role;

just_had_token: a Boolean variable set true when the station passes the token and set false if the station hears a valid frame from another station.

Just_had_token is used to detect duplicate addressing failures on the network. If a station hears a valid frame with a source address equal to its own address and *just_had_token* is false, the station cannot have sent the frame. If such a frame is heard, the MAC sublayer notifies station management of the detection of another station on the network using the same MAC address; the MAC sublayer then enters the offline state;

heard: a three-state variable used in the *await_response* state. The states are:

nothing: the station has heard nothing (except its own transmissions) since beginning the resolve process,

collision: a noise burst has been heard,

successor: a valid *set_successor* frame has been received. At the end of the resolution period, the station will send the token to the station whose address was in the protocol data unit field of (one of) the valid *set_successor* frame(s);

claim_pass_count: an integer with a range from 0 to *max_pass_count*. Used as an index to TS to select two bits from the station's address. The value of the selected bits (times twice the *slot_time*) determines the length of the information field of the claim token frame to be sent. After each claim_token frame the value of the variable *claim_pass_count* is incremented by one;

contend_pass_count: an integer with a range from 0 to *max_pass_count*. Used as an index to TS to select two bits from the station's address. The one's complement of the selected bits (times the *slot_time*) determines the length of time a station delays in the *demand_in_state* after receiving a *resolve_contention* frame. If no other frames are heard before the *contention_timer* expires, the station sends a *set_successor* frame to the token holder, increments the value of *contend_pass_count*, goes to the *demand_delay* state, and waits for the token or for another *resolve_contention* frame;

retard_contention (cycle): fonction entière qui prend la valeur 0, 1, 2 ou 3. Cette valeur est basée sur le complément à un d'une paire de bits adresse qui sont indiquées par le cycle du classement sur les adresses. Cette valeur est utilisée pour contrôler le nombre de durée_max_avant_réponse pendant lequel la station attend avant d'émettre lorsqu'elle demande à entrer dans l'anneau logique;

nombre_passes_résolution: entier compris entre zéro et nombre_max_passes. Cet entier sert à compter le nombre de passes de résolution de contention effectuées par la station qui détient le jeton. Si le compteur parvient à la valeur nombre_max_passes, le processus de résolution est abandonné et le jeton est passé au successeur de la station;

valeur_entre_sollicitations: entier compris entre 0 et 255. Cet entier détermine le moment auquel la station doit ouvrir une fenêtre de réponse. Avant de passer le jeton, la valeur de valeur_entre_sollicitations est vérifiée. Si cette valeur est égale à zéro, un nouveau successeur est sollicité en ouvrant une fenêtre de réponse. Si cette valeur est différente de zéro, le compteur est décrémenté et le jeton est passé. Lorsque quelque chose est perçu pendant les fenêtres de réponse qui interviennent après la trame sollicitation_successeur, la valeur du compteur est mise à zéro afin d'être à nouveau à zéro la prochaine fois que la station recevra et passera le jeton. Ainsi la réception d'une trame désignation_successeur pendant une fenêtre de réponse a pour effet que la station ouvre à nouveau la fenêtre de réponse avant le prochain passage du jeton;

répétitions_restantes: entier compris entre zéro et nombre_max_répétitions. Cet entier sert à compter le nombre de répétitions à l'expiration de la temporisation d'une trame demande_avec_réponse;

suppression_FCS: variable Booléenne utilisée par la machine ACM pour indiquer que la trame en cours devrait être émise sans que la machine d'émission ajoute une séquence FCS;

nombre_défauts_émetteur: entier compris entre 0 et 7. Il permet de déduire que l'émetteur de la station est probablement tombé en panne et, de là, que les émissions de la station ne peuvent pas être perçues correctement par les autres stations du réseau.

La valeur de nombre_défauts_émetteur est incrémentée chaque fois que la station parvient à la fin du processus de contention du jeton ou lorsqu'elle ne parvient pas à passer le jeton à un successeur. Aucune de ces deux anomalies ne se produit en fonctionnement normal. La valeur de nombre_défauts_émetteur est remise à zéro si la station réussit le processus de contention de jeton ou si elle réussit à passer le jeton puisque cet événement signifie qu'une autre station a pu entendre correctement une émission provenant de celle-ci.

Si la valeur de nombre_défauts_émetteur est incrémentée jusqu'à nombre_max_défauts_émetteur, la station signale un émetteur_défectueux à l'administration de station et passe à l'état déconnecté. La valeur de nombre_max_défauts_émetteur est mise au maximum (7) pour permettre une impasse occasionnelle du séquençement de procédure qui serait provoquée par le bruit. Si la station ne parvient pas à entrer dans l'anneau ou à passer le jeton (si elle est déjà dans l'anneau

contention_delay (cycle): an integer function which returns the value 0, 1, 2 or 3. This value is based upon the one's complement of a pair of address bits which are indicated by the cycle in the address sort. The value is used to control the number of slot_times the station delays before transmitting when demanding entry to the logical ring;

resolution_pass_count: an integer with a range from 0 to max_pass_count. Used to count the number of resolve contention passes the token-holding station makes. If the counter reaches the value of max_pass_count, the resolution process is abandoned and the token passed to the station's successor;

inter_solicit_count: an integer in the range of 0 to 255. Determines when a station has to open a response window. Before passing the token, the value of inter_solicit_count is checked. If the value is zero, a new successor is solicited by opening a response window. If the value is not zero, the counter is decremented and the token is passed. Whenever anything is heard during the response windows following the solicit_successor frame, the counter value is set to zero so that it will again be zero when the station next receives and passes the token. Thus receipt of a set_successor frame during a response window causes the station to re-open the response window before that next token pass;

remaining_retries: an integer in the range 0 to maximum_retry_limit. Used to control the number of retransmissions upon timeout of a request_with_response frame;

suppress_FCS: a Boolean variable used within the ACM to indicate that the current frame should be transmitted without having the transmitter state machine append an FCS;

transmitter_fault_count: an integer in the range of 0 to 7. Used to infer that the station's transmitter has probably failed and thus that the station's transmissions cannot be heard correctly by other stations on the network.

The value of transmitter_fault_count is incremented each time the station sequences to the end of the token contention process or fails to pass the token to any successor. Neither of these failures occurs during normal operation. The value of transmitter_fault_count is reset to zero if the station either wins the demand_in token contention process or successfully passes the token, since such an event indicates that another station correctly heard a transmission from the station.

If the value of transmitter_fault_count is incremented to max_transmitter_fault_count, the station reports a faulty_transmitter to station management and enters the offline state. The value of max_transmitter_fault_count is set to a maximum of 7, allowing for an occasional protocol sequencing impasse due to noise. If the station cannot enter the ring or pass the token (if already in the logical ring) seven times

logique) sept fois de suite, on en déduit que quelque chose est tombé en panne dans la station, probablement dans l'émetteur, et la station se retire donc de l'anneau logique;

première_fois: variable Booléenne qui contrôle le traitement des rafales de bruit à l'état attente_réponse. Cette variable est rendue vraie lors du passage dans cet état. Elle est rendue fausse lorsque la première rafale de bruit est entendue. Si une rafale de bruit est entendue pendant que *première_fois* est à l'état faux, la station repasse à l'état inactif;

état_passage: variable à plusieurs états qui sert à contrôler le fonctionnement des sous-états passage_jeton. L'action qui a lieu dans cet état dépend de la valeur de la variable *état_passage* comme suit (les actions sont listées dans l'ordre dans lequel elles sont réalisées par une station qui sollicite des successeurs et échoue):

Valeur de <i>état_passage</i>	Action
sollicitation_successeur	Envoi d'une trame sollicitation_successeur. Passage à l'état attente_réponse.
passage_jeton	Envoi du jeton au successeur. Passage à l'état contrôle_passage_jeton.
répétition passage_jeton	Même action que pour le sous-état passage_jeton.
qui_suit_?	Envoi d'une trame qui_suit_?. Passage à l'état attente_réponse.
répétition qui_suit_?	Même action que pour le sous-état qui_suit_?.
sollicitation_générale	Envoi d'une trame sollicitation_successeur_2 avec DA = TS, pour ouvrir deux fenêtres de réponse qui couvrent toutes les autres stations. Passage à l'état attente_réponse.
échec_total	Mettre <i>seule_station_active</i> à l'état vrai et se repasser silencieusement le jeton à soi-même (si la station a encore des données à envoyer) ou passer à l'état inactif. La station n'émet pas à nouveau sauf si elle a des données à envoyer ou si elle entend une trame correcte provenant d'une autre station.

in a row, the inference made is that something has failed in the station, probably in the transmitter, and so the station removes itself from the logical ring;

first_time: a Boolean variable that controls processing of noise bursts in the *await_response* state. Set true upon entry to the state. Set false when the first noise burst is heard. If a noise burst is heard when *first_time* is false, the station returns to the idle state;

pass_state: a multistate variable used to control the operation of the *pass_token* substates. The action taken in the state depends on the value of the variable *pass_state* as follows (the actions are listed in the order taken by a station soliciting successors and failing:

<i>Pass_state value</i>	<i>Action</i>
<i>solicit_successor</i>	Send <i>solicit_successor</i> frame. Enter <i>await_response</i> state.
<i>pass_token</i>	Send token to successor. Enter <i>check_token_pass</i> state.
repeat <i>pass_token</i>	Same action as <i>pass_token</i> substate.
<i>who_follows?</i>	Send <i>who_follows?</i> frame. Enter <i>await_response</i> state.
repeat <i>who_follows?</i>	Same action as <i>who_follows?</i> substate.
<i>solicit_any</i>	Send <i>solicit_successor_2</i> frame with DA = TS, opening 2 response windows that span all other stations. Enter <i>await_response</i> state.
<i>total_failure</i>	Set <i>sole_active_station</i> true and either silently pass the token back to itself (if the station has more data to send) or enter the idle state. This station will not transmit again unless it has data to send or it hears a valid frame from another station.

5C.2 Description formelle de la machine de commande d'accès (ACM)

La machine de commande d'accès est définie de façon formelle dans la référence 3 de l'annexe 0(A).

5C.2.1 Liste des mots ACM réservés

La liste suivante énumère les mots réservés qui sont utilisés dans les tableaux de transition d'états ACM de MAC de la référence 3 de l'annexe 0(A). Cette liste contient seulement les mots des parties SORTIE CONDITION et ACTION EXECUTÉE de ces tableaux; les mots correspondant à ETAT COURANT, ETAT SUIVANT, les noms de transition et les commentaires (chaînes commençant par --) ont été exclus:

classe_d'accès	temporisation_de_contention
émission_en_attente	temporisation_de_contention.expirée
temporisation_bus_inactif	démarrage.temporisation_de_contention
temporisation_bus_inactif.expirée	DA
démarrage_temporisation_bus_inactif	unité_de_données
bus_silencieux	destination
cdu	adresse_dupliquée
demande_unité_de_données	émetteur défectueux
nombre_de_passes_demande	FCS
temporisation_de_demande	suppression_FCS
temporisation_de_demande.expirée	première_fois
démarrage.temporisation_de_demande	contrôle_de_trame
demande_jeton	extraction_trame_file_d'attente
collision	entendu
nombre_passes_contention	durée_conservation_jeton_H_pri
retard_de_contention	valeur_entre_sollicitations
dans_l'anneau	NS_connu
entrée_anneau_désirée	durée_d'octet
jeton_détenu_juste_avant	état_passage
adresse_la_plus_basse	passage_jeton
classe_d'accès_max	tension_OK
max_bus_inactif	temporisation_passage_jeton.expirée
valeur_max_entre_sollicitations	démarrage.temporisation_passage_jeton
nombre_max_passes	temporisation_rotation_jeton
nombre_max_défauts_émetteur	sous-état_passage_jeton_accompli
MA_FAULT_REPORT.indication	échec_total
MA_INITIALIZE_PROTOCOL.demande	nombre_défauts_émetteur
rafale_bruit	TS
rien	qui_suit_?
NS	temporisation_maintenance_anneau
nombre_max_de_répétitions	répétitions_restantes

5C.2 Access Control Machine (ACM) - Formal Description

The access control machine (ACM) is described formally in Reference 3, Appendix 0(A).

5C.2.1 List of Unique ACM Words

This is a list of unique words appearing in the MAC ACM state transition tables of Reference 3, Appendix 0(A). This list includes only words from the EXIT CONDITION and ACTION TAKEN parts of these tables; CURRENT STATE, transition name, NEXT STATE and comments (strings beginning with --) were excluded.

access_class	contention_timer
any_send_pending	contention_timer_expired
bus_idle_timer	contention_timer.start
bus_idle_timer_expired	DA
bus_idle_timer.start	data_unit
bus_quiet	destination
cdu	duplicate_address
claim_data_unit	faulty_transmitter
claim_pass_count	FCS
claim_timer	FCS_suppression
claim_timer_expired	first_time
claim_timer.start	frame_control
claim_token	get_pending_frame
collision	heard
contend_pass_count	hi_pri_token_hold_time
contention_delay	inter_solicit_count
in_ring	NS_known
in_ring_desired	octet_time
just_had_token	pass_state
lowest_address	pass_token
max_access_class	power_ok
max_bus_idle	token_pass_timer_expired
max_inter_solicit_count	token_pass_timer.start
max_pass_count	token_rotation_timer
max_transmitter_fault_count	token_pass_substate'succ
MA_FAULT_REPORT.indication	total_failure
MA_INITIALIZE_PROTOCOL.request	transmitter_fault_count
noise_burst	TS
nothing	who_follows?
NS	ring_maintenance_timer
maximum_retry_limit	remaining_retries

5D. Formats des trames

Cette section définit les formats requis pour les trames MAC. Elle décrit tous les formats de trames autorisés et la disposition de tous les sous-champs des trames. Dans ce contexte, le terme "trame" désigne les unités_de_données_de_protocole échangées par les entités de sous-couches MAC reçues en provenance de la sous-couche PLC et qui sont contenues dans ces trames MAC.

Noter que certains types de trames échangés avec d'autres types d'entités de commande de liaison (LLC) sont également montrés, afin d'être complet. La présente norme ne spécifie pas les formats et l'utilisation des trames échangées avec des entités LLC.

La présente section décrit les formats et les composants des trames qui sont utilisées par la commande d'accès au support. Les trames d'émission et les séquences d'abandon du niveau MAC sont décrites dans les paragraphes suivants. Le texte examine d'abord les composants des trames et donne ensuite la définition des formats des trames. Toutes les trames émises ou reçues par la sous-couche MAC doivent être conformes au format général suivant:



où:

PREAMBULE = configuration émise pour établir le niveau et l'horloge du modem du récepteur (1 ou plusieurs octets)

SD = délimiteur de début (1 octet)

FC = commande de trame (1 octet)

DA = adresse de destination (2 ou 6 octets)

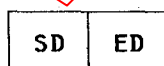
SA = adresse source (2 ou 6 octets)

UNITE_DE_DONNEES = information (0 ou plusieurs octets)

FCS = séquence de contrôle de trame (4 octets)

ED = délimiteur de fin (1 octet)

Le nombre d'octets compris entre SD et ED, ces champs non compris, est au plus égal à 1 023. La séquence d'abandon doit avoir le format suivant.



où:

SD = délimiteur de début (1 octet)

ED = délimiteur de fin (1 octet)

Dans la présente section, les sigles suivants sont utilisés pour désigner les adresses de la station concernée, de son successeur et de son prédécesseur dans l'anneau logique:

TS = adresse de la station

NS = adresse de la station suivante

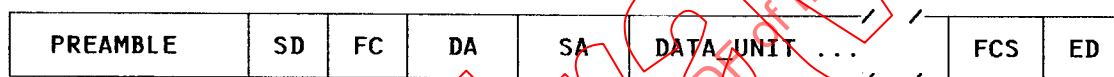
PS = adresse de la station précédente

5D. Frame Formats

This section defines the required MAC frame formats. This includes all allowed frame formats and the arrangement of all frame subfields. The term frame as used here refers to the protocol_data_units exchanged by MAC sublayer entities. The MAC_service_data_units received from the PLC sublayer are contained within these MAC frames.

Note that certain frame types exchanged with an alternate Link Control entity (LLC) are shown for completeness. This standard does not specify the formats or use of frames exchanged with LLC entities.

This section describes the frame components and formats used by medium access control. The MAC level transmit frames and abort sequences are described in the following clauses. First the components of the frames are discussed, followed by the definition of the valid frame formats. All frames sent or received by the MAC sublayer shall conform to the following general format:



where:

PREAMBLE = pattern sent to set receiver's modem clock and level
(1 or more octets)

SD = start delimiter (1 octet)

FC = frame control (1 octet)

DA = destination address (2 or 6 octets)

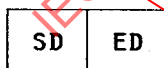
SA = source address (2 or 6 octets)

DATA_UNIT = information (0 or more octets)

FCS = frame check sequence (4 octets)

ED = end delimiter (1 octet)

The number of octets between SD and ED, exclusive, shall be 1 023 or fewer. The abort sequence shall conform to the following format:



where:

SD = start delimiter (1 octet)

ED = end delimiter (1 octet)

Within this section the following acronyms are used for the addresses of the station under discussion, its successor and its predecessor in the logical ring:

TS = this station's address

NS = next station's address

PS = previous station's address

5D.1 Composants des trames

Cet article décrit les composants des trames qui sont illustrés en détail sur le schéma précédent.

5D.1.1 Préambule

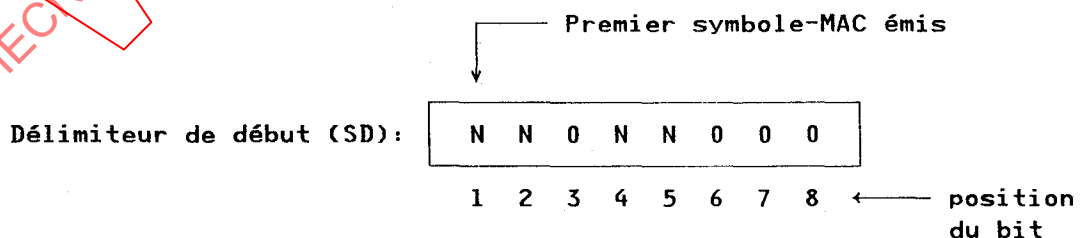
La configuration de préambule précède chaque trame émise. Le préambule est émis par MAC sous forme d'un nombre approprié de symboles remplissage_inactif. Le préambule peut être décodé par le récepteur comme des symboles arbitraires apparaissant en dehors des délimiteurs de trame. Le préambule est essentiellement utilisé par le modem récepteur pour acquérir le niveau du signal et le verrouillage de phase en utilisant une configuration connue. La configuration du préambule est choisie pour chaque système de modulation et chaque débit binaire. Pour plus de détails, voir les sections concernant la couche physique.

La deuxième fonction du préambule est de garantir l'existence d'un temps minimal entre ED et SD afin de permettre aux stations de traiter la trame reçue précédemment. La longueur minimale du préambule émis est fonction du débit binaire. La norme exige que la durée du préambule soit au moins égale à 2 μ s, indépendamment du débit binaire, et que l'envoi soit composé d'un nombre entier d'octets. Ainsi, au débit binaire de 1 Mb/s, il faut un octet de préambule pour respecter la règle du nombre entier d'octets. La longueur maximale du préambule est limitée par la commande "anti-soliloque" de la couche physique. De plus, pour les trames demande_jeton, toutes les stations doivent utiliser le nombre minimal d'octets du préambule pour garantir qu'elles ont toutes la longueur uniforme spécifiée.

5D.1.2 Délimiteur de début

La structure de la trame doit toujours commencer par un délimiteur de début qui commence la trame. Le délimiteur de début est composé de configurations de signaux qui sont toujours reconnaissables par rapport aux données.

Le codage du délimiteur de début est le suivant (voir la partie 8 pour les représentations du codage des symboles tels qu'ils apparaissent sur le support):



où:

N = symbole-MAC *non_données*
 0 = symbole-MAC *zéro*

5D.1 Frame Components

This clause describes the frame components which are shown in the previous illustrations in greater detail.

5D.1.1 Preamble

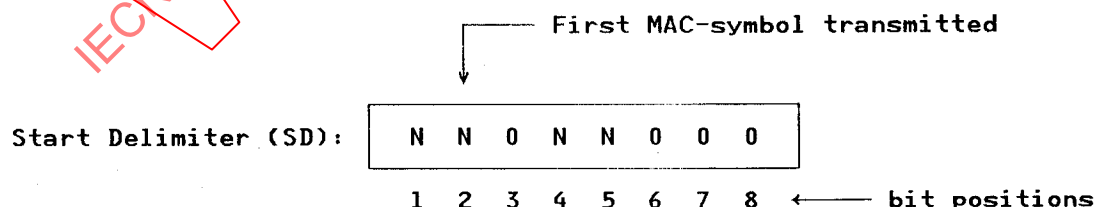
The preamble pattern precedes every transmitted frame. Preamble is sent by MAC as an appropriate number of `pad_idle` symbols. Preamble may be decoded by the receiver as arbitrary data symbols that occur outside frame delimiters. Preamble is primarily used by the receiving modem to acquire signal level and phase lock by using a known pattern. The preamble pattern is chosen for each modulation scheme and data rate for this purpose. Consult the sections on the physical layer for details.

A secondary purpose for the preamble is to guarantee a minimum ED to SD time period to allow stations to process the frame previously received. The minimum amount of preamble transmitted is a function of the data rate. This standard requires that the duration of the preamble shall be at least 2 μ s, regardless of data rate, and that an integer number of octets shall be sent. At a data rate of 1 Mb/s, one octet of preamble is required to meet the integer number of octets requirement. The maximum amount of preamble is constrained by the "jabber" control in the physical layer. Additionally, for claim token frames, all stations shall use the minimum number of preamble octets to ensure that all frames are of uniform specified length.

5D.1.2 Start Delimiter

The frame structure requires a start delimiter, which begins the frame. The start delimiter consists of signalling patterns that are always distinguishable from data.

The start delimiter is coded as follows (see Part 8 for representations of the symbol coding as present on the medium):



where:

N = *non_data* MAC-symbol

0 = *zero* MAC-symbol

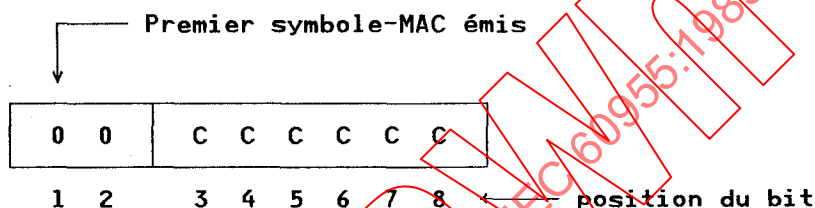
5D.1.3 Champ de commande de trame

L'octet de commande de trame (FC) détermine la classe de la trame qui est émise, parmi les catégories générales suivantes:

- 1) Commande MAC.
- 2) Données LLC.
- 3) Données d'administration de station.
- 4) Données PLC.

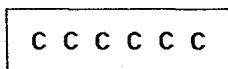
Les formats des trames de chacune de ces catégories sont illustrés ci-dessous.

5D.1.3.1 Trame_de_commande_MAC



où:

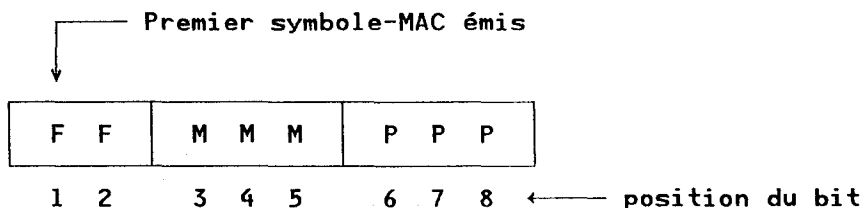
CCCCCC = type de la trame commande_MAC comme suit:



3 4 5 6 7 8 ← position du bit

0 0 0 0 0 0 demande jeton
 0 0 0 0 0 1 sollicitation_successeur_1 (suivi d'une fenêtre de réponse)
 0 0 0 0 1 0 sollicitation_successeur_2 (suivi de deux fenêtres de réponse)
 0 0 0 0 1 1 qui_suit_? (suivi de trois fenêtres de réponse)
 0 0 0 1 0 0 résolution_contention (suivi de quatre fenêtres de réponse)
 0 0 1 0 0 0 jeton
 0 0 1 1 0 0 désignation_successeur

5D.1.3.2 Trame_de_données



où:

F F = type de trame:

(1 2 ← position du bit)

0 1 = trame_de_données_LLC
 1 0 = trame_de_données_administration_de_station
 1 1 = trame_de_données_PLC

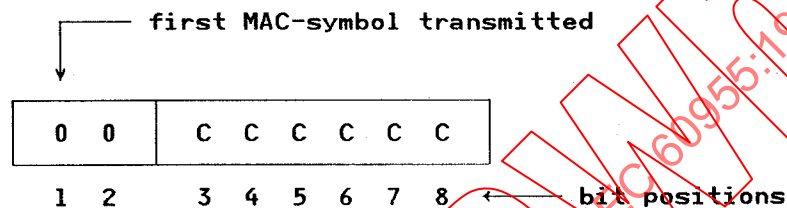
5D.1.3 Frame Control Field

The frame control octet (FC) determines what class of frame is being sent among the following general categories:

- 1) MAC control.
- 2) LLC data.
- 3) Station management data.
- 4) PLC data.

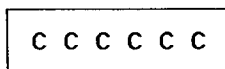
The frame formats for each of these categories are illustrated below:

5D.1.3.1 MAC_control_frame



where:

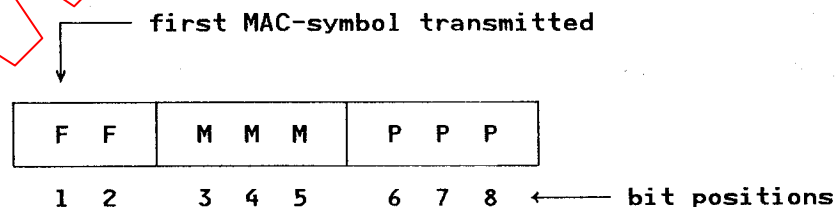
CCCCCC = type of MAC_control_frame as follows



3 4 5 6 7 8 ← bit positions

0 0 0 0 0 0	Claim_token	
0 0 0 0 0 1	Solicit_successor_1	(has 1 response window)
0 0 0 0 1 0	Solicit_successor_2	(has 2 response windows)
0 0 0 0 1 1	Who_follows?	(has 3 response windows)
0 0 0 1 0 0	resolve_contention	(has 4 response windows)
0 0 1 0 0 0	Token	
0 0 1 1 0 0	Set_successor	

5D.1.3.2 Data frames



where:

F F = Frame_type:

(1 2 ← bit positions)

0 1	= LLC_data_frame
1 0	= Station_management_data_frame
1 1	= PLC_data_frame

MMM = classe_de_confirmation_MAC:

(3 4 5 ← position du bit)

0 0 0 = demande_sans_réponse

0 0 1 = demande_avec_réponse

0 1 0 = réponse

PPP = priorité:

(6 7 8 ← position du bit)

1 1 X = priorité la plus haute

1 0 X = seconde priorité (par ordre de priorité décroissant)

0 1 X = troisième priorité (par ordre de priorité décroissant)

0 0 X = priorité la plus basse

↑ bit de plus faible poids de la classe de priorité

La valeur X n'a pas de signification pour MAC mais peut contenir des informations ayant une signification pour les couches supérieures.

D'autres configurations binaires de l'octet de commande de trame sont réservés pour étude ultérieure. L'action d'une station qui reçoit une valeur FC non définie dans cette norme n'est pas spécifiée.

5D.1.4 Champs d'adresses

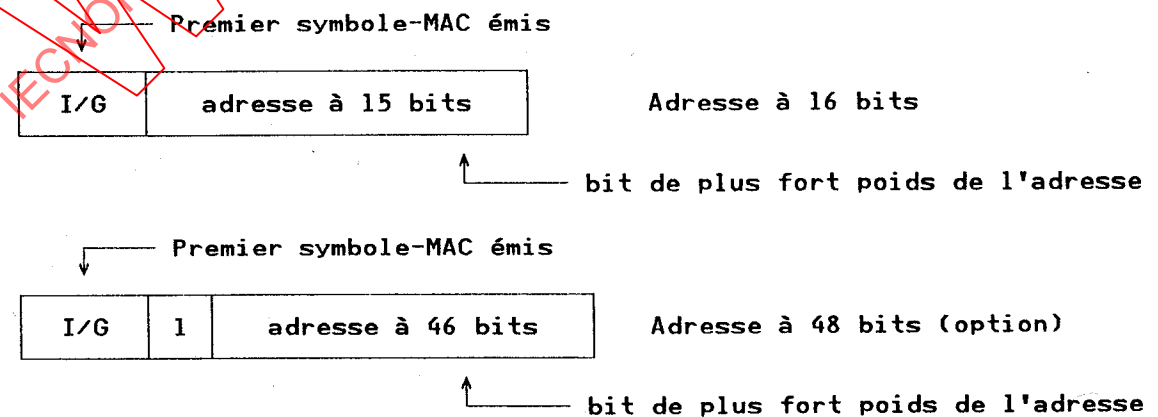
Chaque trame contient deux champs d'adresses: le champ adresse de destination et le champ adresse source, dans cet ordre. Les adresses ont une longueur de 16 ou optionnellement de 48 bits.

Note.- l'annexe 5(B) montre des exemples d'affectations d'adresses individuelles PROWAY.

5D.1.4.1 Composition du champ adresse de destination

La figure suivante illustre les représentations possibles des adresses de destination:

5D.1.4.1.1 Forme générique de l'adresse



où:

I/G = bit de désignation adresse individuelle/adresse de groupe

MMM = MAC-confirmation_class:

(3 4 5 ← bit positions)

0 0 0 = Request_with_no_response

0 0 1 = Request_with_response

0 1 0 = Response

PPP = priority:

(6 7 8 ← bit positions)

1 1 X = highest priority

1 0 X = second highest priority

0 1 X = third highest priority

0 0 X = lowest priority

↑ least significant bit of priority class

where the value of X has no significance to MAC but may contain information of significance to higher layers.

Other bit patterns in the frame control octet are reserved for future study. The action of a station upon receiving an FC value not defined in this standard is not specified.

5D.1.4 Address Fields

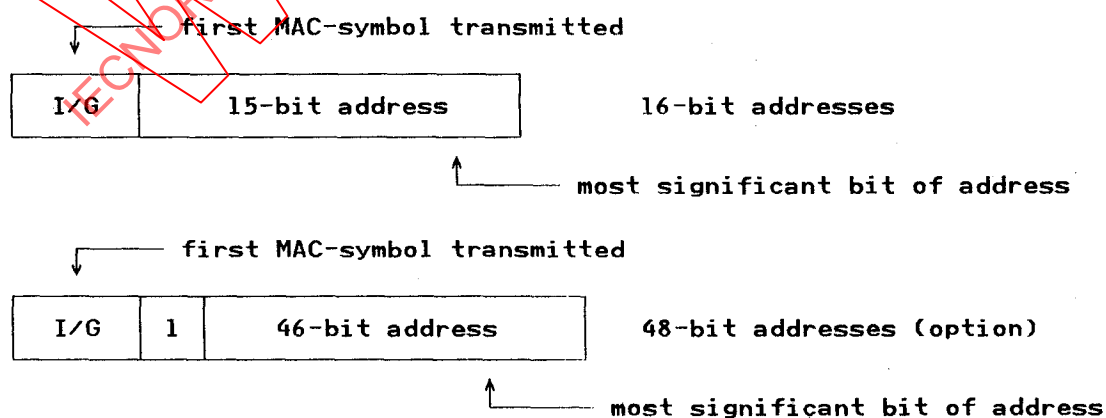
Each frame shall contain two address fields: the destination address field and the source address field, in that order. Addresses shall be 16 bits or optionally 48 bits in length.

Note.— Appendix 5(B) shows examples of individual PROWAY address assignments.

5D.1.4.1 Destination Address Field Composition

The following illustration shows the possible representations of destination addresses.

5D.1.4.1.1 Generic Address Form



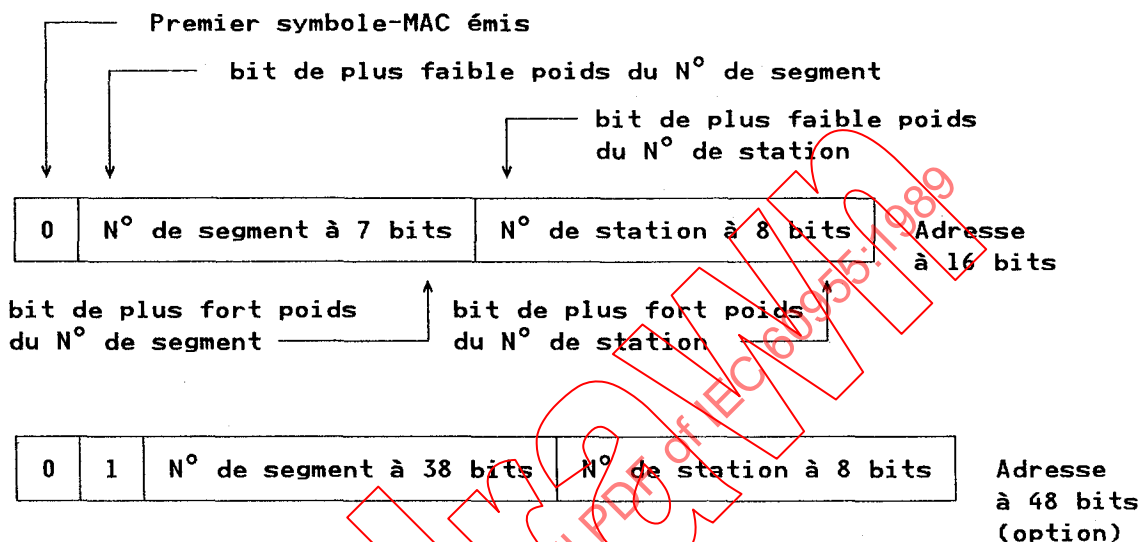
where:

I/G = Individual/Group address indication bit

Le premier symbole-MAC de l'adresse de destination qui est émis (bit I/G) permet de distinguer adresses individuelles et adresses de groupe:

0 = adresse individuelle
1 = adresse de groupe.

5D.1.4.1.2 Adresses individuelles des stations PROWAY

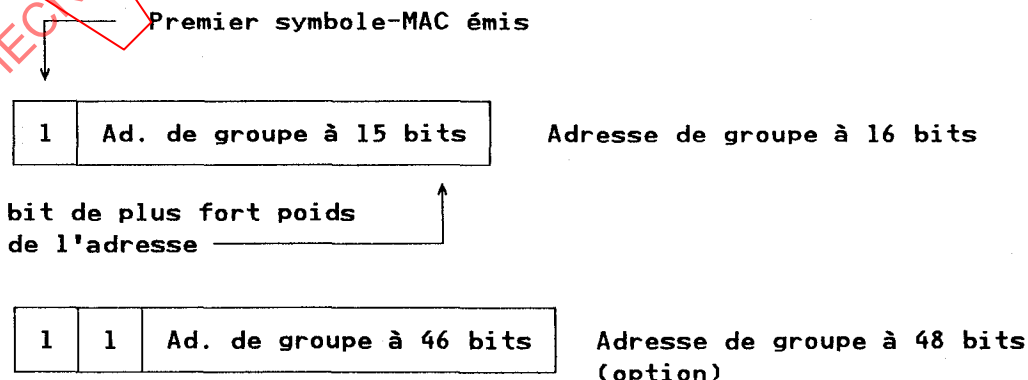


Le N° de station identifie une station unique sur un sous-réseau (bus de données). Le N° de station peut être utilisé pour la maintenance de la liste des stations actives.

Le plus petit N° de station individuelle autorisé est 0, le plus grand 255. Le plus petit N° de segment autorisé est 0, le plus grand 127 pour les adresses à 16 bits et $2^{38}-1$ pour les adresses à 48 bits.

Le N° de segment identifie, dans un réseau local, le sous-réseau particulier auquel est rattachée la station (voir annexe 5(A)). Lorsque un réseau local ne contient pas de sous-réseaux, il est recommandé de mettre ce N° de segment à zéro.

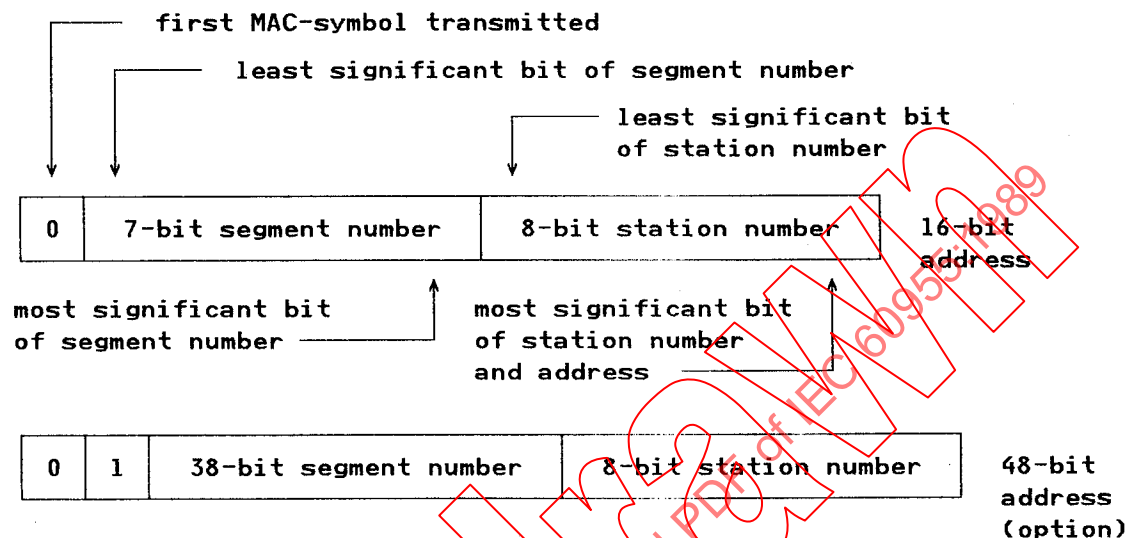
5D.1.4.1.3 Adresses de groupe



The first MAC-symbol of the destination address transmitted (the I/G bit) distinguishes individual addresses from group addresses:

0 = individual address
1 = group address

5D.1.4.1.2 Individual PROWAY Station Addresses

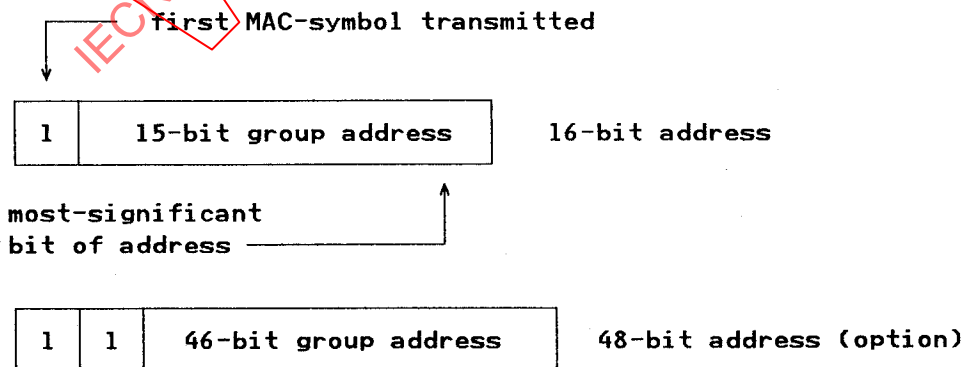


Station number identifies a unique station within a subnetwork, i.e., Data Highway. Station number may be used for maintenance of the active_station_list.

The lowest allowed individual station number is 0, and the highest is 255. The lowest allowed segment number is 0, and the highest is 127 for 16-bit addresses and $2^{38} - 1$ for 48-bit addresses.

Segment number identifies the particular subnetwork within a LAN on which this station resides (see Appendix 5(A)). When a LAN contains no subnetworks, it is recommended that segment number = 0.

5D.1.4.1.3 Group Addresses



5D.1.4.2 Adresses

5D.1.4.2.1 Adresses individuelles

Une adresse individuelle identifie une station particulière du réseau local et doit être distincte de toute autre adresse de station individuelle du même réseau local. Elle se compose du numéro d'identification de station affecté à la station par l'autorité d'administration locale, précédé par un bit I/G à zéro, un "1" pour les adresses à 48 bits, et un numéro de segment affecté par l'autorité d'administration locale.

5D.1.4.2.2 Adresses de groupe

Une adresse de groupe permet d'adresser une trame à plusieurs stations de destination. Les adresses de groupe peuvent être associées à zéro, une ou plusieurs stations d'un réseau local donné. En particulier, une adresse de groupe est une adresse associée conventionnellement à un groupe de stations liées logiquement.

Une adresse de groupe ne doit pas être utilisée dans une trame demande_avec_réponse.

Des affectations recommandées pour les adresses de groupe dans les réseaux PROWAY sont à l'étude.

5D.1.4.2.3 *Adresse de diffusion*: L'adresse de groupe composée uniquement de un (c'est-à-dire 16 ou 48 un respectivement pour l'adressage à 2 ou 6 octets) constitue une adresse de diffusion désignant l'ensemble de toutes les stations du réseau local donné.

Une adresse de diffusion ne doit pas être utilisée dans une trame demande_avec_réponse.

Note. - Pour certains des types de trame utilisés par les procédures à jeton MAC, le contenu du champ adresse de destination est indifférent. Dans ces cas, l'adresse de la station d'origine ou n'importe quelle autre adresse de forme correcte peut être mise dans ce champ.

5D.1.4.3 Champ adresse source

L'adresse source identifie la station qui émet la trame; elle a le même format et la même longueur que l'adresse de destination d'une trame donnée, sauf que le bit adresse individuelle/adresse de groupe doit être mis à zéro (sa signification lorsqu'il est à un fera l'objet d'une étude ultérieure).

5D.1.4.4 Interprétation numérique des adresses

Stricto sensu, les adresses sont des chaînes binaires qui jouent le rôle d'identificateurs pour les stations ou les groupes. En ce qui concerne la comparaison des adresses MAC dans la sous-couche MAC du bus à jeton, telle qu'elle est utilisée pour le classement de l'anneau logique et telle qu'elle est exprimée dans la description formelle de la machine de commande d'accès de la section 5C, chaque chaîne binaire d'adresse_MAC est interprétée comme si elle était une valeur entière sans signe émise en commençant par le bit de plus faible poids, et donc comme si le dernier bit émis était le bit de plus fort poids.

5D.1.4.2 *Addresses*

5D.1.4.2.1 *Individual Addresses*

An individual address identifies a particular station on the LAN and shall be distinct from all other individual station addresses on the same LAN. It consists of the identifying station number assigned to that station by the local administrative authority, preceded by an I/G bit = 0, a "1" for 48-bit addresses, and a segment number assigned by the local administrative authority.

5D.1.4.2.2 *Group Addresses*

A group address is used to address a frame to multiple destination stations. Group addresses may be associated with zero, one, or more stations on a given LAN. In particular, a group address is an address associated by convention with a group of logically related stations.

A group address shall not be used in a request_with_response data frame.

Recommended assignments of group addresses in PROWAY networks are for future study.

5D.1.4.2.3 *Broadcast Addresses*: the group address consisting of all ones (that is, 16 ones for 16-bit addressing or 48 ones for 48-bit addressing, respectively) shall constitute the broadcast address, denoting the set of all stations on the given LAN.

A broadcast address shall not be used in a request_with_response data frame.

Note.- For some of the frame types used by the token bus MAC procedures, the contents of the destination address field is irrelevant. In such cases, the originating station's own address or any other properly formed address can be sent in this field.

5D.1.4.3 *Source Address Field*

The source address identifies the station originating the frame and has the same format and length as the destination address in a given frame, except that the individual/group bit shall be set to 0; the significance of this bit being set to 1 is a subject for future study.

5D.1.4.4 *Numerical Interpretation of Addresses*

Strictly speaking, addresses are bit strings which serve as unique station identifiers or group identifiers. For the purpose of the MAC address comparison within the token bus MAC sublayer, as used in ordering the logical ring and as expressed in the formal access control machine of Section 5C, each MAC address bit string is interpreted as if it were an unsigned integer value sent least significant bit first, and thus as if the last bit transmitted had the highest numeric significance.

En outre, les bits de l'adresse sont utilisés pour déterminer les retards dans le processus de contention et les longueurs des émissions dans le processus de demande de jeton. Ces processus commencent par les bits les plus significatifs de l'adresse, à raison de deux bits à la fois. Ainsi, l'ordre de traitement interne est inversé par rapport à l'ordre d'émission en série sur le support.

5D.1.5 Champ unité de données MAC

Selon la configuration binaire spécifiée dans l'octet de commande de la trame, le champ unité de données MAC peut contenir un des éléments suivants:

- 1) Une unité de données de protocole PLC telle que spécifiée dans la partie 3, qui est utilisée pour échanger des informations PLC entre des entités PLC.
- 2) Une unité de données de protocole LLC qui est utilisée pour échanger des informations LLC entre des entités LLC. La présente norme ne spécifie pas le détail des échanges entre entités LLC.
- 3) Une trame de données d'administration MAC qui est utilisée pour échanger des informations d'administration MAC entre des entités d'administration MAC.
- 4) Une valeur spécifique à une des trames de commande MAC.

Chaque octet du champ unité de données MAC doit être émis en commençant par le bit de plus faible poids.

La possibilité d'échanger des unités de données PLC en utilisant le type unité de données LLC est à l'étude.

5D.1.6 Séquence de contrôle de trame (FCS)

La séquence FCS est une séquence de contrôle de trame à 32 bits, basée sur le polynôme générateur standard suivant du 32^{me} degré:

$$X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

La séquence FCS est le complément à un de la somme (modulo 2) du

- 1) Reste de

$$X^K * (X^{31} + X^{30} + X^{29} + \dots + X^2 + X + 1)$$

divisé (modulo 2) par le polynôme générateur standard à 32 bits où K est le nombre de bits des champs de commande de trame, d'adresse (SA et DA) et unité_de_données MAC et

- 2) du reste de la division (modulo 2) du produit de X^{32} par le contenu des champs de commande de trame, d'adresse (SA et DA) et d'unité_de_données MAC, par le polynôme générateur standard. L'émission de la séquence FCS commence par le coefficient du terme du plus haut degré.

Additionally, the address bits are used in determining delays in the contention process and transmission lengths in the token claiming process. These processes start with the most significant address bits using two bits at a time. Thus the internal processing order is reversed from the serial transmission order on the medium.

5D.1.5 MAC Data Unit Field

Depending on the bit pattern specified in the frame's frame control octet, the MAC data unit field can contain either:

- 1) A PLC protocol data unit, as specified in Part 3, which is used to exchange PLC information between PLC entities.
- 2) An LLC protocol data unit which is used to exchange LLC information between LLC entities. This standard does not specify the details of exchanges between LLC entities.
- 3) A MAC management data frame which is used to exchange MAC management information between MAC management entities.
- 4) A value specific to one of the MAC control frames.

Each octet of the MAC data unit field shall be transmitted with the low-order bit first.

The question of exchanging PLC data units using the LLC data unit type is for further study.

5D.1.6 Frame Check Sequence (FCS) Field

The FCS is a 32-bit frame checking sequence, based upon the following standard generator polynomial of degree 32:

$$X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

The FCS is the one's complement of the sum (modulo 2) of:

- 1) The remainder of

$$X^K * (X^{31} + X^{30} + X^{29} + \dots + X^2 + X + 1)$$

divided (modulo 2) by the standard 32-bit generating polynomial, where K is the number of bits in the Frame Control, address (SA and DA), and MAC data_unit fields, and

- 2) The remainder of the division (modulo 2) by the standard generating polynomial of the product of X^{32} by the content of the frame control, address (SA and DA), and MAC data_unit fields. The FCS is transmitted commencing with the coefficient of the highest degree term.

Dans une réalisation typique, au niveau de l'émetteur, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste de la division est rempli de "un" et est ensuite modifié lors de la division des champs de commande de trame, d'adresse et d'information par le polynôme générateur (comme indiqué ci-dessus). Le complément à un du reste résultant est émis en tant que séquence FCS à 32 bits.

Au niveau du récepteur, le contenu initial du registre du dispositif qui calcule le reste est également rempli de "un" initialement. Les bits protégés entrant en série et la séquence FCS donnent, après la division par le polynôme générateur, et en l'absence d'erreurs de transmission, un reste unique différent de zéro. La valeur unique du reste de la séquence FCS à 32 bits est le polynôme:

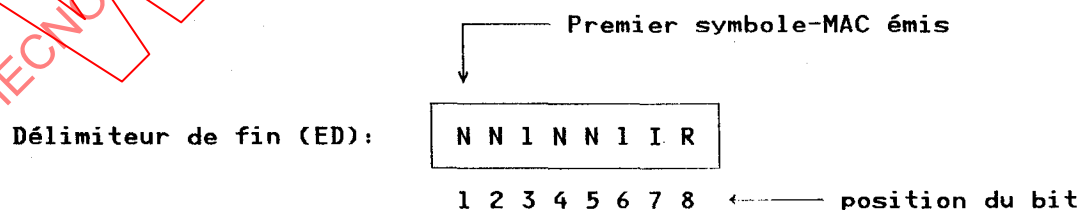
$$X^{31} + X^{30} + X^{26} + X^{25} + X^{24} + X^{18} + X^{15} + X^{14} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X + 1$$

Note.- Pour tester la génération des séquences FCS et la logique de contrôle d'une station, une réalisation devrait comporter un moyen de mettre hors service le circuit de génération des séquences FCS et d'entrer une séquence FCS provenant d'une source externe. Une autre fonctionnalité désirable pour les essais est la possibilité de passer aux niveaux plus élevés du protocole des trames présentant des erreurs de séquence FCS, accompagnées de la valeur FCS reçue et d'une indication d'erreur.

5D.1.7 Délimiteur de fin

La structure de la trame doit comporter un délimiteur de fin (ED) qui termine la trame et détermine la position de la séquence de contrôle de trame. Les données qui sont situées entre SD et ED doivent être composées d'un nombre entier d'octets. Tous les bits qui sont situés entre le délimiteur de début et le délimiteur de fin sont pris en compte par la séquence de contrôle de trame.

Le délimiteur de fin est composé de configurations de signaux qui peuvent toujours être distinguées des données. Le délimiteur de fin contient également des bits d'information qui ne font pas l'objet d'un contrôle d'erreur. Le codage du délimiteur de fin ED est le suivant:



où:

N = symbole-MAC *non_données*

1 = symbole-MAC *un*

R = bit *réserve* et mis à zéro. Les stations non-PROWAY peuvent mettre ce bit à *un* si elles détectent une erreur dans la trame

I = bit intermédiaire

As a typical implementation, at the transmitter, the initial content of the register of the device computing the remainder of the division is preset to all ones and is then modified during division of the frame format, address and information fields by the generator polynomial (as described above). The one's complement of the resulting remainder is transmitted as the 32-bit FCS sequence.

At the receiver, the initial content of the register of the device computing the remainder is preset to all ones. The serial incoming protected bits and the FCS, when divided by the generator polynomial, results, in the absence of transmission errors, in a unique non-zero remainder value. The unique remainder value for the 32-bit FCS is the polynomial:

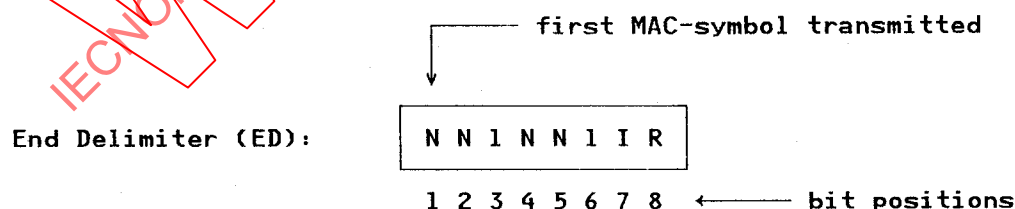
$$X^{31} + X^{30} + X^{26} + X^{25} + X^{24} + X^{18} + X^{15} + X^{14} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X + 1$$

Note.— In order to test the FCS generation and checking logic in a station, an implementation should provide a means of bypassing the FCS generation circuitry and providing an FCS from an external source. The ability to pass frames that have FCS errors along with the received FCS value and an error indication to higher levels of the protocol is another desirable testability feature.

5D.1.7 End Delimiter

The frame structure requires an end delimiter (ED), which ends the frame and determines the position of the frame check sequence. The data between the SD and the ED has to be an integral number of octets. All bits between the start and end delimiters are covered by the frame check sequence.

The end delimiter consists of signalling patterns that are always distinguishable from data. The end delimiter also contains bits of information that are not error checked. The end delimiter is coded as follows:



where:

N = *non_data* MAC-symbol

1 = *one* MAC-symbol

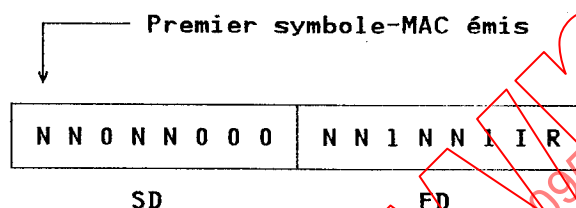
R = *reserved* and set = 0. Non-PROWAY stations may set this bit equal to *one* if they detect an error in this frame

I = *intermediate* bit

Le septième symbole-MAC ED est appelé bit *intermédiaire*. S'il est égal à *un*, il indique que d'autres émissions provenant de la station vont avoir lieu. S'il est à *zéro*, il indique que c'est la dernière trame émise par la station, et ED est suivi par du silence. Le bit I est à *zéro* pour les trames demande_avec_réponse et réponse.

5D.1.8 Séquence d'abandon

Cette configuration provoque la terminaison prématurée de la transmission d'une trame. La séquence d'abandon est émise par une station qui ne souhaite pas continuer à émettre une trame qu'elle a déjà commencé.



où:

- N = symbole-MAC *non-données*
- 0 = symbole-MAC *zéro*
- 1 = symbole-MAC *un*
- R = *réservé*
- I = *intermédiaire*

5D.2 Enumération des types de trames

Cet article montre comment les composants des trames sont organisés en différents types de trames émis par la sous-couche MAC. La partie 3 examine les trames et la terminologie utilisée ci-dessous.

5D.2.1 Formats des trames de commande MAC

Les trames suivantes sont émises et reçues par la sous-couche MAC et elles ne sont pas passées aux couches plus hautes.

5D.2.1.1 Demande_jeton

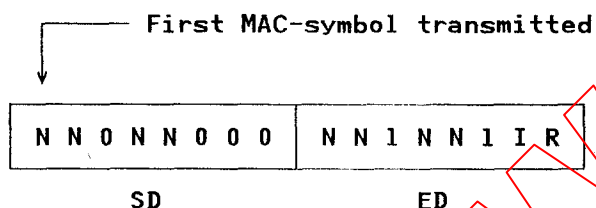
La trame a une unité_de_données dont la valeur est arbitraire et dont la longueur en octets (entre les adresses et la séquence FCS, bornes exclues) est égale à 0, 2, 4 ou 6 fois la durée de la durée_max_avant_réponse du système qui est aussi mesurée en octets.

PREAMBULE	SD	00000000	DA	SA	valeur arbitraire, longueur = (0, 2, 4, 6) durée_max_avant_réponse en octets	FCS	ED

The seventh ED MAC-symbol is called the *intermediate* bit. If *one*, it indicates that more transmissions from the station follow. If *zero*, it indicates that this is the last frame transmitted by the station and silence follows the ED. The *I* bit will be *zero* for *request_with_response* and *response* frames.

5D.1.8 Abort Sequence

This pattern prematurely terminates the transmission of a frame. The abort sequence is sent by a station that does not wish to continue to send a frame it has already begun.



where:

- N = *non_data* MAC-symbol
- 0 = *zero* MAC-symbol
- 1 = *one* MAC-symbol
- R = *reserved*
- I = *intermediate*

5D.2 Enumeration of Frame Types

This clause shows how the components of the frames are arranged in the various frame types transmitted by the MAC sublayer. Part 3 discusses the frames and terminology used here.

5D.2.1 MAC Control Frame Formats

The following frames are sent and received by the MAC sublayer and are not passed to higher layers.

5D.2.1.1 Claim_token

The frame has a *data_unit* whose value is arbitrary and whose length in octets (between addresses and FCS exclusive) is 0, 2, 4, or 6 times the system's *slot_time* also measured in octets.

PREAMBLE	SD	00000000	DA	SA	arbitrary value length = (0, 2, 4, 6) slot_time octets	FCS	ED

5D.2.1.2 Sollicitation_successeur_1

La trame a un champ DA égal au contenu du registre NS de la station et a une unité_de_données nulle. Cette trame est toujours suivie d'une fenêtre de réponse.

PREAMBULE	SD	00000001	DA	SA	FCS	ED	

une fenêtre
de réponse

5D.2.1.3 Sollicitation_successeur_2

La trame a un champ DA égal au contenu du registre NS ou TS de la station et d'une unité_de_données nulle. Cette trame est toujours suivie de deux fenêtres de réponse.

PREAMBULE	SD	00000010	DA	SA	FCS	ED		

deux fenêtres
de réponse

5D.2.1.4 Qui_suit_?

La trame a une unité_de_données égale à la valeur du registre NS de la station. Le format et la longueur de l'unité_de_données sont les mêmes que ceux d'une adresse source. Cette trame est toujours suivie de trois fenêtres de réponse (ainsi, les récepteurs disposent de deux durée_max_avant_réponse supplémentaires pour faire une comparaison avec une adresse autre que TS).

PREAMBULE	SD	00000011	DA	SA	val. NS	FCS	ED			

trois fenêtres
de réponse

5D.2.1.5 Résolution_contention

La trame a une unité_de_données nulle. Cette trame est toujours suivie de quatre fenêtres de réponse.

PREAMBULE	SD	00000100	DA	SA	FCS	ED				

quatre fenêtres
de réponse

5D.2.1.6 Jeton

La trame a un champ DA égal au contenu du registre NS de la station et a une unité_de_données nulle.

PREAMBULE	SD	00001000	DA	SA	FCS	ED

5D.2.1.2 *Solicit_successor_1*

The frame has a DA equal to the contents of the station's NS register and a null data_unit. One response window always follows this frame.

PREAMBLE	SD	00000001	DA	SA	FCS	ED	

one response
window

5D.2.1.3 *Solicit_successor_2*

The frame has DA equal to the contents of the station's NS or TS register and a null data_unit. Two response windows always follow this frame.

PREAMBLE	SD	00000010	DA	SA	FCS	ED		

two response
windows

5D.2.1.4 *Who_follows?*

The frame has a data_unit equal to the value of the station's NS register. The format and length of the data_unit are the same as a source address. Three response windows always follow this frame. (This gives receivers two extra slot times to make a comparison with an address other than TS.)

PREAMBLE	SD	00000011	DA	SA	value NS	FCS	ED			

three response
windows

5D.2.1.5 *Resolve_contention*

The frame has a null data_unit. Four response windows always follow this frame.

PREAMBLE	SD	00000100	DA	SA	FCS	ED				

four response
windows

5D.2.1.6 *Token*

The frame has DA equal to the contents of the station's NS register, and has a null data_unit.

PREAMBLE	SD	00001000	DA	SA	FCS	ED

5D.2.1.7 Désignation_successeur

La trame a un champ DA égal au champ SA de la dernière trame reçue et une unité_de_données égale à la valeur du registre NS ou TS de la station. Le format et la longueur de l'unité_de_données sont les mêmes que ceux d'une adresse source.

PREAMBULE	SD	00001100	DA	SA	nouvelle valeur NS	FCS	ED

5D.2.2 Format des trames de données

Les trames de données ont un champ DA et une unité_de_données spécifiées par l'entité de commande de liaison ou l'entité d'administration de station (comme indiqué par le champ FF). Les trames de données valables présentant une unité_de_données non nulle seront passées à l'entité commande de liaison ou à l'entité d'administration de la station réceptrice (comme indiqué par le champ FF) par l'entité MAC destinataire.

Il y a trois types possibles de trames de données.

5D.2.2.1 Trame de données demande_sans_réponse

Pour une trame de données demande_sans_réponse, l'entité MAC destinataire ne répond pas immédiatement à la trame.

PREAMBULE	SD	FF000PPP	DA	SA	unité_de_données	FCS	ED

5D.2.2.2 Trame de données demande_avec_réponse

Pour une trame de données demande_avec_réponse, l'entité MAC destinataire (répondeuse) passe l'unité_de_données à l'entité PLC destinataire. Cette entité renvoie immédiatement une unité_de_données en réponse à l'entité MAC destinataire, et celle-ci envoie immédiatement la trame de réponse correspondante.

Une adresse de groupe ou une adresse de diffusion ne doit pas être utilisée par une station dans une trame demande_avec_réponse.

De manière conceptuelle, une trame demande_avec_réponse délègue au destinataire le droit d'émettre une trame unique adressée au possesseur du jeton.

PREAMBULE	SD	FF001PPP	DA	SA	unité_de_données	FCS	ED

5D.2.1.7 *Set_successor*

The frame has DA equal to the SA of the last frame received, and data_unit equal to the value of the station's NS or TS register. The format and length of the data_unit are the same as that of a source address.

PREAMBLE	SD	00001100	DA	SA	new value of NS	FCS	ED

5D.2.2 *Data Frame Formats*

Data frames have a DA and data_unit specified by the source station's link control or station management entity (as indicated by the FF field). Valid data frames with non-null data_units are delivered to the destination link control or station management entity specified by the FF field, by the destination MAC entity.

There are three possible types of data frames.

5D.2.2.1 *Request_with_no_Response Data Frame*

For a request_with_no_response data frame the destination MAC entity does not respond immediately to the frame.

PREAMBLE	SD	FF000PPP	DA	SA	Data_unit	FCS	ED

5D.2.2.2 *Request_with_Response Data Frame*

For a request_with_response data frame, the destination (responding) MAC entity passes the data_unit to the destination PLC entity. The destination PLC entity immediately returns a response data_unit to the destination MAC entity, and the destination MAC entity immediately sends the corresponding response frame.

A station shall not send a request_with_response frame using a group or broadcast destination address.

Conceptually a request_with_response frame delegates to the recipient the right to transmit a single frame addressed to the token holder.

PREAMBLE	SD	FF001PPP	DA	SA	Data_unit	FCS	ED

5D.2.2.3 Trame de données réponse

Une trame de réponse est envoyée par la station répondeuse à la station d'origine (demandeuse) sur réception d'une trame demande_avec_réponse en provenance de cette station.

Sur réception par la station demandeuse de la trame de données avec réponse, l'entité MAC d'origine passe l'unité_de_données de la trame de réponse à l'entité PLC d'origine.

PREAMBULE	SD	FF010PPP	DA	SA	unité_de_données	FCS	ED

5D.2.3 Trames invalides

Une trame invalide est définie comme une trame qui répond à au moins une des cinq conditions suivantes:

- 1) Elle est identifiée comme telle par la couche physique (elle contient par exemple des symboles *non_données* ou *signal_incorrect*).
- 2) Elle ne contient pas un nombre entier d'octets.
- 3) Elle ne se compose pas d'un délimiteur de début, suivi d'un champ de contrôle de trame, de deux adresses correctement constituées, d'un champ *unité_de_données* d'une longueur appropriée (dépendant de la configuration de bits spécifiée dans le champ de contrôle de trame), d'un champ FCS et d'un délimiteur de fin, dans cet ordre.
- 4) Le calcul de la FCS, effectué sur les octets compris entre le SD et le ED, donne un résultat qui ne correspond pas au reste spécifié en 5D.1.6.
- 5) Il est recommandé que les réalisations traitent les trames comportant le bit intermédiaire du délimiteur de fin à zéro comme des trames invalides, à moins que ce délimiteur de fin ne soit suivi par au moins deux *durée_symbole-MAC* de silence.

Noter que le bit intermédiaire est égal à zéro pour les trames *demande_avec_réponse* et *réponse*.

Les réalisations peuvent également considérer comme invalide toute trame répondant à l'une au moins des conditions additionnelles suivantes:

- a) le champ de contrôle de trame contient une configuration de bits non définie;
- b) le bit réservé du délimiteur de fin est à un. Cela peut indiquer qu'une station non-PROWAY a détecté une erreur.

Les trames invalides doivent être traitées comme du bruit. La connaissance de leur existence, en tant que rafales de bruit, peut avoir un intérêt en certains points des éléments de procédure du bus à jeton.

5D.2.2.3 Response Data Frame

A response data frame is sent by a responding station to the originating (requesting) station upon receipt of a request_with_response frame from the requesting station.

Upon receipt of the response data frame at the requesting station, the originating MAC entity passes the data_unit of the response frame to the originating PLC entity.

PREAMBLE	SD	FF010PPP	DA	SA	Data_unit	FCS	ED

5D.2.3 Invalid Frames

An invalid frame is defined as one which meets at least one of the following five conditions:

- 1) It is identified as such by the Physical layer (for example, it contains *non_data* or *bad_signal* symbols).
- 2) It is not an integral number of octets in length.
- 3) It does not consist of a start delimiter, one frame control field, two properly formed address fields, one data_unit field of appropriate length (dependent on the bit pattern specified in the frame control field), one FCS field, and an end delimiter, in that order.
- 4) The FCS computation, when applied to all octets between the SD and the ED, fails to yield the unique remainder specified in 5D.1.6.
- 5) It is recommended that implementations treat a frame with the intermediate bit of the end delimiter equal to zero as an invalid frame unless the ED is followed by at least two MAC-symbol_times of silence.

Note that the intermediate bit equals zero for all request_with_response and response frames.

Implementations may also treat a frame meeting any of the following additional conditions as an invalid frame:

- a) the frame control field contains an undefined bit pattern;
- b) the Reserved bit within the End Delimiter of the frame is asserted. This may indicate that a non-PROWAY station has detected an error.

Invalid frames shall be treated as noise. Their existence, as noise bursts, is relevant at some points in the token bus elements of procedure.

ANNEXE 5(A)

EXEMPLE DE REALISATION DE PROWAY A 10^6 BITS/S

La section 5C autorise les paramètres de la méthode de commande d'accès dans les diverses réalisations à varier dans une certaine gamme de valeurs. La présente annexe donne un ensemble de valeurs qui satisfont aux spécifications de temps d'accès données dans la Partie 1:

retard_station_MAC = 2 durées_d'octet

retard_station_PLG = 2 durées_d'octet

durée_conservation_jeton_H_pri = 64 durées_d'octet

durée_max_rotation_ca_4 = 6 000 durées_d'octet

durée_max_rotation_ca_2 = 4 000 durées_d'octet

durée_max_rotation_ca_0 = 2 000 durées_d'octet

temporisation_max_maintenance_anneau = 25 000 durées_d'octet

nombre_max_de_répétitions = 4

retard_voie_de_transmission = 10 μ s

valeur_max_entre_sollicitations = 255

préambule typique émis = 1 ou 2 durées_d'octet

valeur_init_temporisation_maintenance_anneau = 0

taille_max.L_pdu pour les SSAP qui utilisent la classe_d'accès 6 = ≤ 16 octets

longueur_adresse = 16 bits

débit_binaire = 10^6 bits/s.

APPENDIX 5(A)

AN EXAMPLE PROWAY IMPLEMENTATION AT 10^6 BITS/S

Section 5C allows for ranges of parameter values in implementations of token bus media Access Control methods. This appendix gives one set of values which meet the access time specifications of Part 1:

MAC_station_delay = 2 octet_times

PLC_station_delay = 2 octet_times

hi_pri_token_hold_time = 64 octet_times

max_AC_4_rotation_time = 6 000 octet_times

max_AC_2_rotation_time = 4 000 octet_times

max_AC_0_rotation_time = 2 000 octet_times

maximum_ring_maintenance_timer = 25 000 octet_times

maximum_retry_limit = 4

transmission_path_delay = 10 μ s

max_inter_solicit_count = 255

typical_preamble_transmitted = 1 or 2 octet_times

ring_maintenance_timer_initial_value = zero

maximum_L_pdu_size for SSAP's which use access_class = $6 \leq 16$ octets

address_length = 16 bits

data_rate = 10^6 bits/s

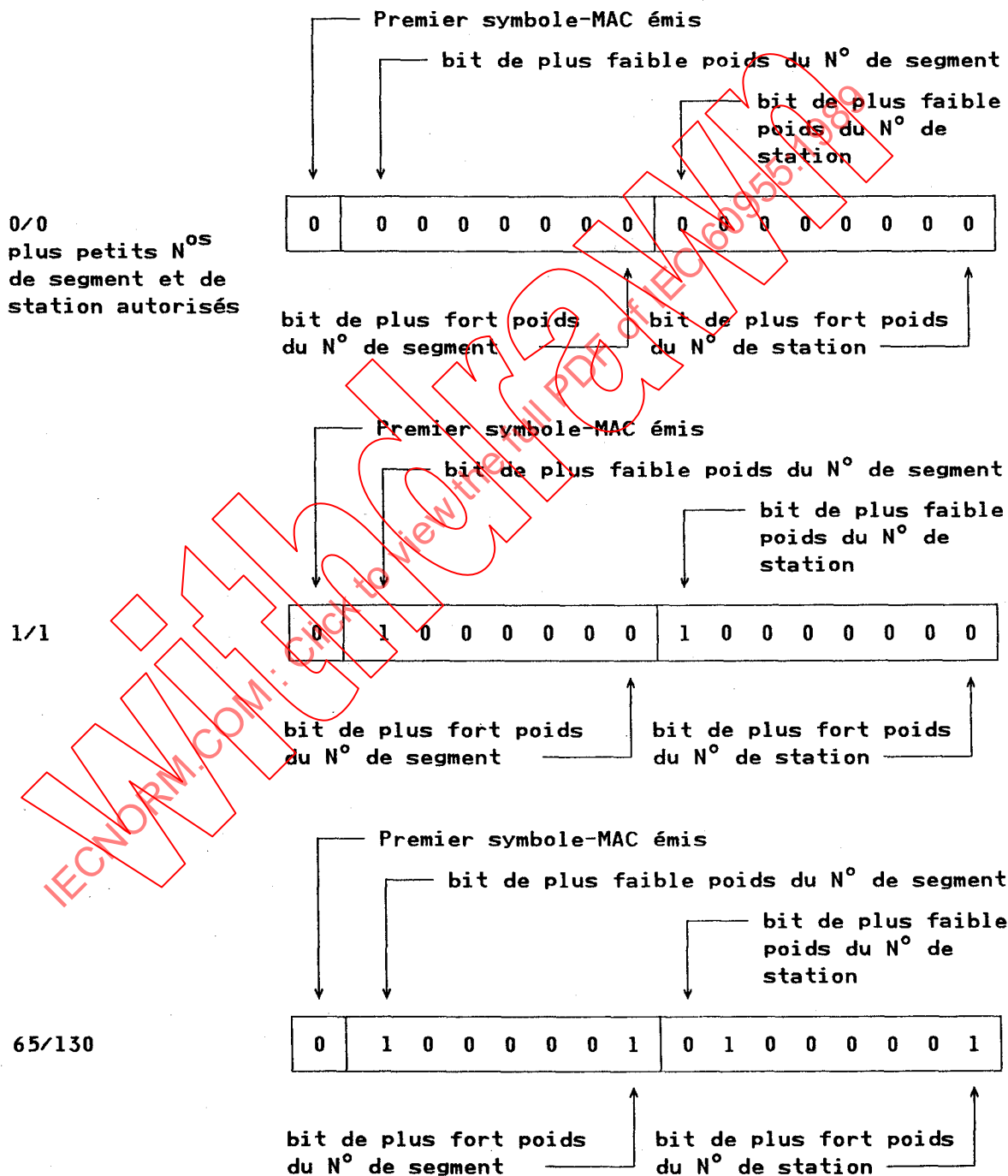
ANNEXE 5(B)

EXEMPLE D'ADRESSES INDIVIDUELLES DE STATIONS PROWAY

La présente annexe montre des exemples de codage des adresses à 16 bits des stations d'un réseau_local_PROWAY. Il ne s'agit pas d'une prescription obligatoire de la présente norme.

N° de segment/
N° de station

Code d'adresse



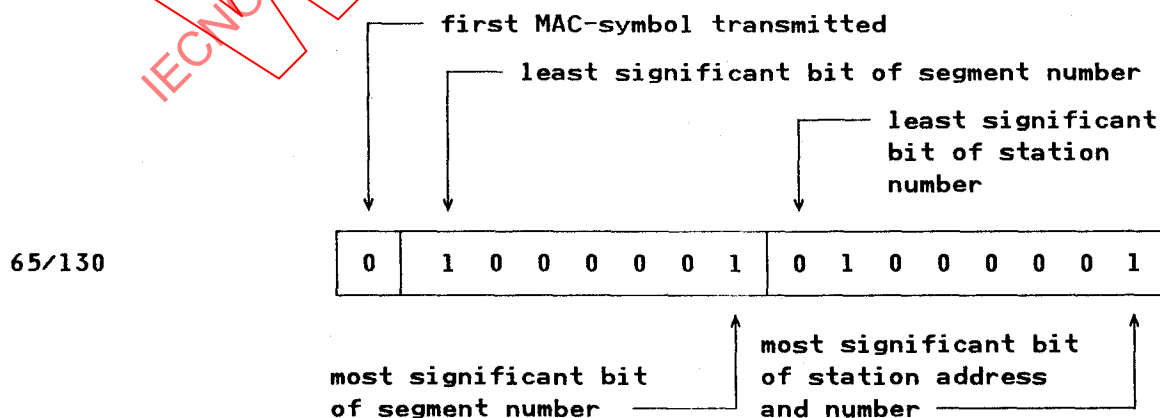
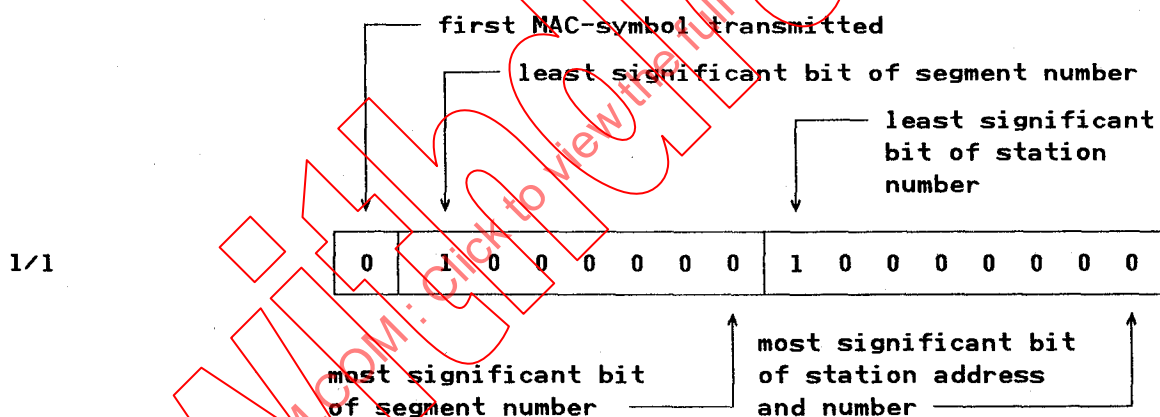
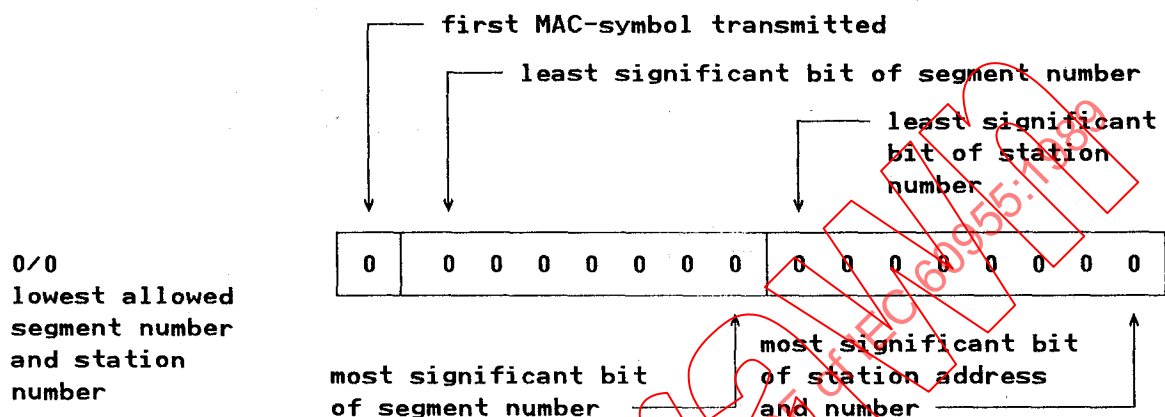
APPENDIX 5(B)

EXAMPLES OF INDIVIDUAL PROWAY STATION ADDRESSES

This appendix illustrates the coding of 16-bit station addresses in PROWAY_LAN. It is not a mandatory requirement of this standard.

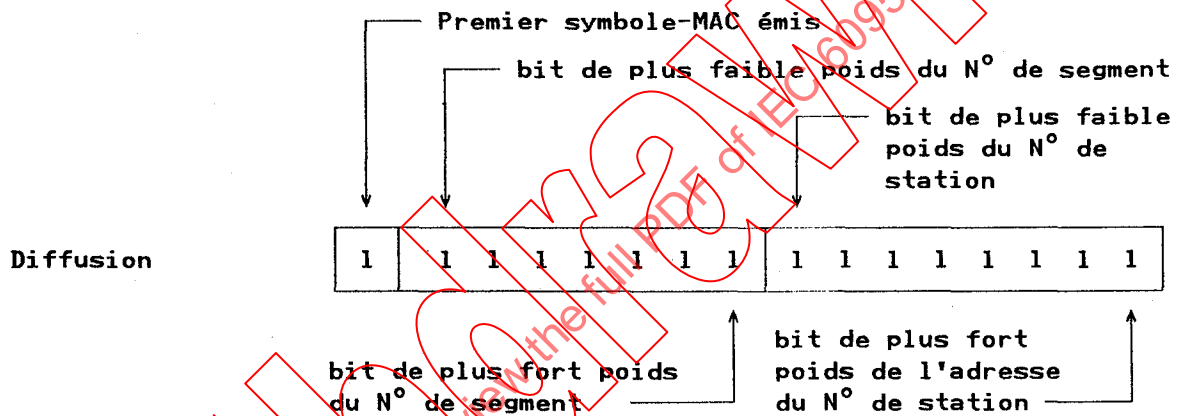
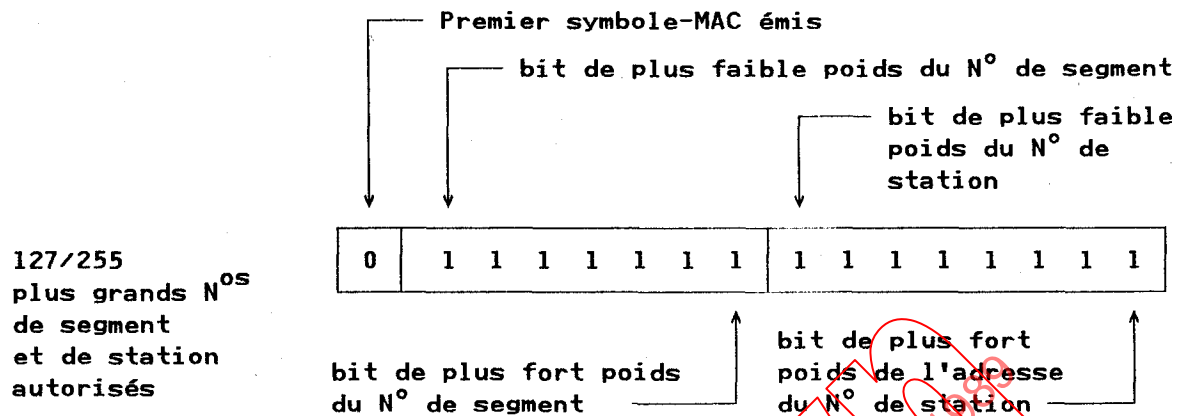
Segment No./
Station No.

Address Coding



N° de segment/
N° de station

Code d'adresse

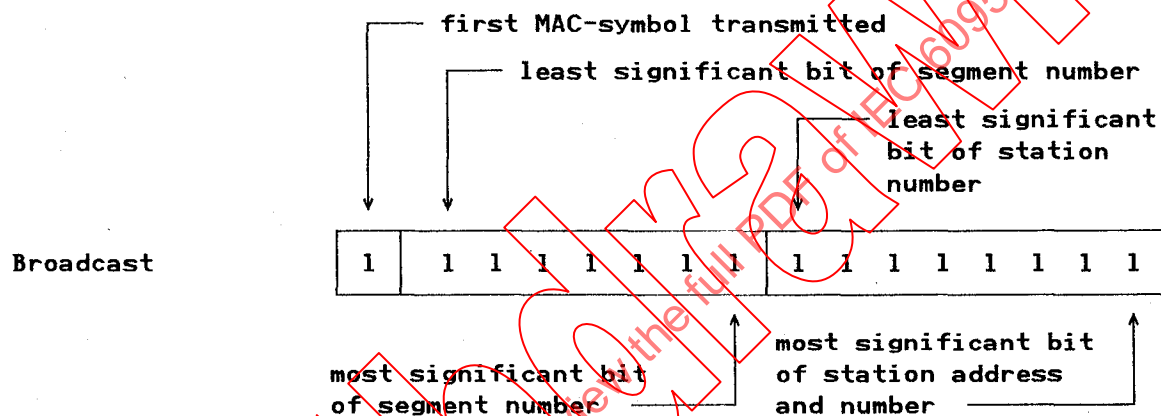
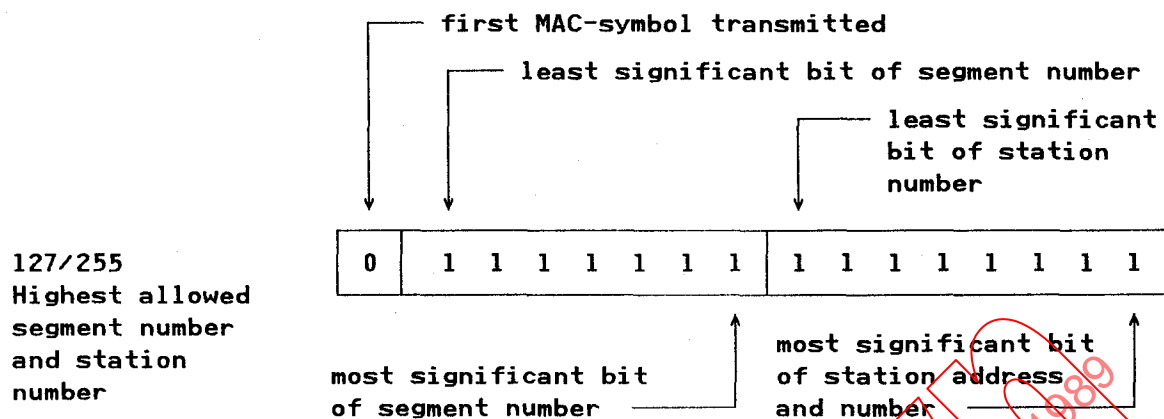


Une représentation sous forme d'un entier d'une adresse de station peut être calculée au moyen de la formule suivante (pour des adresses à 16 bits):

$$\text{adresse\_de\_station} = 2 * (\text{N}^\circ\_de\_segment) + 256 * (\text{N}^\circ\_de\_station)$$

Segment No./
Station No.

Address Coding



An integer representation of a station's address can be calculated using the following formula for 16-bit addresses:

$$\text{station\_address} = 2 * (\text{segment\_number}) + 256 * (\text{station\_number}).$$

PARTIE 6: SPECIFICATION DE L'INTERFACE MAC-PHYSIQUE

Cette partie spécifie l'interface entre les sous-couches MAC et physique.

La section 6A spécifie de manière abstraite les services à l'interface MAC-Physique. Cette section est obligatoire pour tous les systèmes PROWAY.

La section 6B spécifie la réalisation de l'interface MAC-Physique. Elle s'applique uniquement aux stations dans lesquelles les couches MAC et physique sont réalisées sous forme de deux parties matériellement séparées.

La relation de la présente partie avec les autres parties de cette norme et avec les spécifications de réseaux locaux sont illustrées en figure 6-1.

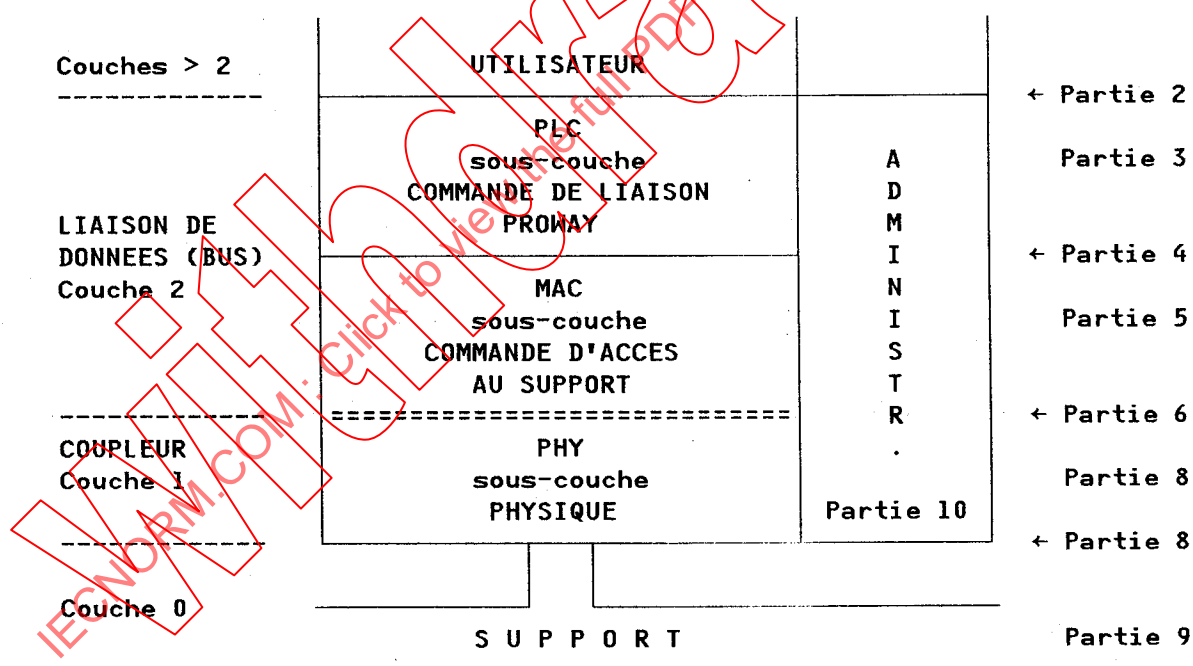


Fig. 6-1. - Relations avec le modèle de RL.

PART 6: MAC-PHYSICAL LAYER INTERFACE SPECIFICATION

This part specifies the interface between the MAC sublayer and the Physical layer.

Section 6A specifies the services at MAC-Physical interface in an abstract way. Section 6A is mandatory for all PROWAY Systems.

Section 6B specifies the implementation of MAC-Physical interface. Section 6B applies only to those stations in which MAC and Physical layers are embodied in two separate pieces of equipment.

The relationship of this part to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 6-1.

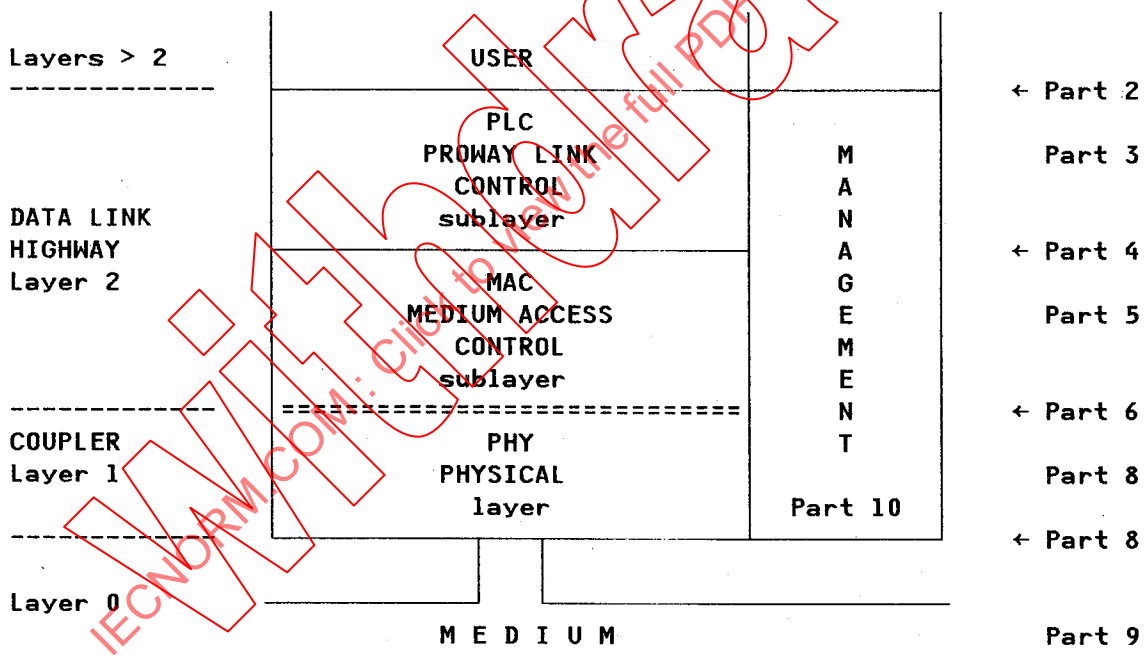


Fig. 6-1. - Relationship to LAN Model.

6A. Spécification des services à l'interface entre les couches MAC et physique

6A.1 *Objet et domaine d'application*

Cette section spécifie les services fournis à la sous-couche MAC par la couche physique des stations conformes à la présente norme. Elle spécifie ces services d'une manière abstraite. Elle ne spécifie ni ne restreint les entités et interfaces mises en oeuvre au sein d'un système informatique.

6A.2 *Vue d'ensemble des services de la couche physique*

6A.2.1 *Description générale des services fournis par la couche PHY*

Les paragraphes suivants décrivent d'une manière informelle les services fournis par la couche physique. Ces services assurent l'émission et la réception des symboles-MAC, chacun d'eux ayant une durée d'un symbole-MAC. Ensemble ils fournissent les moyens par lesquels des entités MAC coopérant entre elles peuvent coordonner leurs émissions et échanger des informations via un support de transmission partagé.

6A.2.2 *Modèle utilisé pour la spécification des services*

Voir référence 1 en annexe 0(A).

6A.2.3 *Vue d'ensemble des interactions*

Les primitives associées avec l'émission et la réception sont PHY_DATA.demande et PHY_DATA.indication.

La primitive PHY_DATA.demande est passée à la couche physique pour demander qu'un symbole soit envoyé sur le support de transmission du réseau local. Une seule de ces demandes est acceptée par durée_symbole-MAC.

La primitive PHY_DATA.indication est passée par la couche physique pour indiquer la réception d'un symbole-MAC en provenance du support.

6A.2.4 *Services de base et options*

Tous les services PHY_DATA sont requis dans toutes les réalisations, et les deux primitives PHY_DATA sont obligatoires.

6A.3 *Spécifications détaillées des interactions avec l'entité couche physique*

Cette section décrit en détail les primitives et paramètres associés avec les services de la couche physique. Remarque que les paramètres sont spécifiés de façon abstraite. Les paramètres précisent les informations qui doivent être mises à la disposition de l'entité réceptrice (couche MAC ou physique). Une réalisation spécifique n'est pas limitée au niveau de la méthode permettant de rendre ces informations disponibles.

6A. MAC-Physical Layer Interface Service Specification

6A.1 *Scope and Field of Application*

This section specifies the services provided to the MAC sublayer by the Physical layer of all stations conforming to this standard. It specifies these services in an abstract way. It does not specify or constrain the implementation entities and interfaces within a computer system.

6A.2 *Overview of the Physical Layer Service*

6A.2.1 *General Description of Services Provided by the PHY Layer*

These paragraphs describe informally the services provided by the Physical layer. These services provide for the transmission and reception of MAC-symbols, each with a duration of one MAC-symbol_period. Jointly, they provide the means by which cooperating MAC entities can coordinate their transmissions and exchange information by way of a shared communications medium.

6A.2.2 *Model Used for the Service Specification*

See Reference 1, Appendix 0(A).

6A.2.3 *Overview of Interactions*

The primitives associated with symbol transmission and reception are PHY_DATA.request and PHY_DATA.indication.

The PHY_DATA.request primitive is passed to the physical layer to request that a symbol be impressed on the local area network's communications medium. Only one such request is accepted per MAC-symbol_period.

The PHY_DATA.indication primitive is passed from the physical layer to indicate the reception of a MAC-symbol from the medium.

6A.2.4 *Basic Services and Options*

All PHY_DATA services are required in all implementations, and both of the PHY_DATA primitives are mandatory.

6A.3 *Detailed Specifications of Interactions with the Physical Layer Entity*

This section describes in detail the primitives and parameters associated with the Physical layer services. Note that the parameters are specified in an abstract sense. The parameters specify the information that has to be available to the receiving (MAC or Physical) layer entity. A specific implementation is not constrained in the method of making this information available.

6A.3.1 Primitive PHY_DATA.demande

6A.3.1.1 Fonction

Cette primitive est la demande de service pour le service MAC de transfert de symbole.

6A.3.1.2 Sémantique

Cette primitive fournit les paramètres suivants :

PHY_DATA.demande (symbole-MAC)

Symbole-MAC ayant l'une des valeurs suivantes:

- a) *zéro* - correspond à un 0 binaire;
- b) *un* - correspond à un 1 binaire (*donnée* est le nom collectif pour un *zéro* ou un *un*);
- c) *non_donnée* - sert comme délimiteur; toujours émis par paire et toujours en octets de la forme:
non_donnée non_donnée donnée non_donnée
non_donnée donnée donnée donnée
- d) *remplissage_inactif* - envoi d'un symbole de préambule/inactif-entre-trames (le préambule est une séquence de *un* et de *zéro* spécifique de l'entité physique);
- e) *silence* - envoi d'un silence pendant la durée d'une *durée_symbole-MAC*. Elle est définie comme l'absence de porteuse.

6A.3.1.3 A la génération

Cette primitive est passée de la sous-couche MAC à la couche physique pour demander que le symbole spécifié soit émis sur le support du réseau local. Cette primitive est transmise à la couche physique pour chaque primitive PHY_DATA.indication que la sous-couche MAC reçoit en provenance de la couche physique. Il doit exister une relation de phase constante dépendante de la réalisation et déterminée par MAC entre une PHY_DATA.indication et la primitive PHY_DATA.demande suivante.

6A.3.1.4 Effet à la réception

La réception de cette primitive a pour effet que la couche physique essaie de coder et d'émettre le symbole en utilisant la méthode de signalisation appropriée au support du réseau local. La couche physique signale son acceptation de la primitive en répondant par une primitive de confirmation définie localement.

6A.3.1.5 Contraintes

Les symboles *remplissage_inactif*, qui sont désignés collectivement par le terme *préambule*, sont émis au début de chaque trame MAC, à la fois pour fournir un signal de réglage pour les récepteurs et pour constituer une séparation minimale non nulle entre trames consécutives. Les contraintes suivantes s'appliquent:

6A.3.1 *PHY_DATA.request*

6A.3.1.1 *Function*

This primitive is the service request primitive for the MAC-symbol transfer service.

6A.3.1.2 *Semantics*

This primitive shall provide parameters as follows:

PHY_DATA.request (MAC-symbol)

MAC-symbol may specify one of:

- a) *zero* - corresponds to a binary 0;
- b) *one* - corresponds to a binary 1 (data is the collective name for *zero* and *one*);
- c) *non_data* - used in delimiters, always sent in pairs, and always in octets with the form:
non_data non_data data non_data non_data data data data
- d) *pad_idle* - send one symbol of preamble/inter-frame-idle (preamble is a physical-entity sequence of *ones* and *zeros*);
- e) *silence* - send silence for a duration of one MAC-symbol-period. It is defined as the absence of carrier.

6A.3.1.3 *When Generated*

This primitive is passed from the MAC sublayer to the Physical layer to request that the specified symbol be transmitted on the local area network medium. This primitive shall be passed to the Physical layer once for each *PHY_DATA.indication* that the MAC sublayer receives from the Physical layer. There shall be an implementation-dependent constant phase relationship, determined by MAC, between a *PHY_DATA.indication* and the next subsequent *PHY_DATA.request*.

6A.3.1.4 *Effect on Receipt*

Receipt of this primitive causes the Physical layer to attempt to encode and transmit the symbol using the signalling appropriate to the local area network medium. The Physical layer signals its acceptance of the primitive by responding with a locally defined confirmation primitive.

6A.3.1.5 *Constraints*

Pad_idle symbols, which are referred to collectively as *preamble*, are transmitted at the start of each MAC frame, both to provide a training signal for receivers and to provide a non-zero minimum separation between consecutive frames. The following constraints apply:

Une station émettrice doit émettre un nombre entier minimal d'octets de *remplissage_inactif* d'une durée de 8 μ s au moins et, après avoir terminé l'émission du dernier octet requis, elle peut (mais ne doit pas nécessairement) émettre d'autres octets de symboles *remplissage_inactif* avant le premier délimiteur de trame.

Les symboles *non_donnée* sont utilisés seulement entre des délimiteurs de trames où ils sont toujours requis par paire. Les séquences de symboles de ces délimiteurs de trames sont: *non_donnée non_donnée donnée non_donnée non_donnée donnée donnée donnée* où chaque symbole *donnée* est soit le symbole *zéro* soit le symbole *un*.

Lorsque des symboles *donnée* sont émis entre des délimiteurs de trames, le nombre de symboles *donnée* émis, non compris les symboles *donnée* qui sont dans les séquences à huit symboles des délimiteurs de trames, sont toujours un multiple de huit. (En d'autres termes, seuls des octets complets de symboles de données peuvent être émis entre des délimiteurs de trames.) Lorsque des symboles *remplissage_inactif* sont émis entre des délimiteurs de trames, le nombre de symboles *remplissage_inactif* émis est toujours un multiple de huit. Les octets des symboles *remplissage_inactif* et les octets des symboles *donnée* sont toujours séparés par des octets de délimiteurs de trames ou par une séquence de symboles *silence* ou par les deux. (En d'autres termes, il est interdit de mélanger les octets *remplissage_inactif* et les octets *donnée*.)

L'instabilité affectant les relations de phase constantes (dépendant de la réalisation) et existant entre les primitives *PHY_DATA.indication* et *PHY_DATA.demande* consécutives ne doit pas dépasser 2%.

6A.3.1.6 Autres commentaires

La confirmation de cette demande est sujette à une contrainte temporelle et ne peut être transmise qu'une fois seulement par *durée_symbole-MAC* émis. En conséquence, cette demande sera répétée une seule fois par *durée_symbole-MAC* émis.

6A.3.2 Primitive *PHY_DATA.indication*

6A.3.2.1 Fonction

Cette primitive est la primitive d'indication du service de transfert de symboles.

6A.3.2.2 Sémantique

Cette primitive fournit les paramètres suivants:

PHY_DATA.indication (*symbole-MAC*)

Symbole-MAC ayant l'une des valeurs suivantes:

a) <i>zéro</i>	-	correspond à un 0 binaire;
b) <i>un</i>	-	correspond à un 1 binaire;
c) <i>non_donnée</i>	-	sert comme délimiteur, toujours émis par paire;

An originating station shall transmit a minimum number of octet multiples of *pad_idle* such that their duration is at least 8 μ s, and after completing transmission of the last required octet, it may (but need not) transmit more octets of *pad_idle* symbols before the first frame delimiter.

Non_data symbols shall be used only within frame delimiters, where they shall always be requested in pairs. The symbol sequences of those frame delimiters shall be: *non_data non_data data non_data non_data data data* where each data symbol is either the symbol zero or the symbol one.

When *data* symbols are transmitted between frame delimiters, the number of *data* symbols transmitted, not including those data symbols within the eight-symbol frame delimiter sequences, shall always be a multiple of eight. (That is, only complete octets of data symbols may be transmitted between frame delimiters.) When *pad_idle* symbols are transmitted between frame delimiters, the number of *pad_idle* symbols transmitted shall always be a multiple of eight. Octets of *pad_idle* symbols and octets of data symbols shall always be separated by frame delimiter octets, or a sequence of *silence* symbols, or both. (That is, *pad_idle* octets and *data* octets cannot be intermixed.)

The jitter in the implementation-dependent constant phase relationship between consecutive PHY_DATA.indication and PHY_DATA.request primitives shall not be greater than 2%.

6A.3.1.6 Additional Comments

The confirmation of this request is a timed confirmation, which can only be made once per transmitted MAC-symbol_period. Consequently, this request will only be repeated once per transmitted MAC-symbol_period.

6A.3.2 PHY_DATA.indication

6A.3.2.1 Function

This primitive is the service indication primitive for the symbol transfer service.

6A.3.2.2 Semantics

This primitive shall provide parameters as follows:

PHY_DATA.indication (MAC-symbol)

MAC-symbol may specify one of:

a) zero	- corresponds to a binary 0;
b) one	- corresponds to a binary 1;
c) non_data	- used in delimiters, always sent in pairs;

- d) *remplissage_inactif* - correspond à une durée_symbole-MAC, pendant laquelle un préambule/inactif-entre-trames a été reçu et rapporté comme un *un*;
- e) *silence* - correspond à une durée_symbole-MAC de silence (ou de pseudo-silence) reçu;
- f) *signal_incorrect* - correspond à une durée_symbole-MAC pendant laquelle une signal incorrect a été reçu, ou pendant laquelle le dispositif de contrôle du récepteur (dépendant de la réalisation) signale un défaut (voir Partie 8).

6A.3.2.3 A la génération

Cette primitive est transmise par la couche physique à la sous-couche MAC pour indiquer que le symbole spécifié a été reçu en provenance du support du réseau local.

6A.3.2.4 Effet à la réception

L'effet de la réception de cette primitive par l'entité sous-couche MAC est défini dans la partie 5. Si un symbole *signal_incorrect* est reçu pendant la réception d'une trame, c'est-à-dire avant la réception par MAC du délimiteur de fin, MAC traitera la trame comme erronée, et rejettera la trame.

6A.3.2.5 Autres commentaires

Cette indication est sujette à une contrainte temporelles, et ne peut être transmise qu'une fois seulement par durée_symbole-MAC reçu. En conséquence, cette indication ne sera répétée qu'une fois par durée_symbole-MAC reçu.

Chaque émission commence par des symboles *remplissage_inactif* et on peut s'attendre à ce que certains de (mais non tous) ces symboles initiaux puissent être "perdus en transit" entre la station émettrice et les stations réceptrices et être en conséquence signalés comme du *silence*.

Lorsque le codage de la couche physique pour plusieurs *remplissage_inactif* successifs est une séquence de *un* et de *zéro*, les récepteurs ont le droit de décoder une telle séquence de *remplissage_inactif* émise sous forme d'une séquence de *un* et de *zéro* et d'en rendre compte comme tels à l'entité MAC. En d'autres termes, il n'est pas nécessaire qu'un récepteur puisse détecter et rendre compte des symboles *remplissage_inactif* en tant que tels; en revanche, il peut rendre compte des signaux correspondants sous forme de *donnée*.

S'il n'y a pas d'erreur ou de collision de transmission et sous réserve des deux exceptions ci-dessus pour les symboles émis sous forme de *remplissage_inactif*, la séquence des symboles passés à MAC est identique à la séquence des symboles émis par les primitives PHY_DATA.demande associées.

- d) *pad_idle* - corresponds to one MAC-symbol_period during which preamble/inter-frame-idle was received and reported as a *one*;
- e) *silence* - corresponds to one MAC-symbol_period of received silence (or pseudo-silence);
- f) *bad_signal* - corresponds to one MAC-symbol_period during which inappropriate signalling was received or when implementation-dependent receiver checks fail (refer to Part 8).

6A.3.2.3 When Generated

This primitive is passed from the Physical layer to the MAC sublayer to indicate that the specified symbol was received from the local area network medium.

6A.3.2.4 Effect of Receipt

The effect of receipt of this primitive by the MAC sublayer entity is defined in Part 5. If a *bad_signal* symbol is received during the reception of a frame, i.e., prior to the receipt by MAC of the end delimiter, MAC will treat this as an error and abort the frame.

6A.3.2.5 Additional Comments

This indication is a timed indication, which can only be made once per received MAC-symbol_period. Consequently, this indication will only be repeated once per received MAC-symbol_period.

Each transmission begins with *pad_idle* symbols, and it is expected that some, but not all, of these initial symbols may be "lost in transit" between the transmitting station and the receiving stations, and consequently reported as *silence*.

Where the Physical layer encoding for successive *pad_idles* is a sequence of *ones* and *zeros*, receivers are permitted to decode such a transmitted sequence of *pad_idles* as a sequence of *ones* and *zeros* and report them as such to the MAC entity. In other words, a receiver need not have the ability to detect and report *pad_idle* as such; rather it may report the corresponding signalling as *data*.

In the absence of errors or colliding transmissions, and with the above two exceptions for symbols transmitted as *pad_idle*, the sequence of symbols reported is identical to the sequence of symbols transmitted by the associated PHY_DATA.requests.

6B. Spécification de réalisation de l'interface entre les couches MAC et physique

6B.1 *Objet et domaine d'application*

Cette section spécifie la réalisation de l'interface MAC-Physique. Elle s'applique uniquement aux stations dans lesquelles les couches MAC et physique sont réalisées sous forme de deux parties matériellement séparées.

Cette section décrit une réalisation recommandée des primitives abstraites définies dans la section 6A, en présentant ces primitives sous forme d'un ensemble de signaux d'interface, qui définissent l'interface MAC-Physique. Elle spécifie les prescriptions des signaux d'interface et indique les interactions entre ces signaux. Elle définit également les prescriptions physiques de l'interface telles que niveaux des signaux, mise à la terre et connecteur. Enfin, elle donne l'affectation des signaux d'interface aux broches du connecteur.

6B.2 *Terminologie*

6B.2.1 *Modèle utilisé pour la spécification*

Voir références 8, 9 et 10 de l'annexe 0(A).

6B.2.2 *Conformité*

Les fonctions de cette section qui s'appliquent aux caractéristiques mises en oeuvre dans la station sont obligatoires.

6B.3 *Vue d'ensemble des interactions*

6B.3.1 *Signaux destinés à l'entité physique*

Les signaux suivants sont issus de l'entité MAC:

PSC0	Code_Emission_Physique_Poids_0
PSC1	Code_Emission_Physique_Poids_1
PSC2	Code_Emission_Physique_Poids_2
PST	Base_de_temps_Emission_Physique
PLD	Déconnexion_ligne_Physique
PPS	Source_signal_primaire_Physique

6B.3.2 *Signaux destinés à l'entité MAC*

Les signaux suivants sont issus de l'entité PHY:

PRC0	Code_Réception_Physique_Poids_0
PRC1	Code_Réception_Physique_Poids_1
PRC2	Code_Réception_Physique_Poids_2
PRT	Base_de_temps_Réception_Physique
PWS	Etat_chien_de_garde_Physique

6B. MAC-Physical Layer Interface Implementation Specification

6B.1 *Scope and Field of Application*

This section recommends an implementation of MAC-Physical interface. Section 6B applies only to those stations in which the MAC and Physical layers are embodied in two separate pieces of equipment.

This section provides a recommended implementation of the abstract primitives found in Section 6A. This section describes these primitives as a set of interface signals which define the MAC-Physical interface. It specifies the requirements for the interface signals and the interactions between the signals. It also defines the physical interface requirements including electrical signal levels, grounding technique and connectors. Finally, this part assigns connector pin numbers to the interface signals.

6B.2 *Terminology*

6B.2.1 *Model Used for Specification*

References 8, 9 and 10 of Appendix 0(A).

6B.2.2 *Compliance*

The functions of this section that apply to features implemented in this station are mandatory.

6B.3 *Overview of Interactions*

6B.3.1 *Signals to the PHY Entity*

The following signals originate in the MAC entity:

PSC0	Physical_Send_Code_Weight_0
PSC1	Physical_Send_Code_Weight_1
PSC2	Physical_Send_Code_Weight_2
PST	Physical_Send_Timing
PLD	Physical_Line_Disconnect
PPS	Physical_Primary_Signal_Source

6B.3.2 *Signals to the MAC Entity*

The following signals originate in the PHY entity:

PRC0	Physical_Receive_Code_Weight_0
PRC1	Physical_Receive_Code_Weight_1
PRC2	Physical_Receive_Code_Weight_2
PRT	Physical_Receive_Timing
PWS	Physical_Watchdog_Status

6B.4 Spécification détaillée des signaux à l'interface entre entités MAC et physique

6B.4.1 Signal Emission_Physique (PSC0, PSC1, PSC2)

Sens: vers l'entité PHY

Le signal codé Emission_Physique met en oeuvre les diverses valeurs que peut prendre la primitive PHY_DATA.demande.

6B.4.1.1 Codage du signal Emission_Physique

Les signaux élémentaires constituant le signal Emission_Physique sont:

PSC0 Code_Emission_Physique_Poids_0
PSC1 Code_Emission_Physique_Poids_1
PSC2 Code_Emission_Physique_Poids_2

La valeur codée du signal Emission_Physique à la transition FERME/OUVERT du signal Base_de_temps_Emission_Physique (PST) définit la valeur de la primitive PHY_DATA.demande pour le symbole-MAC courant, conformément au tableau 6-1.

Tableau 6-1
Codage Emission_Physique

Valeur de PHY_DATA.demande	Codage Emission_Physique		
	PSC2	PSC1	PSC0
silence	0	0	X
remplissage_inactif	0	1	X
non_donnée	1	0	X
zéro	1	1	0
un signal incorrect	1	1	1
	Non utilisé		
1 = FERME 0 = OUVERT X = SANS SIGNIFICATION			

6B.4.1.2 Prescriptions

- Les signaux élémentaires (PSC0,PSC1,PSC2) du signal Emission_Physique doivent être valides à la transition FERME/OUVERT du signal Base_de_temps_Emission_Physique (PST);
- L'entité MAC ne doit changer l'état des signaux élémentaires (PSC0, PSC1, PSC2) du signal Emission_Physique qu'en synchronisme avec une transition OUVERT/FERME du signal Base_de_temps_Emission_Physique (PST);
- L'état à circuit ouvert du récepteur des signaux élémentaires (PSC0, PSC1, PSC2) du signal Emission_Physique doit correspondre à OUVERT.

6B.4 Detailed Specification of MAC Entity-Physical Entity Interface Signals

6B.4.1 Physical_Send Signal (PSC0, PSC1, PSC2)

Direction: to PHY entity

The Physical_Send coded signal implements the possible values which may be taken on by the PHY_DATA.request primitive.

6B.4.1.1 Physical_Send_Encoding

The atomic signals comprising the Physical_Send signal are:

PSC0 Physical_Send_Code_Weight_0
PSC1 Physical_Send_Code_Weight_1
PSC2 Physical_Send_Code_Weight_2

The coded value of the Physical_Send signal at the ON to OFF transition of the Physical_Send_Timing (PST) signal defines the value of the PHY_DATA.request primitive for the current MAC-symbol_period according to Table 6-1.

Table 6-1
Physical_Send_Encoding

PHY_DATA.request Value	Physical_Send_Encoding		
	PSC2	PSC1	PSC0
Silence	0	0	X
Pad_idle	0	1	X
Non_data	1	0	X
Zero	1	1	0
One	1	1	1
Bad signal	Not used		
1 = ON	0 = OFF		
	X = NOT SIGNIFICANT		

6B.4.1.2 Requirements

- All of the Physical_Send atomic signals (PSC0, PSC1, PSC2) shall be valid at the ON to OFF transition of the Physical_Send_Timing (PST) signal;
- The MAC entity shall change the state of the Physical_Send atomic signals (PSC0, PSC1, PSC2) in synchronism with an OFF to ON transition of the Physical_Send_Timing (PST) signal;
- The open circuit receiver condition of the Physical_Send atomic signals (PSC0, PSC1, PSC2) shall be OFF.

6B.4.2 Signal Réception_Physique (PRC0, PRC1, PRC2)

Sens: venant de l'entité PHY

Le signal codé Réception_Physique met en oeuvre les diverses valeurs que peut prendre la primitive PHY_DATA.indication.

6B.4.2.1 Codage du signal Réception_Physique

Les signaux élémentaires constituant le signal Réception_Physique sont:

PRC0 Code_Réception_Physique_Poids_0
 PRC1 Code_Réception_Physique_Poids_1
 PRC2 Code_Réception_Physique_Poids_2

La valeur codée du signal Réception_Physique à la transition FERME/OUVERT du signal Base_de_temps_Réception_Physique (PRT) définit la valeur de la primitive PHY_DATA.indication pour le symbole-MAC courant, conformément au tableau 6-2.

Tableau 6-2
 Codage Réception_Physique

Valeur de PHY_DATA.indication	Codage Réception_Physique		
	PRC2	PRC1	PRC0
silence	0	0	X
remplissage_inactif	Non utilisé		
non_donnée	1	0	X
signal_incorrect	0	1	X
zéro	1	1	0
un	1	1	1
1 = FERME 0 = OUVERT X = SANS SIGNIFICATION			

6B.4.2.2 Prescriptions

- Les signaux élémentaires (PRC0, PRC1, PRC2) du signal Réception_Physique doivent être valides à la transition FERME/OUVERT du signal Base_de_temps_Réception_Physique (PRT);
- l'entité MAC ne doit changer l'état des signaux élémentaires (PRC0, PRC1, PRC2) du signal Réception_Physique qu'en synchronisme avec une transition OUVERT/FERME du signal Base_de_temps_Réception_Physique (PRT);
- l'état à circuit ouvert du récepteur des signaux élémentaires (PRC0, PRC1, PRC2) du signal Réception_Physique doit correspondre à OUVERT.

6B.4.2 Physical_Receive Signal (PRC0, PRC1, PRC2)

Direction: From PHY entity

The Physical_Receive coded signal implements the possible values which may be taken on by the PHY_DATA.indication primitive.

6B.4.2.1 Physical_Receive_Encoding

The atomic signals comprising the Physical_Receive signal are:

PRC0 Physical_Receive_Code_Weight_0
 PRC1 Physical_Receive_Code_Weight_1
 PRC2 Physical_Receive_Code_Weight_2

The value of the Physical_Receive signal at the ON to OFF transition of the Physical_Receive_Timing (PRT) signal defines the value of the PHY_DATA.indication primitive for the current MAC-symbol_period, according to Table 6-2.

Table 6-2
 Physical_Receive_Encoding

PHY_DATA.indication Value	Physical_Receive_Encoding		
	PRC2	PRC1	PRC0
Silence	0	0	X
Pad_idle	Not used		
Non_data	1	0	X
Bad_signal	0	1	X
Zero	1	1	0
One	1	1	1
1 = ON 0 = OFF X = NOT SIGNIFICANT			

6B.4.2.2 Requirements

- All of the Physical_Receive atomic signals (PRC0, PRC1, PRC2) shall be valid at the ON to OFF transition of the Physical_Receive_Timing (PRT) signal.
- the MAC entity shall change the state of the Physical_Receive atomic signals (PRC0, PRC1, PRC2) in synchronism with an OFF to ON transition of the Physical_Receive_Timing (PRT) signal.
- the open circuit receiver condition of the Physical_Receive atomic signals (PRC0, PRC1, PRC2) shall be OFF.

6B.4.3 Signaux de base de temps

6B.4.3.1 Base_de_temps_Emission_Physique (PST) Sens: vers l'entité PHY

6B.4.3.1.1 Fonction

Le signal Base_de_temps_Emission_Physique (PST) établit le débit binaire d'émission de l'entité PHY et fournit à cette entité les informations concernant la base de temps des éléments de signal.

6B.4.3.1.2 Prescriptions

- a) Le signal Base_de_temps_Emission_Physique (PST) est constitué d'une suite récurrente d'états FERME et OUVERT, de durées égales, à une fréquence correspondant au débit binaire de l'entité MAC.
- b) Les transitions OUVERT/FERME du signal Base_de_temps_Emission_Physique (PST) doivent causer l'interprétation par l'entité PHY de la valeur courante de la primitive PHY_DATA.demande conformément à 6B.4.1.
- c) L'état à circuit ouvert du récepteur du signal Base_de_temps_Emission_Physique (PST) est OUVERT.
- d) L'entité MAC doit maintenir une relation de phase constante entre les signaux PST et PTT.

6B.4.3.2 Base_de_temps_Réception_Physique (PRT) Sens: de l'entité PHY

6B.4.3.2.1 Fonction

Le signal Base_de_temps_Réception_Physique (PRT) fournit à l'entité MAC les informations concernant la base_de_temps des éléments de signal.

6B.4.3.2.2 Prescriptions

- a) Les transitions FERME/OUVERT du signal Base_de_temps_Réception_Physique (PRT) doivent causer l'interprétation par l'entité MAC de la valeur courante de la primitive PHY_DATA.indication conformément à 6B.4.3.
- b) L'état à circuit ouvert du récepteur du signal Base_de_temps_Emission_Physique (PRT) est OUVERT.

6B.4.3.2.3 Commentaires additionnels

Le signal Base_de_temps_Réception_Physique (PRT) est dérivé par l'entité PHY des transitions d'état (incluant les *préambules*) sur la ligne de transmission.

6B.4.3 *Timing Signals*

6B.4.3.1 *Physical_Send_Timing (PST)*

Direction: To PHY entity.

6B.4.3.1.1 *Function*

The Physical_Send_Timing (PST) signal establishes the transmission bit rate of the PHY entity and provides the PHY entity with signal element timing information.

6B.4.3.1.2 *Requirements*

- a) The Physical_Send_Timing (PST) signal shall have ON and OFF states for nominally equal periods of time at a frequency corresponding to the bit rate of the MAC entity.
- b) The OFF to ON transition of the Physical_Send_Timing (PST) signal shall cause the PHY entity to interpret the current value of the PHY_DATA.request primitive in accordance with 6B.4.1.
- c) The open circuit receiver condition of Physical_Send_Timing (PST) shall be OFF.
- d) The MAC entity shall maintain a constant phase relationship between the PST and PTT signals.

6B.4.3.2 *Physical_Receive_Timing (PRT)*

Direction: From PHY entity

6B.4.3.2.1 *Function*

The Physical_Receive_Timing (PRT) signal provides the MAC entity with signal_element_timing information.

6B.4.3.2.2 *Requirements*

- a) The ON to OFF transitions of Physical_Receive_Timing (PRT) signal shall cause the MAC entity to interpret the current value of the PHY_DATA.indication primitive in accordance with 6B.4.3;
- b) the open circuit receive condition of the Physical_Receive_Timing (PRT) signal shall be OFF.

6B.4.3.2.3 *Additional Comments*

The Physical_Receive_Timing (PRT) signal is derived by the PHY entity from state transitions on the transmission line including *preambles*.

6B.4.3.3 *Base_de_temps_physique_pour_émission (PTT)* Sens: de l'entité PHY

6B.4.3.3.1 *Fonction*

Le signal *Base_de_temps_physique_pour_émission* (PTT) fournit à l'entité MAC des informations de base de temps précises et est utilisé pour établir la *base_de_temps_des_éléments* de signaux à l'émission à l'intérieur de l'entité MAC.

6B.4.3.3.2 *Prescriptions*

- a) L'entité PHY dérive le signal *Base_de_temps_physique_pour_émission* (PTT) d'une source de fréquence conforme aux prescriptions du 8.5.1;
- b) l'état à circuit ouvert du récepteur du signal *Base_de_temps_physique_pour_émission* (PTT) est OUVERT;
- c) l'entité PHY fournit la base de temps du signal PTT dès qu'elle est alimentée.

6B.4.4 *Signaux d'administration*

6B.4.4.1 *Déconnexion_ligne_Physique (PLD)* Sens: vers l'entité PHY

6B.4.4.1.1 *Fonction*

Le signal *Déconnexion_ligne_Physique* (PLD) met en oeuvre la valeur *Déconnexion_ligne* de la primitive *PHY_RESET.demande*, et en conséquence met en et hors service les émetteurs de l'entité PHY.

6B.4.4.1.2 *Prescriptions*

- a) lorsque le signal *Déconnexion_ligne_Physique* (PLD) est mis dans l'état FERME, les émetteurs de l'entité PHY sont déconnectés de la ligne;
- b) lorsque le signal *Déconnexion_ligne_Physique* (PLD) est mis dans l'état OUVERT, les émetteurs de l'entité PHY sont remis en service pour revenir au mode normal de fonctionnement;
- c) la transition FERME/OUVERT du signal *Déconnexion_ligne_Physique* (PLD) remet la fonction Chien de garde dans son état "Normal" (qui correspond à une surveillance active du bon fonctionnement de l'entité PHY);
- d) la transition FERME/OUVERT du signal *Déconnexion_ligne_Physique* (PLD) remet à zéro le circuit anti-soliloque;
- e) l'état à circuit ouvert du récepteur de signal *Déconnexion_ligne_Physique* (PLD) est FERME.

6B.4.4.2 *Etat_chien_de_garde_Physique (PWS)* Sens: de l'entité PHY

6B.4.4.2.1 *Fonction*

Le signal *Etat_chien_de_garde_Physique* (PWS) met en oeuvre la valeur *inhibition_soliloque* de la primitive *PHY_MODE_CHANGE.indication*, et indique l'état du chien_de_garde de l'entité PHY.

6B.4.3.3 *Physical_Transmit_Timing (PTT)* Direction: From PHY entity

6B.4.3.3.1 *Function*

The *Physical_Transmit_Timing* (PTT) signal provides the MAC entity with accurate timing information and is used to establish *signal_element_timing* with the MAC entity.

6B.4.3.3.2 *Requirements*

- a) The *Physical_Transmit_Timing* (PTT) signal is derived by the PHY entity from a frequency source which meets the requirements of 8.5.1.
- b) The open circuit receiver condition of the *Physical_Transmit_Timing* (PTT) signal shall be OFF.
- c) The PHY entity shall begin to provide timing information on the PTT signal when the power supply to the PHY entity is switched on.

6B.4.4 *Management Signals*

6B.4.4.1 *Physical_Line_Disconnect (PLD)* Direction: To PHY entity.

6B.4.4.1.1 *Function*

The *Physical_Line_Disconnect* (PLD) signal implements the *line_disconnect* value of *PHY_RESET* request primitive. Thus it enables and disables the PHY entity transmitters.

6B.4.4.1.2 *Requirements*

- a) when the *Physical_Line_Disconnect* (PLD) signal is set to ON, the PHY entity's transmitters will be unconditionally disconnected from the line;
- b) when the *Physical_Line_Disconnect* (PLD) signal is set to OFF, all of the PHY entity's transmitters shall be enabled for normal operation;
- c) the ON to OFF transition of the *Physical_Line_Disconnect* (PLD) signal shall set the watchdog function in its Normal state which is actively checking for correct PHY entity performance;
- d) this ON to OFF transition of the *Physical_Line_Disconnect* (PLD) signal shall rest the jabber circuit;
- e) the open circuit condition of the *Physical_Line_Disconnect* (PLD) signal shall be ON.

6B.4.4.2 *Physical_Watchdog_Status (PWS)* Direction: From PHY entity.

6B.4.4.2.1 *Function*

The *Physical_Watchdog_Status* (PWS) signal implements the *jabber_inhibit* value of the *PHY_MODE_CHANGE*.indication. Thus it indicates the state of the PHY entity watchdog.

6B.4.4.2.2 *Prescriptions*

- a) L'état FERME du signal Etat_chien_de_garde_Physique (PWS) doit être maintenu tant que le chien_de_garde de l'entité PHY est dans son état "Normal".
- b) L'état OUVERT du signal Etat_chien_de_garde_Physique (PWS) indique que le chien_de_garde de l'entité PHY a détecté un défaut.

Note.- L'état OUVERT du signal PWS provoque la déconnexion de l'entité PHY de la ligne.

6B.4.4.3 *Source_signal_primaire_Physique (PPS)* Sens: vers l'entité PHY

6B.4.4.3.1 *Fonction*

Le signal Source_signal_primaire_Physique (PPS) impose à l'entité PHY de commuter la réception des signaux du support principal sur le support de secours.

6B.4.4.3.2 *Prescriptions*

- a) La condition FERME de ce signal impose à l'entité PHY de recevoir le signal via le récepteur principal;
- b) La condition OUVERT de ce signal impose à l'entité PHY de recevoir le signal via le récepteur de secours;
- c) On peut effectuer l'essai en boucle locale des récepteurs et émetteurs principaux et de secours en association avec le signal PLD. Noter que l'essai en boucle locale nécessite que la station soit déconnectée par activation du signal PLD.

6B.5 *Réalisation de l'interface MAC-PHY*

6B.5.1 *Mise à la terre*

6B.5.1.1 *Terre de signalisation*

Le conducteur correspondant à la terre de signalisation doit relier le commun (terre) des circuits de l'entité MAC au commun (terre) des circuits de l'entité PHY de façon à établir une liaison galvanique directe entre les communs des deux circuits (voir figure 6-2).

6B.5.1.2 *Terre de protection*

La terre de protection, également appelée terre du châssis, est définie, pour les besoins de cette norme, comme étant la liaison électrique de chacune des unités (unité de chemin et coupleur) avec leur châssis respectif dans l'équipement. L'équipement doit comporter une terre de protection et les prescriptions correspondantes dans la référence 10 de l'annexe 0(A).

6B.5.1.3 *Connexions de terre extérieures*

Les règlements nationaux existants concernant la sécurité (ainsi que tout autre règlement applicable) doivent être observés lorsqu'une terre extérieure est connectée à la terre de protection du système.

6B.4.4.2.2 *Requirements*

- a) the ON condition of the Physical_Watchdog_Status (PWS) signal shall be maintained whenever the PHY entity's watchdog is in the Normal state;
- b) the OFF condition of the Physical_Watchdog_Status (PWS) signal shall indicate that the PHY entity watchdog has detected a fault state.

Note.- The PWS = OFF condition causes the PHY entity to be disconnected from the line.

6B.4.4.3 *Physical_Primary_Signal_Source (PPS)*

Direction: To PHY entity.

6B.4.4.3.1 *Function*

The Physical_Primary_Signal_Source (PPS) signal directs the PHY entity to receive signals from the primary medium or the alternate medium.

6B.4.4.3.2 *Requirements*

- a) The ON condition of this signal shall cause the primary receiver to be the source of receiving signal;
- b) The OFF condition shall cause the alternate receiver to be the source of receiving signal;
- c) In conjunction with the PLD signal, loopback testing of the primary and alternate receivers and transmitters may be performed. Note that loopback testing requires that the station go offline through the activation of the PLD signal.

6B.5 *MAC-PHY Interface Realization*

6B.5.1 *Grounding*

6B.5.1.1 *Signal Ground*

The Signal ground conductor shall connect the MAC entity Circuit Common (ground) to the PHY entity Circuit Common (ground) so as to provide a conductive path directly between the two Circuit Commons. (See Figure 6-2.)

6B.5.1.2 *Protective Ground*

The Protective ground, alternatively termed frame ground, is defined for the purpose of this standard, as the electrical bonding of both the MAC and PHY entity unit to the respective equipment frame. A protective ground shall be provided and the appropriate requirements in Reference 10 of Appendix 0(A), shall apply.

6B.5.1.3 *External Ground Connections*

Existing National safety or other National regulations shall be observed when any external ground is connected to the system protective ground.

Note.- Par exemple, certains pays peuvent avoir des règlements concernant les connexions au conducteur de terre du réseau d'alimentation électrique.

6B.5.1.4 Communs des circuits

Les communs (terres) des circuits des entités MAC et PHY doivent être connectés chacun à leur terre de protection respective, en série avec une résistance. La valeur nominale de cette résistance doit être de 100 k Ω , avec une puissance assignée au moins égale à 0,5 W. Seul le commun (terre) des circuits de la station doit être connecté à la terre. Un exemple de mise à la terre est donné en figure 6-2.

6B.5.1.5 Connexion du blindage du câble

Le blindage du câble d'interconnexion MAC-PHY doit être connecté à la terre de protection. La connexion doit être établie seulement à l'extrémité du câble reliée à l'entité MAC, entre le contact 1 du connecteur fixé sur l'Unité correspondante et la terre de protection, en laissant déconnecté le contact 1 du connecteur fixé sur l'Unité opposée, ceci afin de minimiser la sensibilité aux parasites extérieurs et la génération de tels parasites.

Avertissement - Il est recommandé d'éviter que des différences de potentiel importantes n'apparaissent entre les châssis. Le système de connexion d'interface peut ne pas supporter des courants de terre excessifs.

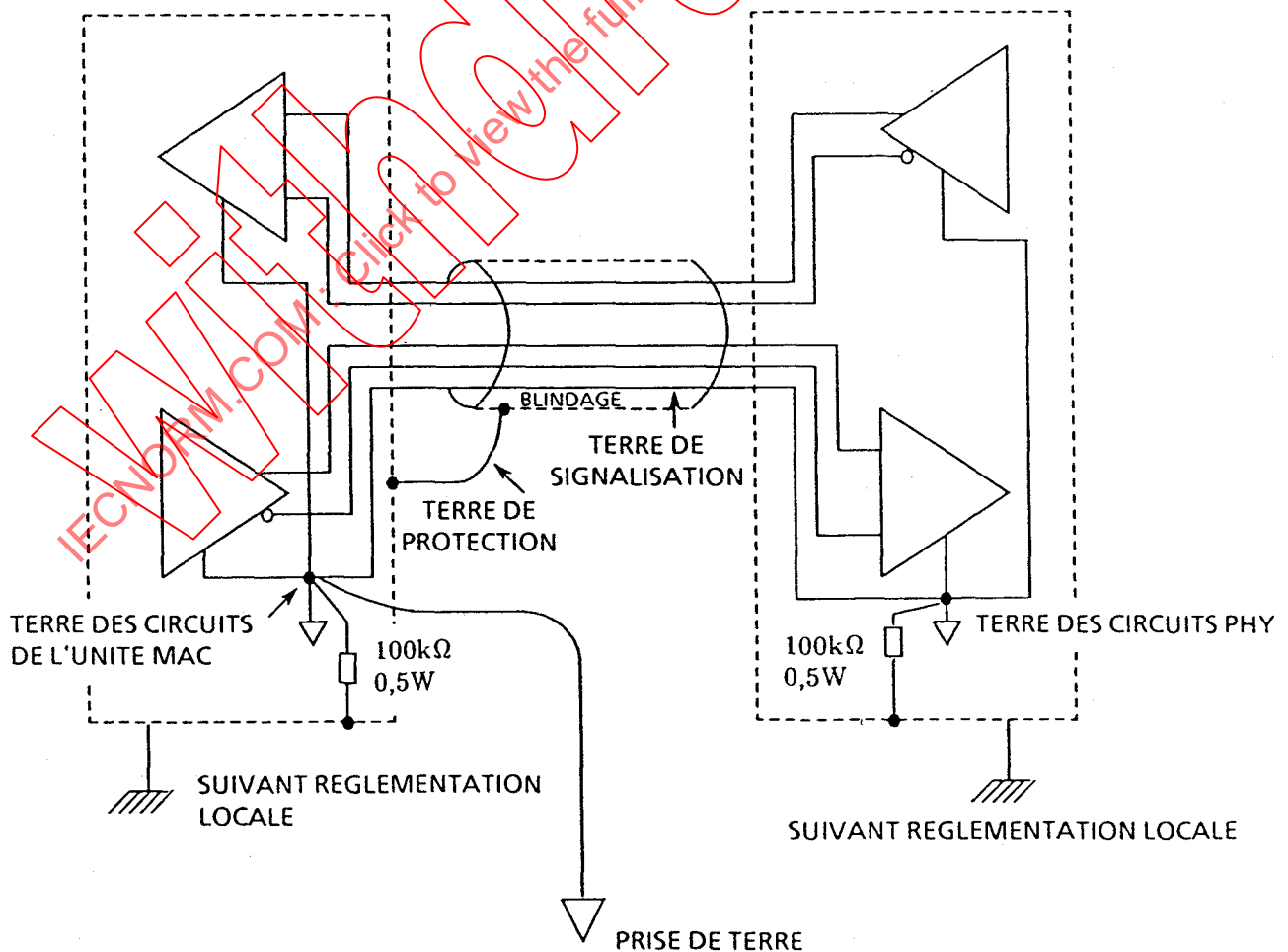


Fig. 6-2. - Mise à la terre physique de MAC.

Note.- For example, some countries may have regulations concerning connections to the "Earth" line of the power supply.

6B.5.1.4 Circuit Ground Connections

The MAC entity and the PHY entity circuit commons (grounds) should each be connected in series with a resistor to their respective protective ground. When so connected, the nominal value of the resistance shall be $100\text{ k}\Omega$ with a power rating of not less than 0.5 W . Only the circuit common (ground) of the station shall be connected to real earth ground. An example of grounding arrangements is given in Figure 6-2.

6B.5.1.5 Cable Shield Connection

The shield of the MAC-PHY interconnecting cable shall be connected to the protective ground. This connection shall be made only at the MAC entity end of the cable by means of a connection between contact 1 of the unit's mating connector and protective ground leaving unconnected contact 1 of the mating connector of the opposite unit to minimize susceptibility to and generation of external noise.

Warning - Significantly different frame potentials should be avoided. The interface connection system may not be capable of handling excessive ground currents.

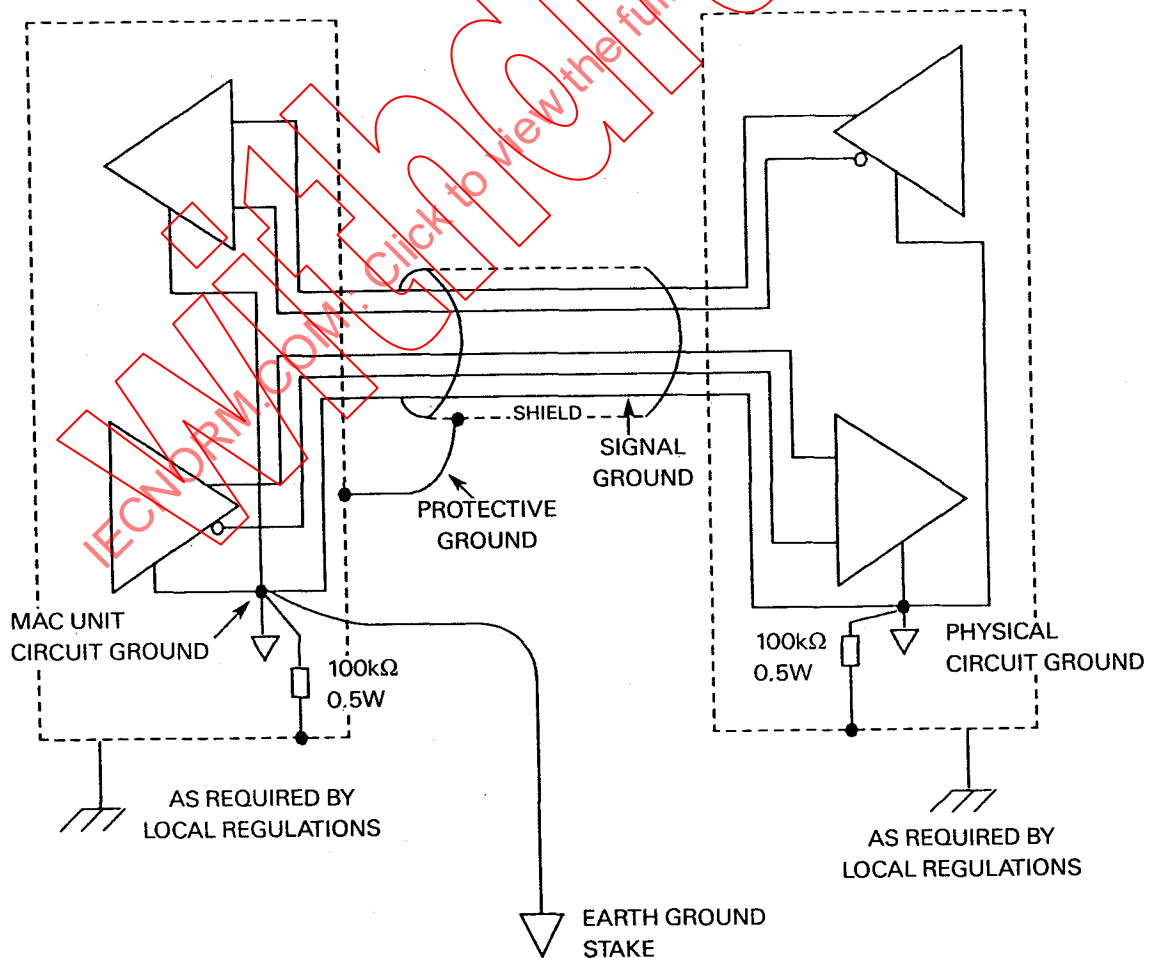


Fig 6-2. - MAC Physical Grounding.

6B.5.2 Connecteur d'interface MAC-PHY

6B.5.2.1 Prescriptions mécaniques du connecteur d'interface MAC-PHY

Les prescriptions mécaniques du connecteur à 37 broches à utiliser sur les entités MAC et PHY ainsi qu'à chaque extrémité des câbles d'interconnexion d'interface sont spécifiées dans la référence N° 8, annexe 0(A). Des connecteurs fixes d'interface avec des contacts mâles et des boîtiers femelles sont montés sur les entités MAC et PHY; chaque connecteur doit être équipé avec deux blocs de verrouillage (voir figure 6-3) comme spécifié dans la référence N° 8, annexe 0(A). Chaque extrémité du câble d'interconnexion d'interface doit être équipée de connecteurs mobiles avec des contacts femelles et des boîtiers mâles. Ces connecteurs mobiles doivent être équipés de dispositifs permettant le verrouillage sur les blocs montés sur les connecteurs fixes.

Note. - Les dispositifs permettant le verrouillage sur les blocs montés sur les connecteurs fixes peuvent relever de réglementations nationales.

6B.5.2.2 Affectation des broches du connecteur d'interface MAC-PHY

Les affectations des broches aux signaux d'interface, ainsi que les autres connexions nécessaires sont indiquées dans le tableau 6-3.

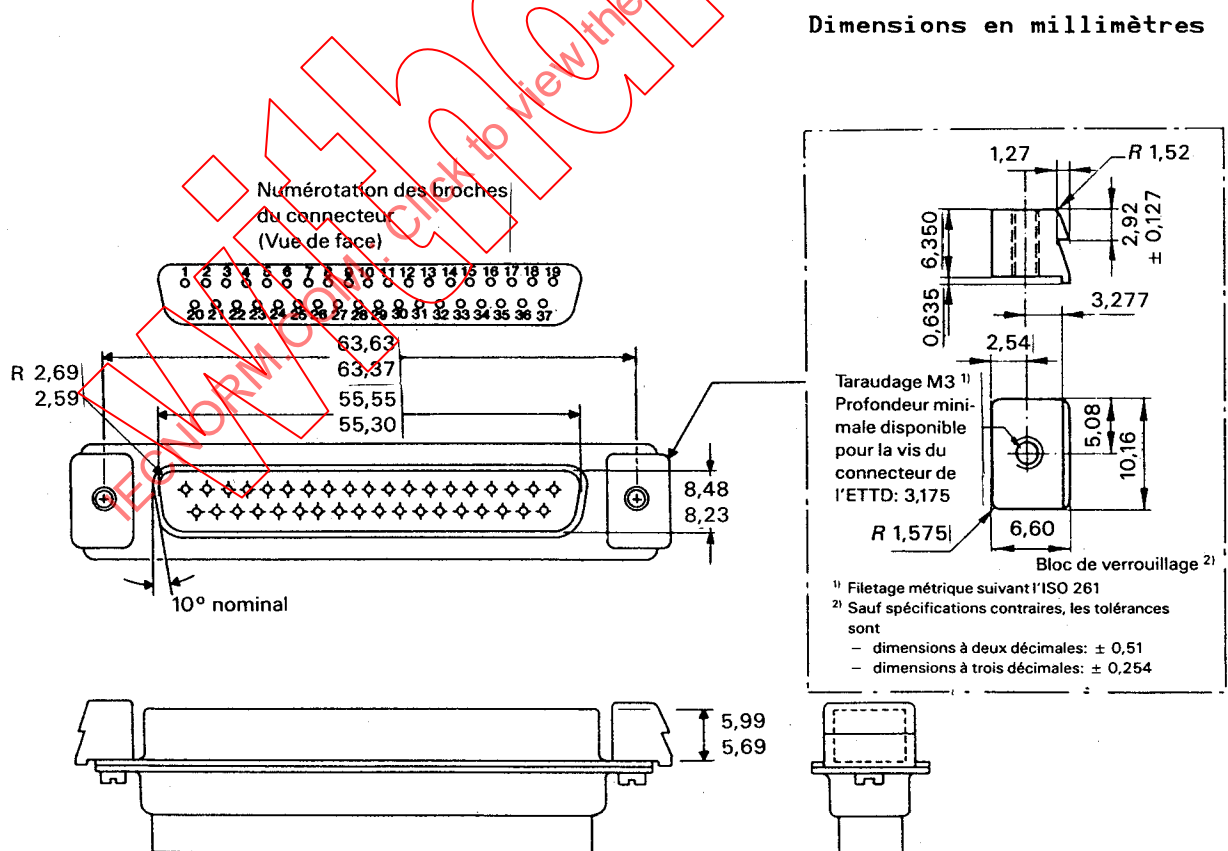


Fig. 6-3. - Connecteur d'interface de l'ETCD MAC-PHY.

6B.5.2 MAC-PHY Interface Connector

6B.5.2.1 MAC-PHY Interface Connector Mechanical Requirements

The mechanical requirements of the 37-pin interface connector to be used on the MAC and PHY entities and also at each end of the interface interconnecting cable shall be as specified in Reference 8, Appendix 0(A). The MAC and PHY entities shall have, fitted to each of them, fixed interface connectors which have male contacts and female shells and each connector shall be equipped with two latching blocks (shown in Figure 6-3), as specified in Reference 8, Appendix 0(A). Each end of the interface interconnecting cable shall be fitted with free connectors which have female contacts and male shells. These free connectors shall be equipped with means for latching to the blocks on the fixed connectors.

Note.— The means for latching the free connectors to the blocks of the fixed connectors may be subject to National regulations.

6B.5.2.2 Assignment of MAC-PHY Connector Pin Numbers

The pin assignments for the interface signals and other necessary connections are shown in Table 6-3.

Dimensions in millimetres

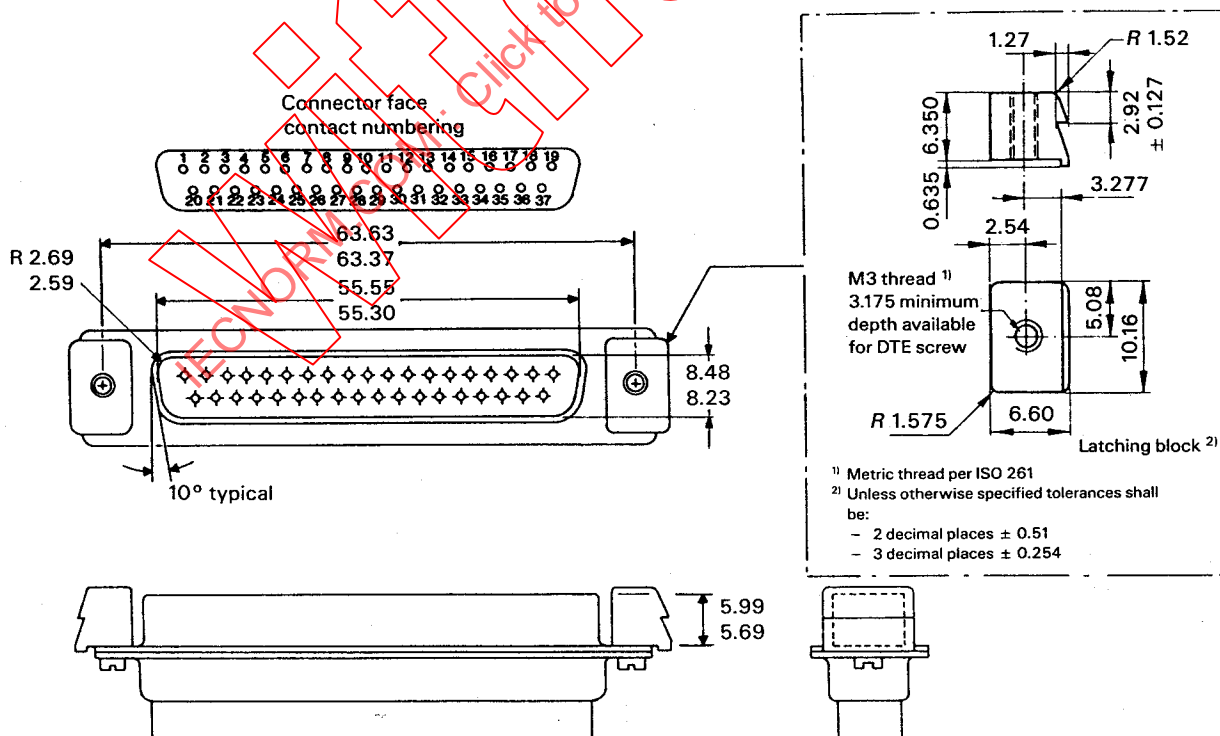


Fig. 6-3. - MAC-PHY Interface Connector.

Tableau 6-3
Affectation des broches de l'interface MAC-Physique

Numéro de broche	Connexion du signal	Numéro de broche	Connexion du signal
1	Blindage	20	Réservé
2	Réservé	21	PSC1
3	PSC1	22	PSC2
4	PSC2	23	PST
5	PST	24	PRC2
6	PRC2	25	PSC0
7	PSC0	26	PRT
8	PRT	27	PWS
9	PWS	28	PLD
10	PLD	29	Réservé
11	Réservé	30	PRC1
12	PRC1	31	PRC0
13	PRC0	32	PPS
14	PPS	33	Réservé
15	Réservé	34	Réservé
16	Réservé	35	PTT
17	PTT	36	Réservé
18	Réservé	37	Réservé
19	Terre de signalisation		

Les broches 2 à 18 sont des points d'échange de type A - A' et les broches 20 à 36 des points d'échange de type B - B' au sens de la référence N° 9 (voir annexe 0(A)).

Les broches réservées ne doivent pas être utilisées pour connecter des alimentations ou d'autres signaux non définis dans ce document.

6B.5.2.3 Prescriptions électriques concernant le connecteur d'interface MAC-PHY

Le connecteur d'interface MAC-PHY doit être conforme aux prescriptions électriques suivantes:

- Tension de service: 60 V
- Tension d'essai: 500 V, les essais diélectriques devant être effectués conformément au paragraphe 9.7.4 de la CEI 348
- Courant admissible: 5 A par contact
- Résistance de contact: inférieure à 20 mΩ
- Endurance: après plus de 1 000 insertions, la résistance de contact doit être inférieure à 20 mΩ
- Résistance d'isolement: supérieure à 5.10⁸ Ω
- Matériau des contacts: alliage plaqué or.

Table 6-3
MAC-Physical Interface Pin Assignments

Pin number	Signal connection	Pin number	Signal connection
1	Shield	20	Reserved
2	Reserved	21	PSC1
3	PSC1	22	PSC2
4	PSC2	23	PST
5	PST	24	PRC2
6	PRC2	25	PSC0
7	PSC0	26	PRT
8	PRT	27	PWS
9	PWS	28	PLD
10	PLD	29	Reserved
11	Reserved	30	PRC1
12	PRC1	31	PRC0
13	PRC0	32	RPS
14	RPS	33	Reserved
15	Reserved	34	Reserved
16	Reserved	35	PTT
17	PTT	36	Reserved
18	Reserved	37	Reserved
19	Signal ground		

Pins 2 - 18 inclusive are A - A' interchange points and pins 20 - 36 inclusive are B - B' interchange points in accordance with Reference No. 9, Appendix 0(A).

The pins designated *Reserved* shall not be used for signal or power connections that have not been defined in this standard.

6B.5.2.3 MAC-PHY Interface Connector Electrical Requirements

The MAC-PHY interface connector shall meet electrical performance requirements as follows:

Voltage rating:	60 V
Testing voltage:	500 V, the voltage tests shall be carried out, as appropriate, in accordance with Sub-clause 9.7.4 of IEC 348
Contact rating:	5 A per contact
Contact resistance:	Less than 20 mΩ
Endurance:	After more than 1 000 insertions the contact resistance shall not exceed 20 mΩ
Insulation resistance:	Higher than $5 \times 10^8 \Omega$
Contact material:	Gold-plated alloy

6B.5.3 *Câble d'interconnexion MAC-PHY*

6B.5.3.1 *Longueur du câble*

La longueur maximale du câble d'interconnexion MAC-PHY doit être telle que le temps de propagation des signaux dans ce câble ne dépasse pas 20% de la durée_symbole-MAC nominale, telle qu'elle est définie en 5B.1. La longueur maximale recommandée pour le câble est de 25 m pour un débit binaire de 1 Mbit/s.

6B.5.3.2 *Prescriptions concernant le câble*

Le câble doit comporter 17 paires torsadées pour les circuits d'échange symétriques et un conducteur pour la terre de signalisation. Le câble doit être entièrement entouré d'un blindage conducteur.

6B.5.3.3 *Précautions contre les rayonnements électromagnétiques*

Dans les installations exposées à des rayonnements électromagnétiques excessifs, des précautions spéciales doivent être prises pour s'assurer que toute f.e.m. parasite qui pourrait être induite dans le câble d'interconnexion MAC-PHY est réduite dans des limites acceptables.

Withdrawing
IEC NORM.COM: Click to view the full PDF
955:1989

6B.5.3 *MAC-PHY Interconnection Cable*

6B.5.3.1 *Cable Length*

The maximum length of the MAC-PHY interconnection cable used shall be such that the signal propagation time through this cable does not exceed 20% of nominal MAC-symbol_time as defined in 5B.1. The recommended maximum length is 25 m at data rate of 1 Mbits/s.

6B.5.3.2 *Cable Requirements*

The MAC-PHY interconnection cable shall include 17 twisted pairs for the balanced signal interchange circuits and a signal ground conductor. This cable shall embody an electrically conducting shield overall.

6B.5.3.3 *Precautions for Electromagnetic Radiation*

In installations prone to excessive electromagnetic radiation, special precautions shall be taken to ensure that the interference emf induced in the MAC-PHY interconnection cable is brought within acceptable limits.

Withd
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60955:1989

PARTIE 8: SPECIFICATION DE LA COUCHE PHYSIQUE (PHY), FSK-VARIATION DE PHASE CONTINUE-CANAL UNIQUE ET INTERFACE AVEC LE SUPPORT

8.1 Objet et domaine d'application

Cette partie spécifie les caractéristiques fonctionnelles, électriques et mécaniques de la couche physique (PHY) de la présente norme. Cette spécification définit les réalisations des couches physiques que l'on trouve dans les stations pouvant se connecter à un réseau local utilisant un bus monocanal sur câble coaxial. La relation de la présente partie avec les autres parties de la norme et avec les spécifications de réseaux locaux sont illustrées en figure 8-1.

Cette section spécifie ces entités de la couche physique seulement dans la mesure nécessaire pour assurer:

- 1) l'interfonctionnement des réalisations conformes à la présente spécification et
- 2) la protection du réseau local lui-même et de ceux qui l'utilisent.

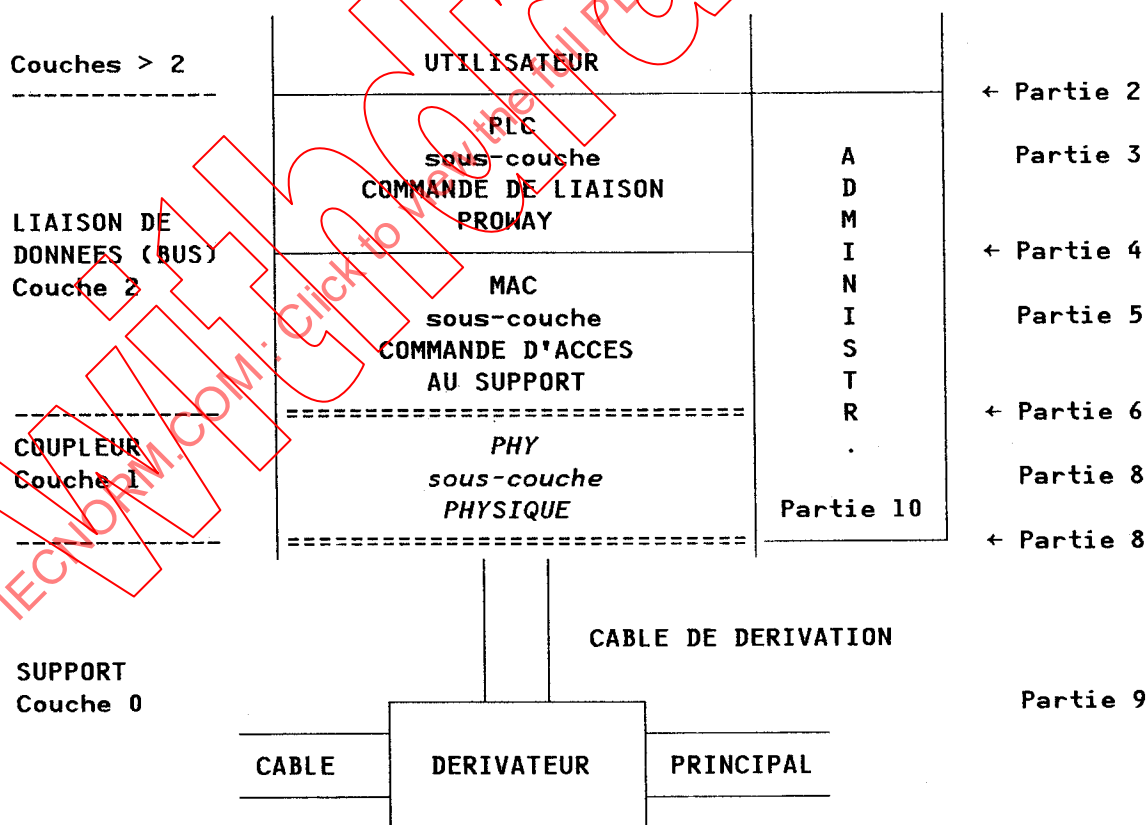


Fig. 8-1. - Relations avec le modèle de RL.

PART 8: SPECIFICATION OF THE SINGLE-CHANNEL PHASE-CONTINUOUS-FSK PHYSICAL (PHY) LAYER AND ITS INTERFACE TO THE MEDIUM

8.1 Scope and Field of Application

This part specifies the functional, electrical and mechanical characteristics of the Physical (PHY) layer of this standard. This specification defines the Physical layer embodiments found in stations which could attach to a single-channel coaxial-cable-bus local area network. The relationship of this part to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 8-1.

This standard specifies these Physical layer entities only in so far as necessary to ensure:

- 1) the interoperability of implementations conforming to this specification, and
- 2) the protection of the local area network itself and those using it.

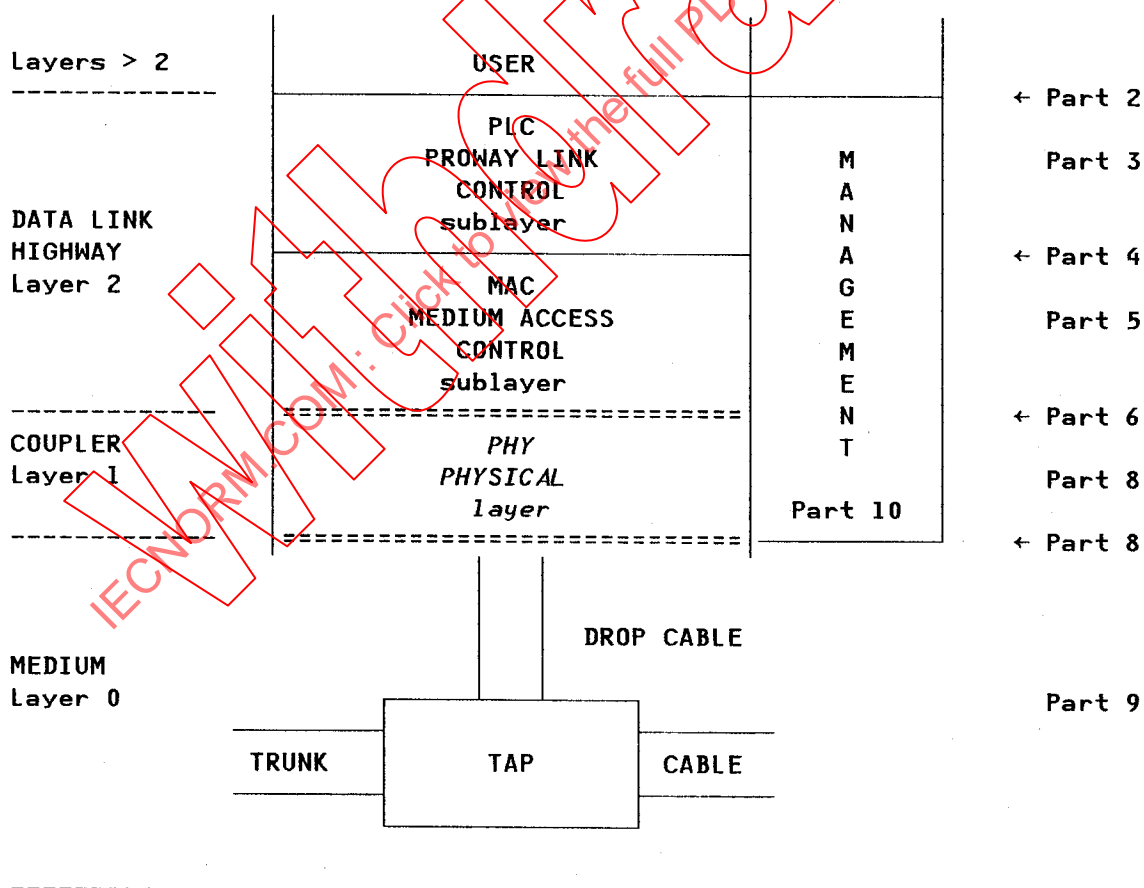


Fig. 8-1. - Relationship to LAN Model and Medium.

8.1.1 Nomenclature

On trouvera ci-après certains termes et expressions utilisés dans cette partie et dont la signification dans le texte suivant est plus spécifique que celle indiquée dans le glossaire de la présente norme:

système FSK mono-canal: système dans lequel les informations sont codées au moyen d'une modulation de fréquence appliquée à une porteuse avant d'être envoyées sur un support de transmission de type coaxial. A n'importe quel endroit du support, un seul signal d'information peut être présent à un moment quelconque sur le canal sans provoquer une perturbation;

codage Manchester: moyen par lequel des signaux séparés d'horloge et de données peuvent être combinés en un seul flux de données auto-synchronisable convenant pour une transmission par un canal série. Chaque bit est codé au moyen d'une suite de deux fréquences, chacune d'elles durant $D/2$ (D étant la durée correspondant à un bit). Si la donnée est un *un*, la suite des fréquences est (fréquence)basse-(fréquence)haute, et si la donnée est un *zéro*, la suite de fréquences est (fréquence)haute-(fréquence)basse. Par cette méthode, on crée une transition au milieu de chaque bit, cette transition étant extraite du signal pour reconstituer la base de temps.

câble de dérivation: câble flexible de 75 Ω qui connecte la station à un connecteur en T du câble principal;

FSK (Modulation à déplacement de fréquence): technique de modulation dans laquelle les informations sont inscrites sur une porteuse en décalant la fréquence du signal émis pour la rendre égale à une des fréquences d'une petite série de fréquences;

FSK à variation de phase continue: forme particulière de modulation à déplacement de fréquence dans laquelle les transitions entre les fréquences de signalisation sont réalisées par une variation continue de la fréquence (par opposition au remplacement discontinu d'une fréquence par une autre, comme on peut l'obtenir en agissant sur un interrupteur). C'est donc également une forme de modulation de fréquence.

station: équipement connecté au réseau local;

câble principal: câble coaxial 75 Ω du câble principal d'un système de bus mono-canal sur câble coaxial.

8.1.2 Objet

L'objet de cette spécification est:

- 1) De fournir les moyens physiques nécessaires pour les communications entre les stations du réseau local conformes à la présente norme et connectées par un support formé par un bus mono-canal sur câble coaxial.
- 2) De définir une interface physique qui peut être mise en oeuvre de façon indépendante par des constructeurs de matériel différents et assurer la comptabilité lorsque l'interconnection est assurée par un support commun formé par un bus mono-canal sur câble coaxial.

8.1.1 Nomenclature

This sub-clause defines some terms used in this part whose meanings within this part are more specific than indicated in the glossary of this standard:

single-channel FSK system: a system whereby information is encoded, frequency modulated onto a carrier, and impressed on the coaxial transmission medium. At any point on the medium, only one information signal at a time can be present within the channel without disruption;

Manchester encoding: a means by which separate data and clock signals can be combined into a single, self-synchronizable data stream, suitable for transmission on a serial channel. Within each data bit cell there are always two frequencies, each with a width $D/2$. If the data bit is a one, the sequence of frequencies low:high is inserted to represent the data value. If the data bit is a zero, the sequence of frequencies high:low is inserted to represent the data value. This method creates a transition in the middle of a bit cell which is retrieved from the signal for use as a clock;

drop cable: a 75 Ω flexible coaxial cable which connects the station to the tap on the trunk cable;

FSK: frequency shift keying, a modulation technique whereby information is impressed upon a carrier by shifting the frequency of the transmitted signal to one of a small set of frequencies;

phase-continuous FSK: a particular form of FSK where the translations between signalling frequencies are accomplished by a continuous change of frequency (as opposed to the discontinuous replacement of one frequency by another, such as might be accomplished by a switch). Thus it is also a form of frequency modulation;

station: equipment connected to the local area network;

trunk cable: the main 75 Ω coaxial cable of a single-channel coaxial-cable-bus system.

8.1.2 Object

The object of this specification is to:

- 1) Provide the physical means necessary for communication between local area network stations conforming to this standard that are connected by a single-channel coaxial-cable-bus medium.
- 2) Define a physical interface that can be implemented independently among different manufacturers of hardware and achieve compatibility when interconnected by a common single-channel coaxial-cable-bus medium.

- 3) D'offrir une voie de communication caractérisée par une bande passante élevée et un faible taux d'erreurs binaires. Le taux résultant moyen d'erreurs binaires à l'interface de service MAC/PHY (voir partie 6) doit être inférieur à 10^{-8} , le taux moyen d'erreurs binaires non détectées étant inférieur à 10^{-9} au niveau de cette interface.
- 4) De permettre une installation et une maintenance faciles dans une large gamme d'environnements.
- 5) D'assurer une disponibilité élevée du réseau.

8.1.3 Compatibilité

Cette norme s'applique aux entités de couche physique qui sont conçues pour fonctionner sur un bus utilisant un câble coaxial de 75 Ω présentant une configuration câble principal/câbles de dérivation. Toutes les stations mono-canal à modulation à décalage de fréquence et phase continue fonctionnant au même débit binaire doivent être compatibles au niveau de l'interface avec le support spécifié dans la présente partie. Les réalisations particulières basées sur cette norme peuvent être conçues de différentes façons, sous réserve d'assurer la compatibilité au niveau de l'interface avec le support.

8.1.4 Présentation fonctionnelle du support à bus mono-canal sur câble coaxial

Le support de communication spécifié dans la partie 9 est composé d'un câble principal et de câbles de dérivation, avec possibilité d'arborescence sur le câble principal aussi bien que sur les câbles de dérivation, en utilisant des coupleurs/répartiteurs ou dérivateurs passifs non directionnels avec adaptation d'impédance. Les câbles de dérivation sont connectés aux stations.

8.2 Vue d'ensemble de la couche physique (PHY) à modulation FSK à déplacement de fréquence et variation de phase continue

8.2.1 Description générale des fonctions

Le texte suivant est une description informelle des fonctions assurées par une entité de couche physique mono-canal à modulation à déplacement de fréquence et variation de phase continue. L'ensemble des entités physiques fournissent un moyen par lequel les symboles présentés à l'interface MAC d'une entité de couche physique peuvent être transmis à toutes les entités de couche physique du bus, pour présentation aux interfaces MAC correspondantes.

8.2.1.1 Fonctions d'émission et de réception des symboles

Les symboles successifs présentés à l'entité de couche physique à son interface MAC-PHY sont appliqués à un codeur qui génère une information de sortie sous forme d'un code symbole-PHY à trois valeurs: [H], [L], [0].

Cette information de sortie est alors appliquée à un modulateur FSK à deux tonalités qui représente [H] par une tonalité de fréquence haute, [L] par une tonalité de fréquence basse et [0] par la condition OUVERT de l'émetteur.

- 3) Provide a communication channel capable of high bandwidth and low bit-error-rate performance. The resultant mean bit-error-rate at the MAC-PHY service interface (see Part 6) shall be less than 10^{-8} , with a mean undetected bit-error-rate of less than 10^{-9} at that interface.
- 4) Provide for ease of installation and service in a wide range of environments.
- 5) Provide for high network availability.

8.1.3 *Compatibility Considerations*

This standard applies to Physical layer entities which are designed to operate on a $75\ \Omega$ coaxial-cable-bus configured in a trunk and drop cable structure. All single-channel phase-continuous-FSK stations that signal at the same data rate shall be compatible at the medium interface specified in this part. Specific implementations based on this standard may be conceived in different ways provided compatibility at the medium interface is maintained.

8.1.4 *Operational Overview of the Single-Channel Coaxial-Cable-Bus Medium*

The communications medium specified in Part 9 consists of a trunk cable and drop cable structure, with branching (splitters) possible in both the trunk and drop cables by non-directional passive impedance-matching networks (taps). The drop cables are connected to the stations.

8.2 *Overview of the Phase-Continuous-FSK Physical (PHY) Layer*

8.2.1 *General Description of Functions*

These sub-clauses describe informally the functions performed by the single-channel phase-continuous-FSK Physical layer entity. Jointly these physical entities provide a means whereby symbols presented at the MAC interface of one Physical layer entity can be conveyed to all of the Physical layer entities on the bus for presentation to their respective MAC interfaces.

8.2.1.1 *Symbol Transmission and Reception Functions*

Successive symbols presented to the Physical layer entity at its MAC-PHY interface are applied to an encoder which produces as output a three state PHY-symbol code: [H], [L], [0].

That output is then applied to a two-tone FSK modulator which represents each transmitter [H] as the higher frequency tone, each [L] as the lower frequency tone. [0] represents the OFF condition of the transmitter output.

Chaque récepteur est également couplé au support (bus mono-canal sur câble coaxial). Il effectue un filtrage passe-bande du signal reçu pour diminuer le bruit reçu, démodule le signal filtré et déduit ensuite le symbole-PHY transmis de la présence de la porteuse et de la fréquence du signal reçu. Il décode ensuite le symbole-PHY déduit par un processus qui représente à peu près l'inverse du processus de codage et présente les symbole-MAC décodés résultants à son interface MAC-PHY.

Pour tous les symbole-MAC à l'exception de *remplissage_inactif*, ce décodage est exactement le contraire du processus de codage lorsqu'il n'y a pas d'erreur. Les symboles *remplissage_inactif* qui sont désignés collectivement par le terme *préambule* sont émis au début de chaque trame MAC afin de constituer un signal de réglage pour les récepteurs et pour fournir une séparation minimale non nulle entre des trames consécutives. Puisque chaque émission commence par des symboles *remplissage_inactif*, il est tout à fait possible que certains de ces symboles initiaux soient "perdus pendant le transit" entre l'émetteur et les récepteurs. En outre, dans les systèmes FSK à variation de phase continue, les codages des symbole-MAC *remplissage_inactif* successifs sont identiques aux codages d'une série alternée de *un* et de *zéro*, et les récepteurs peuvent décoder la représentation transmise de *remplissage_inactif* successifs sous forme d'une série alternée de *un* et de *zéro* et la signaler telle quelle à l'entité MAC.

8.2.1.2 Fonction d'inhibition-soliloque

Pour protéger le réseau local contre la plupart des défauts susceptibles d'intervenir dans une station, chaque station contient une fonction inhibition-soliloque. Cette fonction joue le rôle d'un chien de garde de l'émetteur; si la station ne met pas son émetteur hors service après un intervalle de temps assez long (de l'ordre de 0,1 s), la sortie de cet émetteur est mise automatiquement hors service, pendant au moins le reste de l'émission.

8.2.1.3 Fonctions d'administration locales

Il s'agit de fonctions optionnelles qui sélectionnent différents modes de fonctionnement. Ces fonctions peuvent être mises en service manuellement, par l'interface gestion des stations de l'entité de couche physique ou par les deux. Elles peuvent comprendre:

- 1) La mise en service ou hors service de la sortie de chaque émetteur (une configuration à support redondant comporte deux sorties d'émetteurs ou plus).
- 2) La sélection de la source du signal reçu: l'un des supports (si des supports redondants sont utilisés) ou un point de bouclage disponible.

Note.- Si un point de bouclage est sélectionné, toutes les sorties des émetteurs sont inhibées.

8.2.2 Modèle utilisé pour la spécification fonctionnelle

Voir référence 13 de l'annexe 0(A).

Each receiver is also coupled to the single-channel coaxial-cable-bus medium. It bandpass filters the received signal to reduce received noise, demodulates the filtered signal and then infers the transmitted PHY-symbol from the presence of carrier and the frequency of the received signal. It then decodes that inferred PHY-symbol by an approximate inverse of the encoding process and presents the resultant decoded MAC-symbols at its MAC-PHY interface.

For all MAC-symbols except *pad_idle*, this decoding process is an exact inverse of the encoding process in the absence of errors. The *pad_idle* symbols, which are referred to collectively as *preamble*, are transmitted at the start of each MAC frame, both to provide a training signal for receivers and to provide a non-zero minimum separation between consecutive frames. Since each transmission begins with *pad_idle* symbols, it is expected that some of these initial symbols may be "lost in transit" between the transmitter and receivers. Additionally, in phase-continuous-FSK systems, the encoding for the MAC-symbols *pad_idle* is a sequence of *ones* and *zeros* and receivers are permitted to decode the transmitted representation of *pad_idle* as a sequence of *ones* and *zeros* and report it as such to the MAC entity.

8.2.1.2 Jabber Inhibit Function

To protect the local area network from most faults in a station, each station contains a jabber-inhibit function. This function serves as a "watchdog" on the transmitter; if the station does not turn off its transmitter after a prolonged time (roughly 0.1 s), then the transmitter output has to be automatically disabled for at least the remainder of the transmission.

8.2.1.3 Local Administrative Functions

These are functions which select various modes of operation. They are activated either manually, or by way of the Physical layer entity's station management interface, or both. They are:

- 1) Enabling or disabling each transmitter output (a redundant medium configuration would have two or more transmitter outputs).
- 2) Selecting the received signal source: any single medium (if redundant media are present), or any available loopback point.

Note.- If a loopback point is selected, then all transmitter outputs have to be inhibited.

8.2.2 Model Used for the Functional Specification

See Reference 13 of Appendix 0(A).

8.2.3 Fonctions requises

Toutes les fonctions et prescriptions sont obligatoires pour toutes les réalisations. Cependant les limites appropriées des paragraphes 8.6.2 et 8.6.3 seront indiquées par le constructeur.

8.3 Application de la spécification relative à l'interface Administration de station/couche physique

Voir la section 10D.

8.4 Spécifications fonctionnelles, électriques et mécaniques de la couche physique bus mono-canal à modulation à décalage de fréquence et variation de phase continue

Sauf indication contraire, tous les niveaux de tension et de puissance spécifiés sont respectivement exprimés en volts efficaces et en dB efficaces (1 mV, 75 Ω) et basés sur l'émission de configurations arbitraires de données:

8.4.1 Débit binaire

Le débit binaire standard des systèmes FSK à variation de phase continue est de 1 Mbits/s. La tolérance autorisée pour ce débit est $\pm 0,01\%$ pour une station émettrice.

8.4.2 Codage des symboles

L'entité de couche physique émet des symboles-MAC qui sont présentés à son interface MAC-PHY par l'entité MAC. Les symboles-MAC autorisés sont (voir 6A.3.1):

zéro,
un,
non donnée,
remplissage_inactif et
silence.

Les symboles d'émission sont:

[H]
[L]
[0].

Ces symboles d'émission sont appliqués à un modulateur pendant 1/2 de la durée de bit, puis émis.

Le codage de chaque symbole-MAC entré est:

- silence* - chaque symbole de silence doit être codé sous forme d'une séquence [0-0]
- remplissage_inactif* - chaque paire de symboles *remplissage_inactif* est codée par la séquence [L][H][H][L]
- zéro* - chaque symbole *zéro* est représenté par la séquence [H][L]

8.2.3 Required Functions

All functions and requirements are mandatory in all implementations. However the limits appropriate to Sub-clauses 8.6.2 and 8.6.3 shall be stated by the manufacturer.

8.3 Application of Station Management-PHY Layer Interface Specification

Refer to Section 10D.

8.4 Single-Channel Phase-Continuous-FSK Physical Layer Functional, Electrical and Mechanical Specifications

Unless otherwise stated, all voltage and power levels specified are in rms and dB (1 mV, 75 Ω) rms, respectively, based on transmissions of arbitrary data patterns.

8.4.1 Data Signalling Rates

The standard data signalling rate for phase-continuous-FSK systems is 1 Mbits/sec. The permitted tolerance for this signalling rate is $\pm 0.01\%$ for a transmitting station.

8.4.2 Symbol Encoding

The Physical layer entity transmits MAC-symbols presented to it at its MAC-PHY interface by the MAC entity. The possible MAC-symbols are (see 6A.3.1):

zero,
one,
non_data,
pad_idle, and
silence.

The transmission symbols are

[H],
[L],
[0].

These transmission symbols are applied to a modulator for 1/2 of the bit period and then transmitted.

The encoding for each of the input MAC-symbols is:

<i>Silence</i>	-	Each silence symbol shall be encoded as the sequence [0-0]
<i>Pad_idle</i>	-	Each pair of <i>pad_idle</i> symbols shall be encoded as the sequence [L][H][H][L]
<i>Zero</i>	-	Each <i>zero</i> symbol shall be encoded as the sequence [H][L]

- un* - chaque symbole *un* est représenté par la séquence [L][H]
- non_donnée* - les symboles *non_donnée* sont émis par paires par l'entité sous-couche MAC. Chaque paire de symboles *non_donnée* consécutifs est représentée par la séquence [L][L][H][H].

En conséquence la séquence délimiteur_de_début_de_trame est codée comme suit:

non-donnée non-donnée zéro non-donnée non-donnée zéro zéro zéro
 [LL] [HH] [HL] [LL] [HH] [HL] [HL] [HL]

et la séquence délimiteur_de_fin_de_trame:

non-donnée non-donnée un non-donnée non-donnée un un un
 [LL] [HH] [LH] [LL] [HH] [LH] [LH] [LH]
 ou ou
 zéro zéro
 [HL] [HL]

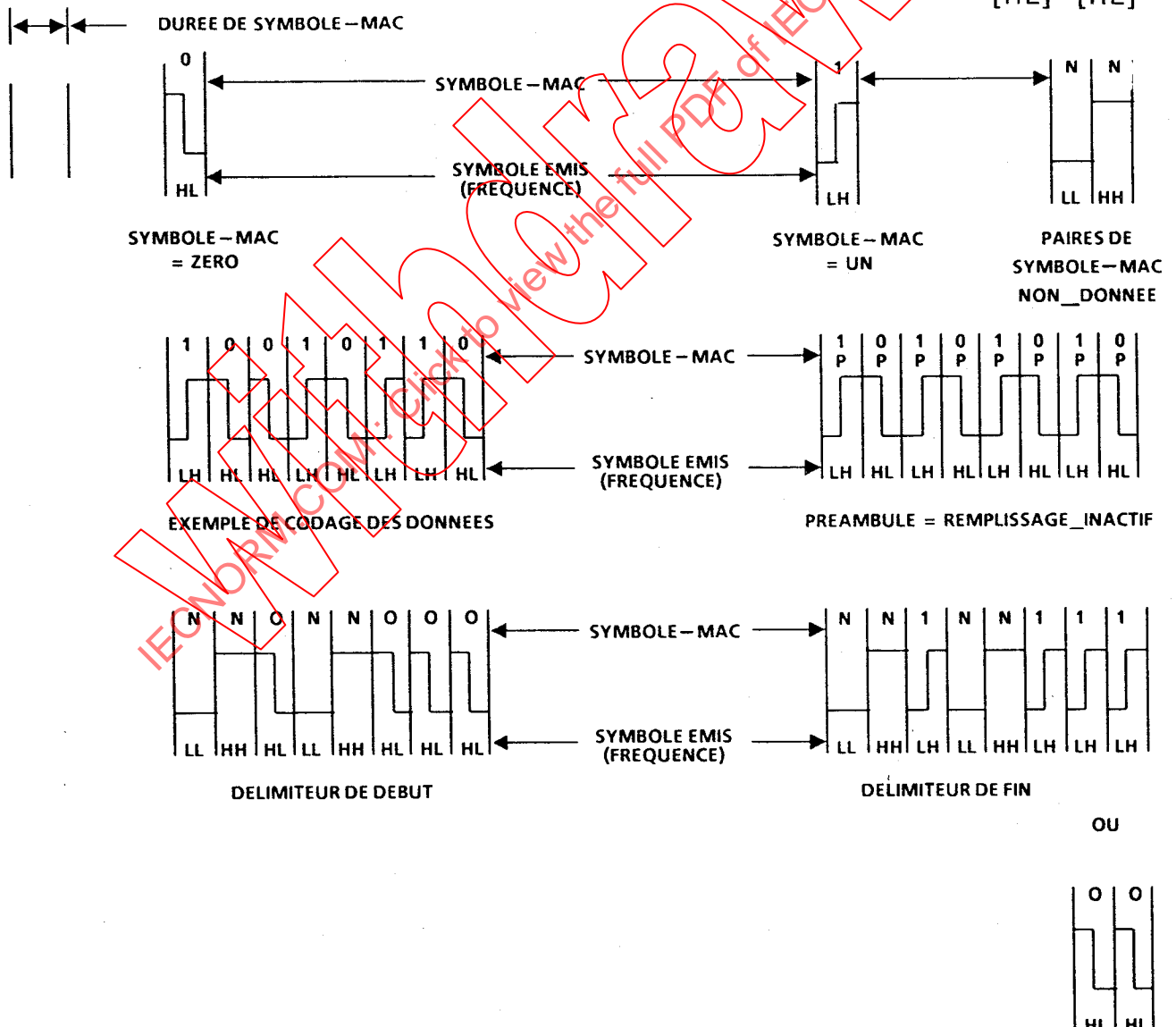


Fig. 8-2. - Codage des signaux physiques en code Manchester.

- One* - Each *one* symbol shall be encoded as the sequence [L][H]
- Non_data* - *Non_data* symbols are transmitted by the MAC sublayer entity in pairs. Each such pair of consecutive *non_data* symbols shall be encoded as the sequence [L][L][H][H].

Thus the start_frame_delimiter sequence will be encoded as:

```
non_data    non_data    zero    non_data    non_data    zero zero zero
[LL]       [HH]       [HL]    [LL]       [HH]       [HL] [HL] [HL]
```

The end_frame_delimiter sequence will be encoded as:

<i>non_data</i>	<i>non_data</i>	<i>one</i>	<i>non_data</i>	<i>non_data</i>	<i>one</i>	<i>one</i>	<i>one</i>
[LL]	[HH]	[LH]	[LL]	[HH]	[LH]	[LH]	[LH]
						or	or
						zero	zero
						[HL]	[HL]

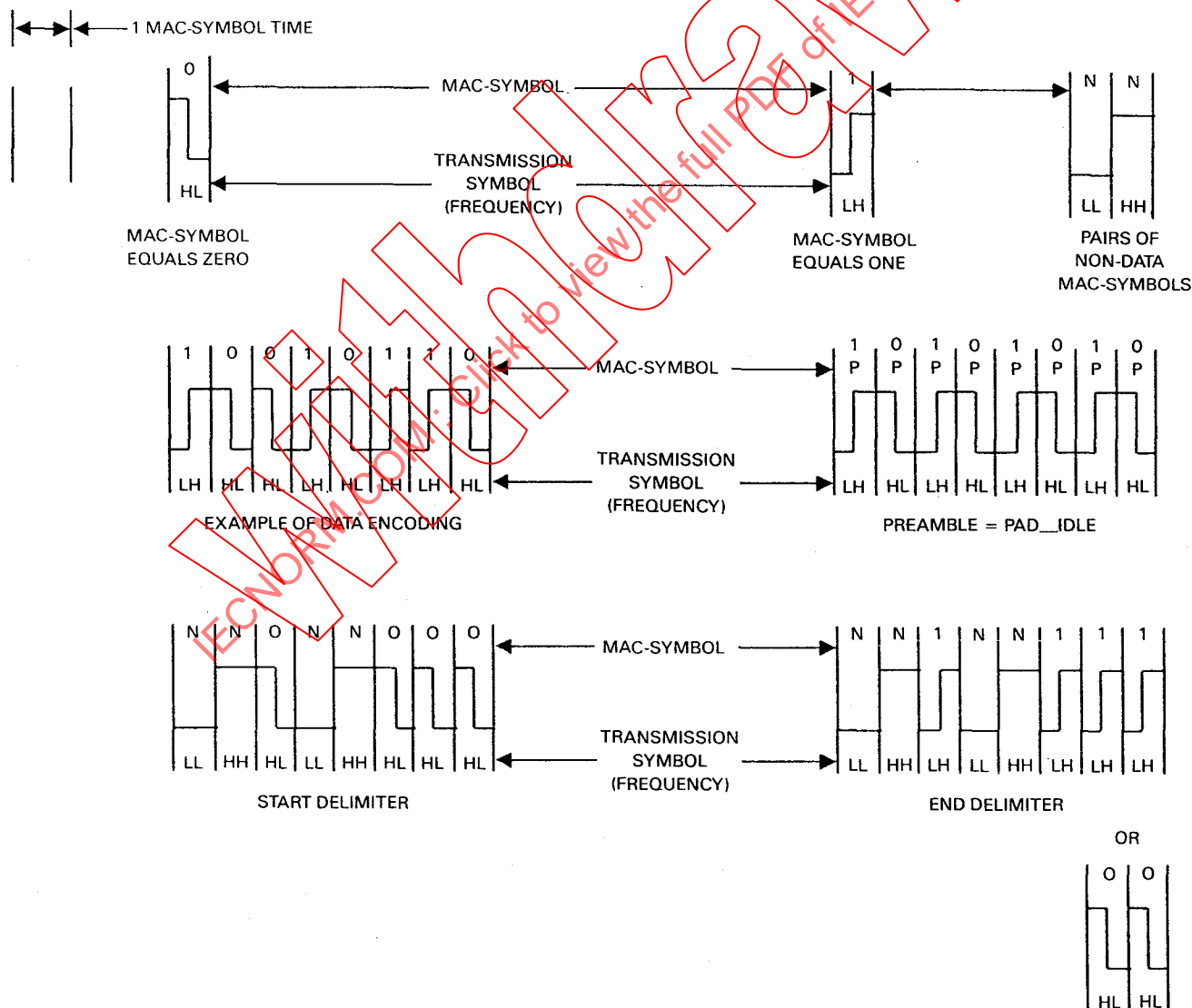


Fig. 8-2. - Manchester Data Encoded Physical Signal Encodings.

8.4.3 *Signal modulé sur la ligne (à la sortie ligne de la station)*

Le résultat du codage défini en 8.4.2 est appliqué à un modulateur FSK de façon que chaque [H] soit représenté par la plus haute des deux fréquences de signalisation du modulateur et que chaque [L] soit représenté par la plus basse de ces deux mêmes fréquences du modulateur et enfin que [0] soit représenté par une absence de porteuse et de modulation. La porteuse modulée résultante doit ensuite être émise sur le support (bus_mono_canal_sur_câble_coaxial) comme indiqué en 8.4.5.

8.4.3.1 Le signal de la ligne doit correspondre à un signal FSK de fréquence porteuse 5,00 MHz, variant de façon régulière entre les deux fréquences de signalisation, c'est-à-dire $3,75 \text{ MHz} \pm 80 \text{ kHz}$ et $6,25 \text{ MHz} \pm 80 \text{ kHz}$.

8.4.3.2 Chaque symbole d'émission résultant du codage de 8.4.2 doit être émis pendant une période égale à la moitié du temps entre-arrivées des symbole-MAC que l'entité MAC présente à l'interface MAC. L'instabilité maximale de cette périodicité doit être inférieure à 1% de la durée entre-arrivées de ce symbole-MAC.

8.4.3.3 Pendant la transition entre les deux fréquences de signalisation, le modulateur FSK doit modifier sa fréquence de façon continue et monotone en moins de 100 ns, avec une distorsion en amplitude de 10% au maximum.

8.4.3.4 Le niveau de sortie du signal émis à la fréquence porteuse modulée dans une charge résistive de 75Ω doit être compris entre +64 dB et +66 dB (1 mV, 75Ω)(dBmV).

8.4.3.5 Le signal de sortie résiduel ou de fuite dans l'état émetteur-hors (c'est-à-dire pendant l'émission du code_PHY [0]) ne doit pas dépasser -22 dB (1 mV, 75Ω)(dBmV).

8.4.4 *Inhibition-soliloque*

Chaque entité de couche physique doit comporter une fonctionnalité d'auto-interruption permettant d'empêcher la modulation d'atteindre le support du réseau local. Un dispositif matériel inclus dans la couche physique doit surveiller la condition "sortie en service" de l'émetteur dans une fenêtre d'une durée nominale de $0,1 \text{ s} \pm 25\%$ pendant laquelle une émission de liaison de données est autorisée. Si une émission dépasse cette durée, la fonction inhibition-soliloque entre en jeu pour empêcher tout signal de sortie de parvenir alors au support. La remise à zéro de cette fonction inhibition-soliloque doit avoir lieu à la réception d'une primitive PHY_RESET.demande en provenance de l'administration de station (voir section 10D). Des moyens supplémentaires de remise à zéro sont autorisés.

8.4.5 *Couplage au support*

Les fonctions de la couche physique sont destinées à fonctionner de façon satisfaisante avec un support composé d'un câble principal coaxial bidirectionnel 75Ω , de dérivateurs non directionnels à impédance adaptée et de câbles de dérivation de 75Ω d'impédance. Le couplage mécanique de la station au support doit se faire sur le câble de dérivation au moyen d'un connecteur femelle de série F, de 75Ω , comme indiqué à la section 9.

8.4.3 *Modulated Line Signal (at the line output of the station)*

The result of the transmission encoding step of 8.4.2 shall be applied to an FSK modulator with the result that each [H] shall be represented by the higher of the modulator's two signalling frequencies, each [L] shall be represented by the lower of the modulator's two signalling frequencies, and each [0] shall be represented by the absence of both carrier and modulation. The resultant modulated carrier shall be coupled to the single-channel coaxial-cable-bus medium as specified in 8.4.5.

8.4.3.1 The line signal shall correspond to an FSK signal with its carrier frequency at 5.00 MHz, varying smoothly between the two signalling frequencies of 3.75 MHz $\pm$ 80 kHz and 6.25 MHz $\pm$ 80 kHz.

8.4.3.2 Each of the transmission symbols resulting from the transmission encoding step of 8.4.2 shall be transmitted for a period equal to one-half of the inter-arrival time of the MAC-symbols which the MAC entity presents at the MAC interface. The maximum jitter in this periodicity shall be less than 1% of that MAC-symbol inter-arrival time.

8.4.3.3 When transitioning between the two signalling frequencies, the FSK modulator shall change its frequency in a continuous and monotonic manner within 100 ns, with amplitude distortion of at most 10%.

8.4.3.4 The output level of the transmitted signal at the modulated carrier frequency into a 75 Ω resistive load shall be between +64 dB and +66 dB (1 mV, 75 Ω) (dBmV).

8.4.3.5 The residual or leakage transmitter-off output signal (that is, while "transmitting" the PHY code [0]) shall be no more than -22 dB (1 mV, 75 Ω) (dBmV).

8.4.4 *Jabber Inhibit*

Each Physical layer entity shall have a self-interrupt capability to inhibit modulation from reaching the local area network medium. Hardware within the Physical layer shall monitor the output-on condition of the transmitter and shall provide a nominal window of 0.1 s $\pm$ 25% during which time data link transmission may occur. If a transmission is in excess of this duration, the jabber inhibit function shall operate to inhibit any further output from reaching the medium. Reset of this jabber inhibit function shall occur upon receipt of a station management PHY_RESET.request (see Section 10D). Additional resetting means are permitted.

8.4.5 *Coupling to the Medium*

The Physical layer functions are intended to operate satisfactorily over a medium consisting of a 75 Ω bidirectional coaxial trunk cable, non-directional impedance matching taps, and 75 Ω drop cables. The mechanical coupling of the station to the medium shall be to a drop cable by way of a 75 Ω female F-series connector on the station, as specified in Part 9.

Le rapport maximal d'ondes stationnaires (ROS) au niveau du connecteur N du récepteur doit être au plus égal à 1,5/1 lorsque le connecteur est chargé par une résistance de 75 Ω . Le ROS est mesuré dans la gamme de 3 à 7 MHz.

L'émetteur et le récepteur doivent être couplés en alternatif avec le conducteur central d'un des câbles de dérivation du support et la tension de claquage du dispositif de couplage en alternatif doit être au moins égale à 500 V efficaces. Le blindage du support à câble coaxial peut optionnellement être relié à la terre du châssis; l'impédance de cette connexion doit alors être inférieure à 0,1 Ω .

8.4.6 Sensibilité et sélectivité des récepteurs

L'entité de couche physique doit pouvoir fournir un taux d'erreurs binaires non détectées de 10^{-9} au plus et un taux d'erreurs binaires détectées de 10^{-8} au plus lorsqu'elle reçoit des signaux dont le niveau est compris entre +4 dBmV et +50 dBmV, avec un rapport signal sur bruit S/B supérieur ou égal à 20 dBmV. Le bruit doit être mesuré dans une gamme de fréquence de 3 à 7 MHz, comme indiqué en 8.4.5.

De plus, chaque station doit pouvoir interpréter correctement ses propres émissions.

8.4.7 Base de temps des symboles

Chaque entité couche physique doit récupérer les informations de synchronisation des symboles-PHY à partir des transitions entre les fréquences de signalisation du signal reçu et doit utiliser cette information de synchronisation ainsi récupérée pour déterminer la cadence précise à laquelle les symboles-MAC devraient être fournis à l'interface MAC. L'instabilité de cette base de temps du symbole-MAC ainsi élaborée par rapport à la base de temps du symbole-PHY figurant dans le signal reçu doit être inférieure à 8% (lorsqu'un *silence* est reçu en provenance du support, il doit être indiqué à l'interface MAC à la cadence nominale déterminée par 8.4.1, à $\pm 25\%$ près).

8.4.8 Décodage des symboles

Après démodulation et détermination de chaque symbole-PHY reçu, ce symbole-PHY doit être décodé par un processus inverse de celui décrit en 8.4.2 et les symboles-MAC décodés doivent être présentés à l'interface MAC. (Comme il a été noté en 8.2.1.1, les récepteurs peuvent décoder la représentation émise de *remplissage_inactif* par une suite de un et zéro.)

Lorsqu'une séquence de symboles-PHY reçue ne possède pas d'inverse dans le processus de codage, les symboles-PHY concernés sont décodés sous forme d'un nombre approprié de symboles-MAC *signal_incorrect* et présentés comme tels à l'interface MAC_PHY. Dans ces cas, l'entité réceptrice devrait resynchroniser le processus de décodage aussi rapidement que possible.

The maximum Voltage-Standing-Wave-Ratio (VSWR) at the receiver connector shall be 1.5:1 or less when that connector is terminated with a 75 Ω resistive load. The VSWR is as measured over the spectral range of 3 MHz - 7 MHz.

Both the transmitter and the receiver shall be transformer coupled to the centre conductor of one of the medium's drop cables. The breakdown voltage between the windings shall be at least 500 V a.c. r.m.s. The shield of the coaxial cable medium may be optionally connected to chassis ground, and the impedance of that connection shall be less than 0.1 Ω .

8.4.6 Receiver Sensitivity and Selectivity

The Physical layer entity shall be capable of providing an undetected bit error rate of 10^{-9} or lower, and a detected bit error rate of 10^{-8} or lower, when receiving signals at +4 dBmV to +50 dBmV and with a signal-to-noise ratio (SNR) of 20 dBm or greater. The noise shall be as measured over a spectral range of 3 to 7 MHz as described in 8.4.5.

In addition, each receiver has to be able to properly interpret its own station's transmissions.

8.4.7 Symbol Timing

Each Physical layer entity shall recover the PHY-symbol timing information contained within the transitions between signalling frequencies of the received signal, and shall use this recovered timing information to determine the precise rate at which MAC-symbols should be delivered to the MAC interface. The jitter in this reported MAC-symbol timing relative to the PHY-symbol timing within the received signalling shall be less than 8%. (When receiving *silence* from the medium, it shall be reported at the MAC interface at the nominal rate determined by 8.4.1 within $\pm 25\%$.)

8.4.8 Symbol Decoding

After demodulation and determination of each received PHY-symbol, that PHY-symbol shall be decoded by the process inverse to that described in 8.4.2, and the decoded MAC-symbols shall be reported at the MAC interface. (As noted in 8.2.1.1, receivers are permitted to decode the transmitted representation of *pad_idle* as a sequence of *ones* and *zeros*.)

Whenever a PHY-symbol sequence is received for which the encoding process has no inverse, those PHY-symbols shall be decoded as an appropriate number of *bad_signal* MAC-symbols and reported as such at the MAC_PHY interface. In such cases, the receiving entity should resynchronize the decoding process as rapidly as possible.

8.4.9 *Sélection de la source des signaux reçus*

La possibilité de sélectionner la source de signaux reçue, soit un point de bouclage dans l'entité de couche physique, soit le (un des) support(s) (éventuellement redondants) de transmission, selon les indications de l'entité d'administration de station, est recommandée mais optionnelle. Lorsque la source sélectionnée est autre que le support (ou un des supports), l'entité PHY doit mettre hors service automatiquement les émissions vers tous les bus connectés, tant que cette sélection est en vigueur.

8.4.10 *Mise en/hors service de l'émetteur*

La possibilité de mettre en ou hors service l'émission de la modulation sur le support (bus mono-canal sur câble coaxial), sur ordre de l'entité d'administration, est obligatoire.

8.4.11 *Supports redondants*

Des réalisations de cette norme capable de travailler avec des supports redondants sont recommandées sous réserve que la réalisation fonctionne correctement *telle qu'elle est livrée* dans un environnement non redondant à un seul câble. Lorsque des supports redondants sont utilisés, les dispositions de 8.4.4, 8.4.5, 8.4.9 et 8.4.10 s'appliquent séparément et indépendamment à l'interface avec chaque support. En particulier, un connecteur particulier et une fonction séparée inhibition-soliloque doit exister pour chaque support (bien qu'une inhibition collective puisse être autorisée), la sélection de la source des signaux reçus mise en oeuvre doit pouvoir sélectionner l'un quelconque des supports redondants et il doit être possible de procéder à la mise en service ou hors service de chaque émetteur indépendamment des autres émetteurs redondants, lorsque la source du signal reçu est un des supports redondants.

8.4.12 *Fiabilité*

L'entité de couche physique sera conçue de façon que la probabilité qu'elle provoque une panne de communication entre d'autres stations connectées au support soit inférieure à 10^{-6} par heure de fonctionnement continu ou discontinu.

Les connecteurs et autres composants passifs constituant le dispositif employé pour connecter la station au support à câble coaxial seront conçus pour minimiser la probabilité d'une panne totale du réseau.

8.5 *Spécifications relatives à l'environnement*

8.5.1 *Exigences de sécurité*

Ce paragraphe énumère un certain nombre de recommandations et de principes généraux concernant la sécurité. La liste est incomplète; elle ne couvre pas non plus tous les problèmes relatifs à la sécurité. Le concepteur est vivement invité à consulter les règlements et codes de sécurité locaux, nationaux et internationaux pertinents afin d'assurer la conformité avec les normes appropriées.

8.4.9 *Received Signal Source Selection*

The ability to select the source of received signalling, either a loopback point within the Physical layer entity or (one of) the (possibly redundant) media, as directed by the station management entity, is required. When the selected source is other than (one of) the media, the PHY entity shall disable transmission to all connected bus media automatically while such selection is in force.

8.4.10 *Transmitter Enable/Disable*

The ability to enable and disable the transmission of modulation onto the single-channel bus medium as directed by the station management entity is mandatory.

8.4.11 *Redundant Media Considerations*

Embodiments of this standard which can function with redundant media are encouraged, provided that the embodiment as delivered will function correctly in a non-redundant single-cable environment. Where redundant media are employed, the provisions of 8.4.4, 8.4.5, 8.4.9, and 8.4.10 shall apply separately and independently to each single medium interface. Specifically, separate connectors and jabber-inhibit monitoring shall exist for each medium (although common inhibition is permissible), receiver signal source selection shall be provided which is capable of selecting any one of the redundant media, and it shall be possible to enable or disable each single transmitter independently of all other redundant transmitters when the source of received signalling is one of the redundant media.

8.4.12 *Reliability*

The Physical layer entity shall be designed such that its probability of causing a communication failure among other stations connected to the medium is less than 10^{-6} per hour of continuous (or discontinuous) operation.

Connectors and other passive components comprising the means of connecting the station to the coaxial cable medium shall be designed to minimize the probability of total network failure.

8.5 *Environmental Specifications*

8.5.1 *Safety Requirements*

This sub-clause lists a number of recommendations and guidelines related to safety. The list is incomplete, nor does it address all possible safety concerns. The designer and installer are urged to consult the relevant local, national, and international safety regulations to assure compliance with the appropriate standards.

Les systèmes de réseaux locaux utilisant des câbles, décrits dans la partie 9, sont soumis à quatre types au moins de risques électriques directs pendant leur emploi et les concepteurs des équipements de raccordement doivent être avertis de ces risques. Ces risques et dangers sont:

- 1) Contact direct entre des composants du réseau local et des circuits d'éclairage ou d'alimentation.
- 2) Accumulation de charges statiques sur les composants et les câbles du réseau local.
- 3) Transitoires à haute énergie appliqués au câblage du réseau local.
- 4) Différences de potentiel entre les masses de sécurité auxquelles sont connectés les différents composants du réseau.

Ces risques électriques, auxquels sont soumis tous les câblages similaires, doivent être palliés de façon appropriée pour qu'un réseau local fonctionne correctement. Outre les dispositions visant à une prise en compte appropriée de ces défauts dans un système opérationnel, des mesures particulières devraient être prises pour s'assurer que les dispositions mises en oeuvre visant la sécurité ne sont pas compromises lors des opérations de connexion (ou de déconnexion) d'équipements au support d'un réseau local existant.

8.5.2 *Environnement électromagnétique et électrique*

Les sources de perturbations dues à l'environnement comprennent les champs électromagnétiques, les décharges électrostatiques, les tensions transitoires entre raccordements à la terre, etc. Plusieurs de ces sources peuvent provoquer une montée de tension entre le câble coaxial et la connexion à la terre de la station, s'il y en a une.

L'entité de couche physique doit être conforme à ses spécifications lorsqu'elle travaille dans un environnement industriel.

8.5.2.1 *Environnement électromagnétique*

L'environnement industriel peut comprendre un champ ambiant plan de.

- a) 2 volts/mètre de 10 kHz à 30 MHz;
- b) 5 volts/mètre de 30 MHz à 1 GHz.

8.5.2.2 *Différences de potentiel entre terres*

Des valeurs typiques de différences de potentiel entre terres en milieu industriel sont indiquées ci-dessous:

- a) lorsque le support de transmission est entièrement situé dans une zone protégée, cette différence de potentiel est typiquement inférieure à 10 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 400 Hz;
- b) lorsque le support de transmission est exposé à l'environnement industriel cette différence de potentiel est typiquement inférieure à 50 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 400 Hz;

Local area network cable systems as described in Part 9 are subject to at least four direct electrical safety hazards during their use, and designers of connecting equipment should be aware of these hazards. The hazards are:

- 1) Direct contact between local network components and power or lighting circuits.
- 2) Static charge buildup on local network cables and components.
- 3) High-energy transients coupled onto the local network cabling system.
- 4) Potential differences between safety grounds to which various network components are connected.

These electrical safety hazards, to which all similar cabling systems are subject, should be alleviated properly for a local network to perform properly. In addition to provisions for properly handling these faults in an operational system, special measures have to be taken to ensure that the intended safety features are not negated when attaching or detaching equipment from the local area network medium of an existing network.

8.5.2 *Electromagnetic and Electric Environment*

Sources of interference from the environment include electromagnetic fields, electrostatic discharge, transient voltages between earth connections, and so forth. Several sources of interference will contribute to voltage buildup between the coaxial cable and the earth connection, if any, of the station.

The Physical layer entity shall meet its specifications when operating in an industrial environment.

8.5.2.1 *Electromagnetic Environment*

The industrial environment may include an ambient plane wave field of:

- 1) 2 volts/metre from 10 kHz to 30 MHz.
- 2) 5 volts/metre from 30 MHz to 1 GHz.

8.5.2.2 *Differences in Earth Potential*

Typical differences in earth potential for an industrial environment are:

- a) when the medium is entirely contained in a protected area, this difference in earth potential is typically less than 10 V peak-to-peak at frequencies less than 400 Hz;
- b) when the medium is exposed to the plant environment, this difference in earth potential is typically less than 50 V peak-to-peak at frequencies less than 400 Hz;

- c) lorsque le support de transmission est exposé à un environnement industriel sévère (par exemple celui d'une centrale électrique), cette différence de potentiel peut atteindre typiquement 1 000 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 10 MHz.

8.5.3 *Température et humidité*

Toutes les réalisations de la présente norme doivent pouvoir travailler dans une gamme raisonnable de conditions d'environnement (température, humidité et contraintes physiques telles que chocs et vibrations). Les exigences et valeurs particulières concernant ces paramètres sont considérés comme dépassant le cadre de cette norme. Il est demandé aux constructeurs d'indiquer dans la documentation associée aux équipements et composants du système (et si possible sur les composants) les spécifications de l'environnement dans lequel ils peuvent fonctionner, afin de faciliter le choix, l'installation et la maintenance de ces composants.

8.6 *Etiquetage*

Chaque réalisation (et la documentation correspondante) d'une entité de couche physique conforme à la présente norme doit être étiquetée d'une façon visible pour l'utilisateur, l'étiquette devant comporter au moins les paramètres suivants:

- a) débit binaire exprimé en Mbits/s (en l'occurrence 1 Mbits/s);
- b) temps de propagation d'aller et retour introduit par l'équipement, dans le cas le plus défavorable, lors d'un échange comportant une transmission bi-directionnelle entre stations, comme spécifié en 5B.1.6;
- c) modes de fonctionnement et possibilités de sélection, comme indiqué en 10D;
- d) lorsque la station comporte plusieurs connecteurs de la série N (par exemple pour des supports redondants) la fonction de chaque connecteur doit être précisée clairement par des marques inscrites sur la station, à proximité du connecteur concerné.

- c) when the medium is exposed to a severe plant environment (for example a power station), this difference in earth potential may typically rise to 1 000 V peak-to-peak at frequencies less than 10 MHz.

8.5.3 *Temperature and Humidity*

Any embodiment of this standard is expected to operate over a reasonable range of environmental conditions related to temperature, humidity, and physical handling such as shock and vibration. Specific requirements and values for these parameters are considered to be beyond the scope of this standard. Manufacturers are to indicate in the literature associated with system components and equipment (and on the components if possible) the operating environment specifications to facilitate selection, installation and maintenance of these components.

8.6 *Labelling*

It is required that each embodiment (and supporting documentation) of a Physical layer entity conforming to this standard be labelled in a manner visible to the user with at least these parameters:

- a) data rate capability in Mbits/s (that is, 1 Mbit/s);
 - b) worst-case round-trip delay which this equipment induces on a two-way transmission exchange between stations, as specified in 5B.1.6;
 - c) operating modes and selection capabilities as defined in 10D;
 - d) when the station has multiple N-series connectors (for example, for redundant media) the role of each such connector shall be designated clearly by markings on the station in the vicinity of that connector.
-

PARTIE 9: SPECIFICATION DE LA COUCHE SUPPORT: BUS SUR CÂBLE COAXIAL A CANAL UNIQUE

9.1 Objet et domaine d'application

Cette partie spécifie les caractéristiques électriques, fonctionnelles et mécaniques de la couche support (bus_sur_câble_coaxial à canal_unique) de la norme PROWAY. Cette spécification définit la réalisation d'un support pour un réseau local utilisant un bus sur câble_coaxial à canal_unique. La relation de la présente partie avec les autres parties de la norme et avec les spécifications des réseaux locaux sont illustrées en figure 9-1.

Cette section spécifie la couche support seulement dans la mesure nécessaire pour assurer:

- l'interfonctionnement des entités de couche physique conformes à la présente norme lorsqu'elles sont connectées à une couche support conforme à cette section et
- la protection du réseau local lui-même et de ceux qui l'utilisent.

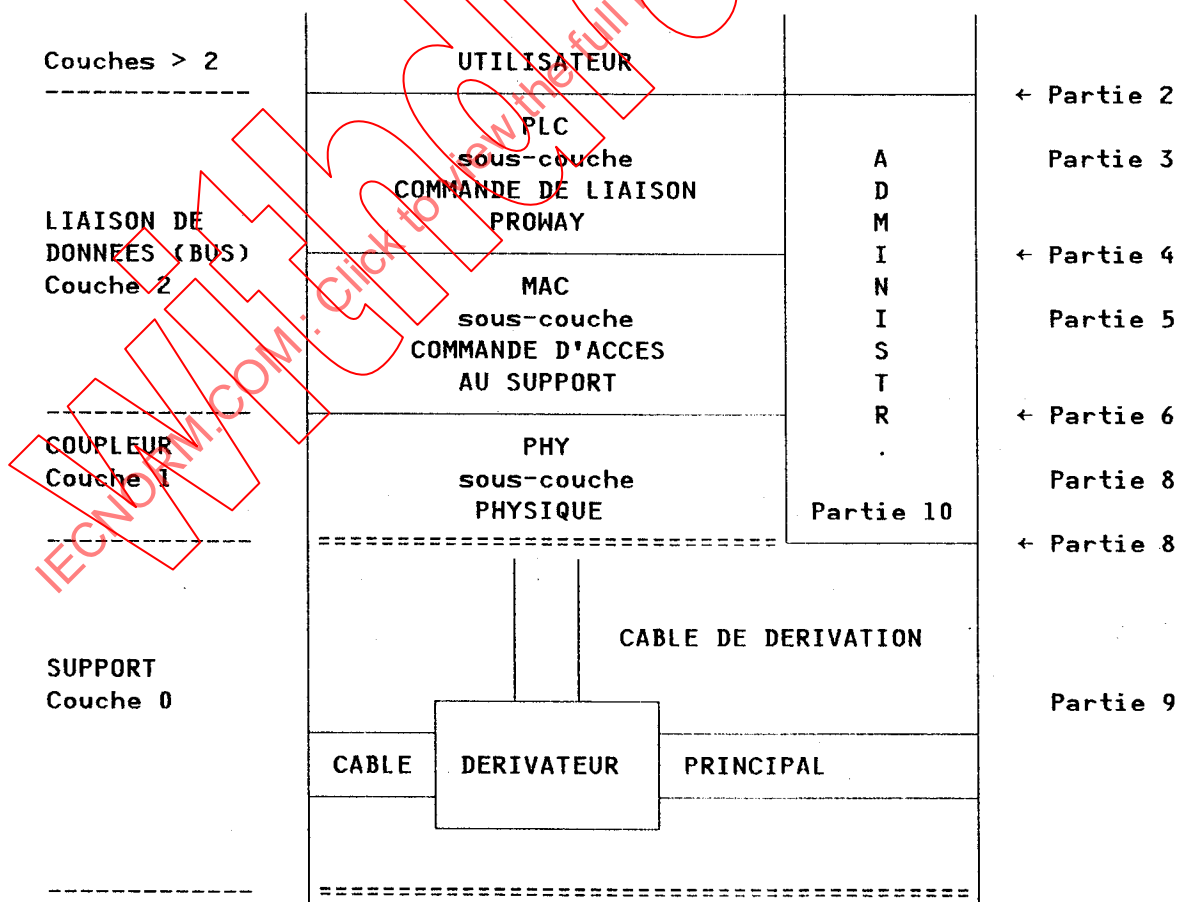


Fig. 9-1. - Relations avec le modèle de RL.

PART 9: SINGLE-CHANNEL COAXIAL-CABLE-BUS MEDIUM "LAYER" SPECIFICATION

9.1 Scope and Field of Application

This part specifies the functional, electrical and mechanical characteristics of the medium "layer" (single-channel coaxial-cable-bus) of the PROWAY standard. This specification defines the medium "layer" embodiment of a single-channel coaxial-cable-bus local area network. The relationship of this part to other parts of this standard and to LAN specifications is illustrated in Figure 9-1.

This standard specifies the medium "layer" only in so far as necessary to ensure:

- a) the interoperability of Physical layer entities conforming to this standard when connected to a medium layer conforming to this section, and
- b) the protection of the local area network itself and those using it.

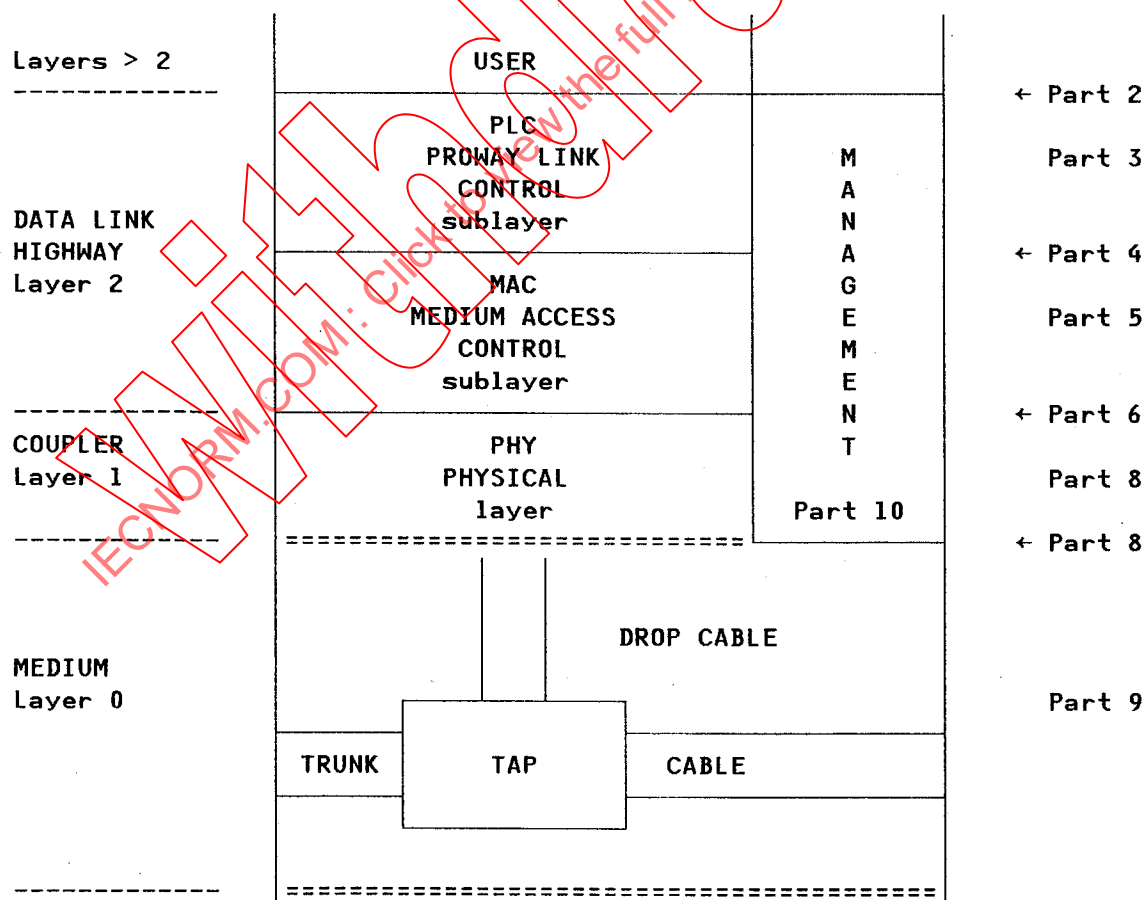


Fig. 9-1. - Relationship to LAN Model.

9.1.1 Nomenclature

Système FSK mono-canal: système dans lequel les informations sont codées au moyen d'une modulation de fréquence appliquée à une porteuse avant d'être envoyées sur un support de transmission de type coaxial. A n'importe quel endroit du support, un seul signal d'information peut être présent à un moment quelconque sur le canal sans provoquer une perturbation;

câble de dérivation: câble coaxial flexible qui connecte la station au support (bus sur câble coaxial) à canal unique;

connecteur: connecteur coaxial;

FSK (modulation à déplacement de fréquence): technique de modulation dans laquelle les informations sont inscrites sur une porteuse en décalant la fréquence du signal émis pour la rendre égale à une des fréquences d'une petite série de fréquences;

répartiteur de puissance (à adaptation d'impédance): petit dispositif qui assure le couplage électrique et mécanique d'un câble principal de gros diamètre à d'autres câbles principaux de gros diamètre, permettant ainsi une topologie avec embranchements pour le câble principal coaxial à canal unique. Un répartiteur de puissance combine l'énergie du signal reçu sur ses entrées et répartit l'énergie du signal reçu du câble principal symétriquement sur les autres câbles principaux. Il ne contient que des composants électriques passifs (R, L, C);

répartiteur (à adaptation d'impédance): version du répartiteur de puissance utilisée pour coupler des câbles de dérivation de façon symétrique;

station: équipement connecté au réseau local;

dérivateur (à adaptation d'impédance): module qui assure le couplage électrique et mécanique du câble principal à des câbles de dérivation. Il répartit l'énergie du signal reçu de chaque câble principal de façon très asymétrique, la plus grande partie de l'énergie passant directement sur l'autre câble principal, et seulement un faible pourcentage de cette énergie allant vers les câbles de dérivation. Il combine l'énergie reçue des câbles de dérivation en envoyant seulement une petite partie de cette énergie de façon égale sur les câbles principaux et renvoie le reste vers les câbles de dérivation. Il ne contient que des composants électriques passifs (R, L, C);

câble principal: câble coaxial principal, d'un diamètre habituellement plus gros, semi-rigide, dans un système de bus sur câble coaxial à canal unique.

9.1.2 Objet

L'objet de cette spécification est de:

- a) fournir le support nécessaire pour la communication entre stations conformes à la présente norme;
- b) assurer une disponibilité élevée du réseau;
- c) assurer la facilité d'installation et de maintenance dans une large gamme d'environnements.

9.1.1 Nomenclature

Single-channel FSK system: a system whereby information is encoded, frequency modulated onto a carrier, and impressed on the coaxial transmission medium. At any point on the medium, only one information signal at a time can be present in the channel without disruption;

drop cable: a flexible coaxial cable of the single-channel coaxial-cable-bus medium which connects to a station;

connector: a coaxial connector;

FSK: frequency shift keying, a modulation technique whereby information is impressed upon a carrier by shifting the frequency of the transmitted signal to one of a small set of frequencies;

(impedance-matching) power splitter: a small module which electrically and mechanically couples one large diameter trunk cable to other large diameter trunk cables, providing a branching topology for the single-channel coaxial cable trunk. A power splitter combines signal energy received at its ports, splitting any signal energy received from a trunk symmetrically among the other trunks. It contains only passive electrical components (R, L, C);

(impedance-matching) splitter: a version of the power splitter used to couple drop cables together symmetrically;

station: equipment connected to the local area network;

(impedance-matching) tap: a module which electrically and mechanically couples the trunk cable to drop cables. It splits the signal energy received from each trunk cable very asymmetrically, with the bulk of that signal energy passed to the other trunk cable and only a small percentage going to the drop cables. It combines any signal energy received from the drop cables, splits a small part of that signal energy equally among the trunk cables, and passes most of the rest of that combined signal energy back to the drop cables. It contains only passive electrical components (R, L, C);

trunk cable: the main, usually larger diameter, semi-rigid, coaxial cable of a single-channel coaxial-cable-bus system.

9.1.2 Object

The object of this specification is to:

- a) provide the physical medium necessary for communication between stations conforming to this standard;
- b) provide for high network availability; and
- c) provide for ease of installation and service in a wide range of environments.

9.1.3 *Compatibilité*

Toutes les réalisations de la couche support conformes à la présente norme doivent être compatibles à l'interface entre le câble de dérivation et la station. Des réalisations particulières basées sur cette norme peuvent être réalisées de diverses façons pourvu que la compatibilité au niveau de l'interface réelle câble de dérivation/station soit assurée. Le constructeur doit indiquer les valeurs applicables à l'article 9.5.

9.2 *Vue d'ensemble de la couche support: bus sur câble coaxial*

9.2.1 *Description générale des fonctions*

Les paragraphes qui suivent décrivent, de façon informelle, les fonctions assurées par la couche support (bus sur câble coaxial à canal unique). Ensemble, ces fonctions fournissent un moyen par lequel les signaux présentés aux interfaces entre la station et les câbles de dérivation peuvent être combinés et transférés à toute station connectée à tout câble de dérivation et permettent ainsi la communication entre les stations connectées au support.

9.2.1.1 *Vue d'ensemble de la couche support: bus sur câble coaxial à canal unique*

Les stations sont connectées au(x) câble(s) principal (principaux) de diamètre plus important constituant des réseaux en bus sur câble coaxial à canal unique au moyen de câbles de dérivation de plus petit diamètre et de dérivateurs à adaptation d'impédance. Ces dérivateurs sont des dispositifs passifs non directionnels (c'est-à-dire omni-directionnels) vis-à-vis de la propagation des signaux. Les caractéristiques non directionnelles des dérivateurs permettent au signal issu de la station de se propager dans les deux directions sur le câble principal. Les dérivateurs servent également à minimiser les effets des réflexions dues aux éventuelles désadaptations d'impédances le long du câble principal ou sur les câbles de dérivation.

La topologie du réseau en bus sur câble coaxial à canal unique est celle d'un arbre à embranchements nombreux sans racine. Les stations sont connectées comme des feuilles sur les branches de l'arbre. Les embranchements sont réalisés à partir du câble principal au moyen de répartiteurs de puissance qui assurent un couplage non directionnel vis-à-vis des signaux transmis sur le câble principal, d'une façon analogue à ce que réalisent les dérivateurs décrits plus haut. De même que les dérivateurs, les répartiteurs de puissance utilisent uniquement des composants électriques passifs (R, L, C seulement).

On peut également réaliser des embranchements dans les câbles de dérivation au moyen de répartiteurs (de câble de dérivation) qui emploient également uniquement des composants électriques passifs.

9.2.2 *Modèle utilisé pour la spécification fonctionnelle*

Voir référence 14 en annexe 0(A).

9.1.3 *Compatibility*

All implementations of the medium layer conforming to this standard shall be compatible at the interface of the drop cable to the station. Specific implementations based on this standard may be executed in different ways provided compatibility at the actual drop cable to station interface is maintained. The manufacturer shall state the values applicable to Clause 9.5.

9.2 Overview of the Coaxial-Cable-Bus Medium Layer

9.2.1 General Description of Functions

The following sub-clauses describe informally the functions performed by the single-channel coaxial-cable-bus medium layer. Jointly these functions provide a means whereby signals presented at the station interfaces to the drop cables can be combined and conveyed to all of the stations connected to any of the medium's drop cables. Thus all stations connected to this medium can communicate.

9.2.1.1 *Overview of the Single-Channel Coaxial-Cable-Bus Medium*

Stations are connected to the larger diameter trunk cable(s) of single-channel coaxial-cable-bus systems by smaller diameter drop cables and impedance-matching taps. These taps are passive devices which are non-directional (that is, omni-directional) with regard to signal propagation. The non-directional characteristics of the taps permit the station's signal to propagate in both directions along the trunk cable. The taps also minimize the effects of reflections due to any impedance mismatches along the trunk or on drop cables.

The topology of the single-channel coaxial-cable-bus system is that of a highly branched tree without a root. The stations are connected as leaves to the tree's branches. Branching is accomplished in the trunk itself by way of power splitters, which provide non-directional coupling of the signals carried on the trunk cables similar to that of the just described taps. Like the taps, the power splitters employ only passive electrical components (R, L, C only).

Branching in the drop cables is provided by (drop cable) splitters which also employ only passive electrical components.

9.2.2 *Model Used for the Functional Specification*

See Reference 14, Appendix 0(A).

9.2.3 Caractéristiques de base et options

Toutes les caractéristiques sont obligatoires et requises dans toutes les réalisations de supports qui se réclament de la conformité à la présente norme. Cependant, le constructeur doit indiquer les valeurs applicables à l'article 9.5.

9.3 Spécifications fonctionnelles, électriques et mécaniques de la couche support (bus sur câble coaxial à canal unique)

La couche support en bus sur câble coaxial à canal unique est une entité dont la seule fonction (pour ce qui concerne la présente norme) est de transporter le signal entre les stations d'un réseau local connectées entre elles au moyen de ce support. En conséquence, seules les caractéristiques de la couche support qui ont un impact sur le transport du signal entre les stations et sur la sécurité des personnes et des matériels sont spécifiées dans la présente norme.

Une réalisation de la couche support sera estimée conforme à la présente norme si elle fournit les services et caractéristiques de transport du signal aux stations d'un réseau local en bus sur câble coaxial à canal unique et si elle obéit aux codes de sécurité et d'environnement applicables.

Toutes les mesures spécifiées dans les paragraphes suivants doivent être effectuées au point de connexion de la station au support (c'est-à-dire au câble de dérivation). Sauf indication contraire, tous les niveaux de puissance et de tension sont exprimés respectivement en valeurs efficaces et en dB (1 mV, 75 Ω) [dBmV] et sont basés sur l'émission de configurations de données arbitraires.

9.3.1 Couplage à la station

La connexion du support de bus sur câble coaxial à canal unique à la station est effectuée au moyen d'un câble de dérivation flexible de 75 Ω se terminant par un connecteur mâle.

Cette combinaison s'accouple à un connecteur femelle monté sur la station. Le conducteur central du connecteur femelle est couplé par un transformateur à l'électronique de la station. Le boîtier du connecteur femelle doit pouvoir être isolé électriquement de la station au moyen d'une barrette amovible.

9.3.2 Impédance caractéristique et adaptation d'impédance

L'impédance caractéristique du support de bus sur câble coaxial à canal unique est de $75 \pm 3 \Omega$.

Le ROS au niveau de chacun des connecteurs du support doit être au plus de 1,5:1 lorsque le connecteur est chargé par une impédance résistive de 75 Ω . Ce ROS doit être mesuré dans une gamme de fréquences de 3 à 7 MHz.

9.3.3 Niveau du signal

Lors de la réception du signal d'une station dont le niveau d'émission est conforme aux spécifications de 8.4.3.4, le support de bus sur câble coaxial à canal unique doit présenter ce signal à chaque station avec une amplitude comprise entre +4 et +50 dBmV.

9.2.3 Basic Characteristics and Options

All characteristics are mandatory and required in all medium implementations that claim conformance to this standard. However, the manufacturer shall state the values applicable to Clause 9.5.

9.3 Single-Channel Coaxial-Cable-Bus Medium "Layer" Functional, Electrical and Mechanical Specifications

The single-channel coaxial-cable-bus medium "layer" is an entity whose sole function (relative to this standard) is signal transport between the stations of a local area network that are connected by the single-channel coaxial-cable-bus medium. Consequently only those characteristics of the medium "layer" which impinge on station-to-station signal transport, or on human and equipment safety, are specified in this standard.

An implementation of the medium "layer" shall be deemed to conform to this standard if it provides the specified signal transport services and characteristics for the stations of a single-channel coaxial-cable-bus local area network, and if it meets the relevant safety and environmental codes.

All measurements specified in the following paragraphs are to be made at the point of station connection to the medium (i.e., drop cable). Unless otherwise stated, all voltage and power levels specified are in rms and dB (1 mV, 75 Ω) [dBmV], respectively, and are based on transmissions of arbitrary data patterns.

9.3.1 Coupling to the Station

The connection of the single-channel coaxial-cable-bus medium to the station shall be by way of a flexible 75 Ω drop cable terminated in a male connector.

This combination shall mate with a female connector mounted on the station. The centre conductor of the female connector shall be transformer coupled to the station's electronics. It shall be possible to electrically isolate the shell of the female connector from the station by removal of a ground strap.

9.3.2 Characteristic Impedance and Impedance Matching

The characteristic impedance of the single-channel coaxial-cable-bus medium shall be $75 \pm 3 \Omega$.

The maximum VSWR at each of the medium's connectors shall be 1.5:1 or less when the connector is terminated with a 75 Ω resistive load. The VSWR shall be measured over a spectral range of 3 to 7 MHz.

9.3.3 Signal Level

When receiving the signal of a single station whose transmit level is as specified in 8.4.3.4, the single-channel coaxial-cable-bus medium shall present those signals to each connected station at an amplitude of between +4 and +50 dBmV.

9.3.4 *Distorsion*

La distorsion de temps de groupe doit être au plus de 25 ns dans la gamme de fréquences de 3 à 7 MHz.

9.3.5 *Seuil de bruit et rapport signal sur bruit (S/B)*

Il est recommandé que le seuil de bruit dans la bande passante (3 à 7 MHz) soit au plus égal à -15 dB (1 mV, 75 Ω) [dBmV]. Dans tous les cas, le niveau minimal du signal reçu doit dépasser le seuil de bruit réel de 20 dB au moins.

9.3.6 *Blindage du câble*

Les blindages du câble principal et des câbles de dérivation doivent assurer un facteur de couverture effectif d'au moins 90%.

9.3.7 *Compatibilité à l'interface avec la station*

Une réalisation d'un support de bus sur câble coaxial à canal unique est estimée supporter un réseau local en bus sur câble coaxial à canal unique spécifique si les prescriptions des paragraphes 9.3.1 à 9.3.7 (compris) sont satisfaites lorsqu'elles sont mesurées en chaque point où l'on peut connecter une station au support, quel que soit le point de connexion où est appliqué le signal d'essai.

9.3.8 *Redondance*

Comme l'indique le paragraphe 8.4.11, l'utilisation de supports redondants pour les bus sur câble coaxial à canal unique est encouragée par la présente norme. Lorsque des supports redondants sont utilisés, les prescriptions des paragraphes 9.3.1 à 9.3.7 s'appliquent séparément et indépendamment à chaque interface avec un des supports non redondants.

9.3.9 *Fiabilité*

Les connecteurs, dérivateurs et autres composants passifs utilisés dans les dispositifs de connexion de la station au support à câble coaxial ou faisant partie du support lui-même doivent être conçus de manière à minimiser la probabilité d'une défaillance complète du réseau.

9.4 *Règles d'installation*

Le présent article énumère un certain nombre de recommandations et de règles générales relatives à la sécurité. La liste donnée n'est pas exhaustive et ne peut couvrir toutes les considérations possibles en matière de sécurité. Il est vivement recommandé au concepteur de consulter les règlements de sécurité de niveau local, national ou international applicables afin de satisfaire aux normes appropriées.

Les systèmes des réseaux locaux sur câble sont sujets au moins à quatre risques électriques directs pendant leur utilisation, et les concepteurs des matériels à connecter à ces réseaux doivent être avertis de ces risques:

9.3.4 *Distortion*

The maximum group delay distortion shall be 25 ns over the spectral range of 3 - 7 MHz.

9.3.5 *Noise Floor and Signal-to-Noise (S/N) Ratio*

It is recommended that the in-band (3 - 7 MHz) noise floor be -15 dB (1 mV, 75 Ω) [dBmV] or less. In all cases the minimum received signal shall exceed the actual noise floor by at least 20 dB.

9.3.6 *Cable Shielding*

The shields of all trunk and drop cables shall provide an effective shielding factor of at least 90%.

9.3.7 *Compatibility at the Station Interface*

An embodiment of a single-channel coaxial-cable-bus "medium" is deemed to support a specific single-channel coaxial-cable-bus local area network if the requirements of 9.3.1 to 9.3.7 (inclusive) are met when measured from each point of station connection to the medium, independent of which one of the points of station connection is chosen for test signal origination.

9.3.8 *Redundancy Considerations*

As implied by 8.4.11, redundant single-channel coaxial-cable-bus media are encouraged by this standard. Where redundant media are employed, the provisions of 9.3.1 to 9.3.7 shall apply separately and independently to each single non-redundant medium interface.

9.3.9 *Reliability*

Connectors, taps and other passive components comprising the means of connecting the station to the coaxial cable medium or comprising a part of the medium shall be designed to minimize the probability of total network failure.

9.4 *Installation Requirements*

This clause lists a number of recommendations and guidelines related to safety concerns. The list is incomplete, nor does it address all possible safety concerns. The designer is urged to consult the relevant local, national, and international safety regulations to assure compliance with the appropriate standards.

Local area network cable systems are subject to at least four direct electrical safety hazards during their use, and designers of connecting equipment should be aware of these hazards. The hazards are:

- a) contact direct entre des composants du réseau local et le réseau d'alimentation;
- b) formation de charges électrostatiques dans les câbles ou les composants du réseau local;
- c) transitoires à haute énergie induits dans le câblage du réseau local;
- d) différences de potentiel entre les terres de sécurité auxquelles les divers composants du réseau sont connectés.

Ce type de risques, auxquels tous les systèmes câblés similaires sont sujets, devront être diminués de manière adéquate pour permettre au réseau local de fonctionner correctement. Outre la prévention de ces risques durant le fonctionnement normal du système, des mesures particulières doivent être prises pour s'assurer que la sécurité reste maintenue lorsqu'on connecte des équipements à un réseau existant ou lorsque l'on déconnecte des équipements de ce même réseau.

9.4.1 Codes de bonne pratique d'installation

Les codes et règlements applicables localement doivent être suivis dans tous les cas où ils sont applicables.

9.4.2 Mise à la terre

9.4.2.1 Les blindages des segments du câble principal et les boîtiers des dérivateurs sont connectés en série dans chaque branche d'un support de transmission en bus sur câble coaxial. Ce chemin conducteur doit être mis à la terre efficacement en plusieurs points tout au long du câble principal, et en tous cas en chacun des points où ce câble entre dans un immeuble ou sort de cet immeuble. Il est recommandé de mettre à la terre efficacement chaque boîtier de dérivateur et de procéder de même pour le blindage du câble au moins tous les cent mètres, lorsque les boîtiers des dérivateurs sont séparés par de longues portions de câble; toutefois, lorsque des différences de potentiel importantes existent entre diverses prises de terre, il peut être nécessaire de mettre en oeuvre d'autres méthodes. Par mise à la terre efficace, on entend qu'il existe une connexion permanente à la terre s'effectue au travers d'une impédance suffisamment faible ou permettant le passage d'un courant suffisamment important pour empêcher la formation de différences de potentiels pouvant entraîner un risque pour les personnes ou pour les équipements connectés au système.

9.4.2.2 Les blindages des segments de câbles de dérivation doivent être mis à la terre via le boîtier du dérivateur auquel ils sont connectés.

9.4.2.3 Lorsqu'il y a des raisons de penser que le potentiel d'un blindage de câble, d'un boîtier de dérivateur ou de toute autre surface conductrice accessible puisse différer du potentiel de terre dans le voisinage de ce composant de plus de quelques volts, il est recommandé de placer un manchon (ou une gaine) isolant(e) pour éviter que des personnes ne viennent par inadvertance établir un circuit entre la surface exposée et la terre locale en touchant cette surface.

- a) direct contact between local network components and power or lighting circuits;
- b) static charge buildup on local network cables and components;
- c) high-energy transients coupled onto the local network cabling system;
- d) potential differences between safety grounds to which various network components are connected.

These electrical safety hazards, to which all similar cabling systems are subject, should be alleviated properly for a local area network to perform correctly. In addition to provisions for properly handling these faults in an operational system, special measures have to be taken to ensure that the intended safety features are not negated when attaching or detaching equipment from the local area network medium of an existing network.

9.4.1 *Sound Installation Practice*

Local codes and regulations shall be followed in every instance in which such practice is applicable.

9.4.2 *Grounding*

- 9.4.2.1 The shields of the trunk cable segments and the tap housings of all connected taps shall be connected in series in each branch of a single-channel coaxial-cable-bus medium. This connected conductive path shall be effectively grounded at several points along the length of the trunk cable, and at every point where the cable enters or leaves a building structure. The suggested practice is to effectively ground each tap housing, and to effectively ground the cable shield at least once per hundred meters on long cable runs between tap housings. However where large differences in ground potential exist between grounding points, other practices may be necessary. Effectively grounded means permanently connected to earth through a ground connection of sufficiently low impedance and having sufficient current carrying capacity to prevent the buildup of voltages that may result in undue hazard to connected equipment or to persons.

- 9.4.2.2 The shields of all drop coaxial cable segments shall be effectively grounded to the tap housings to which they connect.

- 9.4.2.3 Where there is reason to believe that the ground potential of an exposed shield of a coaxial cable or the housing of a connector or tap differs from the ground potential in the vicinity of that component by more than a few volts, an insulating sleeve or boot or cover should be affixed to that equipment in such a manner as to ensure that users (not installers) of the equipment will not inadvertently complete a circuit between the exposed shield or housing and the local ground through body contact.

9.4.3 *Terminaison des câbles de dérivation et des dérivateurs*

Tous les câbles de dérivation et dérivateurs doivent être chargés par une impédance de 75Ω , un petit nombre de câbles de dérivation pouvant toutefois être laissés de manière temporaire à circuit ouvert durant les opérations de maintenance.

9.4.4 *Prescriptions concernant les perturbations radioélectriques*

Les prescriptions du C.I.S.P.R. (voir référence 11, annexe 0(A)) sont applicables pour les rayonnements émis par le support et les matériels connectés, et doivent être prises en considération pour toute réalisation de la couche support spécifiée dans la présente norme.

9.4.5 *Règles générales d'installation et de maintenance*

Les règles générales d'installation et de maintenance développées dans le cadre de l'industrie de la télévision par câble pour l'installation de systèmes utilisant des câbles coaxiaux à l'intérieur de bâtiments ou entre bâtiments doivent être suivies là où elles sont applicables. De plus, la précaution suivante doit être respectée:

Avertissement: il est recommandé de ne laisser à aucun moment le blindage d'aucune portion du câble principal flotter sans être mis efficacement à la terre. Lorsqu'une section de câble dont le potentiel est flottant doit être ajoutée à un système existant, l'installateur doit prendre soin d'éviter les contacts avec le corps, de façon à ne pas re fermer ainsi un circuit entre cette section de câble et le reste du câble mis à la terre.

9.4.6 *Note*

Les instructions d'installation pour les réseaux en bus sur câble coaxial à canal unique doivent être exprimées de façon à familiariser l'installateur avec les précautions et règles générales mentionnées dans l'article 9.4.

9.5 *Spécifications relatives à l'environnement*

9.5.1 *Environnement électromagnétique et électrique*

Les sources de perturbation dues à l'environnement comprennent les champs électromagnétiques, les décharges électrostatiques, les tensions transitoires entre raccordements à la terre, etc. Plusieurs de ces sources de perturbations peuvent provoquer une montée de tension entre le câble coaxial et la connexion à la terre, si elle existe, de la station.

La réalisation de l'entité couche support doit être conforme à ses spécifications lorsqu'elle travaille dans un environnement industriel.

9.5.1.1 *Champs électromagnétiques*

L'environnement industriel peut comprendre un champ ambiant plan de:

- a) 2 V/m de 10 kHz à 30 MHz;
- b) 5 V/m de 30 MHz à 1 GHz.

9.4.3 *Termination of Drop Cables and Taps*

All taps and drop cables shall be terminated in a 75 Ω load, except that a small number of drop cables may be temporarily open circuited during maintenance procedures.

9.4.4 *Radio Interference Requirements*

The C.I.S.P.R. requirements (reference 11, Appendix 0(A)) for radiation from the coaxial-cable-bus medium and connected equipment apply, and have to be considered in any embodiment of the medium layer specified in this standard.

9.4.5 *Installation and Maintenance Guidelines*

Installation and maintenance guidelines developed within the CATV industry for inter-facility and intra-facility installation of coaxial cable systems shall be followed where applicable. In addition the following caution shall be observed:

CAUTION: At no time should the shield of any portion of the coaxial trunk cable be permitted to float without an effective ground. If a section of floating cable is to be added to an existing cable system, the installer shall take care not to complete the circuit between the shield of the floating cable section and the grounded cable section through body contact.

9.4.6 *Notice*

The installation instructions for single-channel coaxial-cable-bus coaxial cable networks shall contain language which familiarizes the installer with the cautions and guidelines mentioned in Clause 9.4.

9.5 *Environmental Specifications*

9.5.1 *Electromagnetic and Electric Environment*

Sources of interference from the environment include electromagnetic fields, electrostatic discharge, transient voltages between earth connections, and so forth. Several sources of interference will contribute to voltage buildup between the coaxial cable and the earth connection, if any, of the station.

The medium layer entity embodiment shall meet its specifications when operating in an industrial environment.

9.5.1.1 *Electromagnetic Fields*

The industrial environment may include an ambient plane wave field of:

- a) 2 V/m from 10 kHz to 30 MHz;
- b) 5 V/m from 30 MHz to 1 GHz.

9.5.1.2 Différence de potentiel entre terres

Des valeurs typiques de différences de potentiel entre terres en milieu industriel sont indiquées ci-dessous:

- a) lorsque la ligne de transmission supportant le circuit de données est entièrement située dans une zone protégée, cette différence de potentiel entre terres est typiquement inférieure à 10 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 400 Hz;
- b) lorsque la ligne de transmission est exposée à l'environnement industriel cette différence de potentiel entre terres est typiquement inférieure à 50 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 400 Hz;
- c) lorsque la ligne de transmission est exposée à un environnement industriel sévère (par exemple celui d'une centrale électrique), cette différence de potentiel entre terres peut atteindre typiquement 1 000 V crête à crête, à des fréquences inférieures à 10 MHz.

9.5.2 Température et humidité

Toutes les réalisations de cette norme doivent pouvoir travailler dans une gamme raisonnable de conditions d'environnement (température, humidité et contraintes physiques telles que chocs et vibrations). Les exigences et valeurs particulières concernant ces paramètres sont considérés comme dépassant le cadre de cette norme. Il est demandé aux constructeurs d'indiquer dans la documentation associée aux équipements et composants du système (et si possible sur les composants eux-mêmes) les spécifications de l'environnement de fonctionnement, afin de faciliter le choix, l'installation et la maintenance de ces composants.

9.6 Retard apporté par la voie de transmission

Lorsqu'il spécifie une réalisation d'une entité support conforme à la présente norme, un fournisseur doit déclarer la valeur du retard_voie_de_transmission (voir 5B.1), qui est le retard maximal que le support câble coaxial - canal unique peut induire lors d'une transmission de n'importe quelle station connectée à n'importe quelle autre station. Les retards introduits par les stations émettrice et réceptrice elles-mêmes ne doivent pas être inclus dans le retard_voie_de_transmission.

Pour chacun des cas les plus défavorables de transmission via le support, on calculera la somme des retards moyens dûs à la propagation du signal d'une station à l'autre. Le retard_voie_de_transmission utilisé pour déterminer la durée_max_avant_réponse (voir 5B.1) est le retard le plus élevé calculé pour le système considéré.

Ces calculs de retards doivent tenir compte de tous les délais de circuiterie dans les répartiteurs et autres composants utilisés sur le support, ainsi que les délais de propagation sur les segments de câbles eux-mêmes.

9.5.1.2 Differences in Earth Potential

Typical differences in earth potential for an industrial environment are:

- a) when the medium is entirely contained in a protected area, this difference in earth potential is typically less than 10 V peak-to-peak at frequencies less than 400 Hz;
- b) when the medium is exposed to the plant environment, this difference in earth potential is typically less than 50 V peak-to-peak at frequencies less than 400 Hz;
- c) when the medium is exposed to a severe plant environment (for example a power station), this difference in earth potential may typically rise to 1 000 V peak-to-peak at frequencies less than 10 MHz.

9.5.2 Temperature and Humidity

Any embodiment of this standard is expected to operate over a reasonable range of environmental conditions related to temperature, humidity, and physical handling such as shock and vibration. Specific requirements and values for these parameters are considered to be beyond the scope of this standard. Manufacturers are to indicate in the literature associated with system components and equipment (and on the components if possible) the operating environment specifications to facilitate selection, installation and maintenance of these components.

9.6 Transmission Path Delay Considerations

When specifying an embodiment of a medium layer which conforms to this standard, a vendor shall state the `transmission_path_delay` (see 5B.1) as the maximum one-way delay which the single-channel coaxial-cable-bus medium could be expected to induce on a transmission from any connected station to any other station. The delays induced by the transmitting and receiving stations themselves should not be included in the `transmission_path_delay`.

For each potentially worst-case path through the medium, a path delay is computed as the sum of the medium-induced delay in propagating a signal from one station to another. The `transmission_path_delay` used for determining the network's `slot_time` (see 5B.1) shall be the largest of these path delays for the cable system.

These `path_delay` computations shall take into account all circuitry delays in all medium layer splitters or other components as well as all signal propagation delays within the cable segments themselves.

Le retard_voie_de_transmission doit être exprimé par rapport au débit binaire des signaux sur le support. S'il n'est pas égal à un nombre entier de durées unitaires de signaux, il doit être arrondi à la valeur supérieure. Lorsqu'ils ne sont pas certains de la valeur exacte de ce retard, les fournisseurs doivent indiquer une limite supérieure pour cette valeur.

9.7 Documentation

Il est obligatoire que chaque fournisseur d'une réalisation d'une entité support conforme à la présente norme fournisse à l'utilisateur la documentation correspondante, avec au moins les renseignements suivants:

- a) sections spécifiques de la présente norme auxquelles la réalisation est conforme;
- b) retard apporté par la voie de transmission tel que spécifié en 9.6 et 5B.1.

9.8 Configuration du réseau

Le support de transmission doit fournir à chaque station une voie de transmission la reliant aux autres stations avec un affaiblissement compris entre 16 dB et 60 dB. Ces conditions sont respectées en connectant chaque station au câble principal via un dérivateur et en calculant les valeurs de l'affaiblissement dans les deux cas les plus défavorables: le premier de ces cas correspond à l'affaiblissement minimal, généralement entre les deux stations les plus proches, le second à l'affaiblissement maximal, généralement entre les deux stations les plus éloignées. Un projet acceptable conduira à placer ces deux valeurs d'affaiblissement dans l'étendue indiquée précédemment. On obtient une performance optimale du support de transmission (pour ce qui concerne l'immunité au bruit et aux parasites) lorsque les affaiblissements sont minimaux dans cette étendue.

Comme l'affaiblissement dépend de la longueur et du type de câble utilisé ainsi que des dérivateurs, il peut être nécessaire de procéder à un choix préalable des types de câbles pour aboutir à une solution acceptable pour une application déterminée.

Ce sujet est discuté en détail en annexe 9(A).

The `transmission_path_delay` shall be expressed in terms of the network's symbol signalling rate on the medium. When not an integral number of signalled symbols, it shall be rounded up to such an integral number. When uncertain of the exact value of the delay, vendors shall state an upper bound for the value.

9.7 Documentation

It is mandatory that each vendor of an embodiment of a medium layer entity conforming to this standard provide to the user supporting documentation with at least these parameters:

- a) specific sections of this standard to which the embodiment conforms;
- b) the transmission path delay, as specified in 9.6 and 5B.1.

9.8 Network Configuration

The medium shall provide a transmission path from each station to all other stations with an attenuation of at least 16 dB and no more than 60 dB. This is accomplished by attaching each station to the main trunk using a drop cable and tap and calculating two worst-case attenuation values: the first a minimum, generally between the two closest stations, and the second a maximum, often between the two furthest apart stations. An acceptable design will place both attenuation values given within the range given above. Optimum medium performance (i.e., immunity to noise and interference) will occur for designs having a minimum spread of attenuation values.

Since attenuation is dependent on cable length, cable type, and the taps used, it may be necessary to select specific medium components to arrive at an acceptable solution for any given application.

This topic is further discussed in Appendix 9(A).

ANNEXE 9(A)

REGLES GENERALES DE CONFIGURATION DU SUPPORT POUR UN RESEAU LOCAL UTILISANT UN BUS_SUR_CABLE_COAXIAL A CANAL_UNIQUE

Cette annexe n'est pas une prescription obligatoire de la présente norme; elle est donnée seulement pour information.

Les recommandations suivantes, qui concernent la conception et l'installation des réseaux locaux utilisant des câbles coaxiaux comme support de transmission, sont le résultat de l'expérience pratique, et correspondent à des conditions de terrain pouvant être rencontrées couramment.

9(A).1 Configuration du réseau

Le support de transmission doit fournir à chaque station une voie de transmission la reliant aux autres stations avec un affaiblissement compris entre 16 dB et 60 dB. Ces conditions sont respectées en connectant chaque station au câble principal via un câble de raccordement et un dérivateur et en calculant les valeurs de l'affaiblissement dans les deux cas les plus défavorables: le premier de ces cas correspond à l'affaiblissement minimal, généralement entre les deux stations les plus proches, le second à l'affaiblissement maximal, généralement entre les deux stations les plus éloignées. Un projet acceptable conduira à placer ces deux valeurs d'affaiblissement dans l'étendue indiquée précédemment. On obtient une performance optimale du support de transmission (pour ce qui concerne l'immunité au bruit et aux parasites) lorsque les affaiblissements sont minimaux dans cette étendue.

Comme l'affaiblissement dépend de la longueur et du type de câble utilisé ainsi que des dérivateurs, il peut être nécessaire de procéder à un choix préalable des types de câbles pour aboutir à une solution acceptable pour une application déterminée.

9(A).2 Composants du support

9(A).2.1 Câble coaxial

Le câble coaxial principal ainsi que les dérivations doivent être choisis de façon à respecter les objectifs d'environnement physique et électrique ainsi que d'affaiblissement du système. Les câbles doivent comporter un blindage entourant à au moins 90% le conducteur central. Certains environnements parasités peuvent nécessiter des considérations particulières pour le câble et le blindage.

9(A).2.1.1 Câble principal

Plusieurs exemples de types de câbles utilisés couramment par l'industrie de la télévision par câble sont donnés dans le tableau 9-1. Les câbles de fort diamètre assurent normalement un affaiblissement moins élevé mais sont moins commodes à installer. L'on peut également trouver des câbles utilisant un diélectrique à pertes moins élevées mais certains de ces câbles peuvent se révéler plus fragiles vis-à-vis des contraintes physiques et de l'environnement. Des câbles comportant un câble porteur en acier, une armature, entourés d'un ruban d'acier, ou comportant des matériaux de remplissage ou des manchons isolants supplémentaires sont disponibles pour les applications spéciales.

APPENDIX 9(A)
GUIDELINES FOR CONFIGURING THE MEDIUM
FOR A SINGLE_CHANNEL COAXIAL_CABLE_BUS
LOCAL AREA NETWORK

This appendix is not a mandatory requirement of this standard. It is included for information only.

The following recommendations for designing and installing local area networks using coaxial cable transmission media are the result of practical experience, and correspond to typical field conditions that are encountered.

9(A).1 Network Configuration

The medium shall provide a transmission path from each station to all other stations with an attenuation of at least 16 dB and no more than 60 dB. This is accomplished by attaching each station to the main trunk using a drop cable and tap and calculating two worst-case attenuation values: the first a minimum, often between the two closest stations, and the second a maximum, generally between the two furthest apart stations. An acceptable design will place both attenuation values given within the range given above. Optimum medium performance (i.e., immunity to noise and interference) will occur for designs having minimum attenuation values within the range given.

Since attenuation is dependent on cable length, cable type, and the taps used, it may be necessary to select specific medium components to arrive at an acceptable solution for any given application.

9(A).2 Medium Components

9(A).2.1 Coaxial Cable

Main trunk and drop cables shall be selected to meet both the physical and electrical environments and the cable system attenuation objectives. All cables shall provide in excess of 90% coverage of the centre conductor by the shield. Certain noisy environments may require special cable and shielding considerations.

9(A).2.1.1 Trunk Cable

Several examples of trunk cable types in common use by the CATV industry are given in Table 9-1. Larger diameter cables are normally lower in attenuation but less convenient to install. Cables using lower loss dielectrics are also available but some of these may be more susceptible to physical and environmental abuse. Cables with supporting steel (messenger) wire, armouring, steel tape, flooding compounds, or extra insulation sleeves are available for special applications.

Tableau 9-1

Exemples de types de câbles coaxiaux

Type de câble	Affaiblissement typique dB/100 m à 10 MHz	V _{max} kV eff.	Application typique
* RG-59	4,8	3,5	Câble de dérivation
* RG-6	3,2	3,5	Câble principal/dériv.
* RG-11	1,7	2,0	Câble principal
0,412	1,1	**	Câble principal
0,500		**	Câble principal
0,750	0,6	**	Câble principal

* Câbles de la série RG, mais avec blindage complet

** A déterminer

9(A).2.1.2 *Câbles de dérivation*

Les câbles de dérivation spécifiés dans cette section sont des tronçons de longueur variable de câble flexible de 75 Ω , ne dépassant pas habituellement 30 m de façon à ce que l'affaiblissement dans le câble de dérivation soit inférieur à 1 dB. Cette longueur du câble de dérivation permet une relative liberté dans la disposition du câble principal et dans la localisation de la station. Du fait que la longueur du câble de dérivation n'est pas négligeable, le câble de dérivation doit être chargé par une impédance de 75 Ω afin de préserver l'adaptation d'impédance vue du dérivateur. Des types habituels de câble de dérivation sont donnés dans le tableau 9-1.

9(A).2.2 *Répartiteurs*

La topologie la plus simple pour le réseau consiste en un long câble principal sans embranchements, ce qui nécessite que ce câble principal passe auprès de chaque station. Des topologies avec embranchements peuvent être réalisées avec des répartiteurs non directionnels à adaptation d'impédance, qui sont des réseaux passifs comportant trois accès qui divisent le signal arrivant sur l'un de ces accès en deux parties égales qui sont transmises aux deux autres accès. La perte d'insertion entre deux accès pour un répartiteur typique disponible sur le marché est de 6,1 dB. Lorsqu'on réalise des branches au moyen de tels répartiteurs, un calcul de pertes doit être effectué séparément de bout en bout pour chaque chemin de transmission possible, de telle sorte que le chemin présentant l'affaiblissement le plus élevé puisse être utilisé pour sélectionner le câble principal.

9(A).2.3 *Connexion au câble principal (dérivateur à transformateur)*

Le câble de dérivation est connecté au câble principal via un réseau de couplage passif non directionnel, le dérivateur à transformateur, dont tous les accès doivent être adaptés en impédance. Une faible fraction, fixée à l'avance, du signal passant dans l'un ou l'autre sens sur le câble principal est transmise au câble de dérivation. Un signal émanant du câble de dérivation est atténué avant d'être injecté avec le même niveau dans les deux sens sur le câble principal. Un tel

Table 9-1

Coaxial Cable Type Examples

Cable Type	Typical Attenuation dB/100 m at 10 MHz	V _{max} kV (rms)	Typical Application
* RG-59	4.8	3.5	Drop cable
* RG-6	3.2	3.5	Trunk or Drop cable
* RG-11	1.7	2.0	Trunk cable
0.412	1.1	**	Trunk cable
0.500		**	Trunk cable
0.750	0.6	**	Main trunk

* RG series type but with full shield coverage.

** To be determined.

9(A).2.1.2 Drop Cables

The drop cables specified in this section are variable lengths of flexible 75 Ω cable, typically not to exceed 30 m (100 ft) so that loss in the drop cable is less than 1 dB. This length of drop cable permits relative freedom in routing the trunk cable and locating the station. Since the drop cable length is not negligible, the drop cable shall be terminated in its characteristic impedance of 75 Ω to preserve the impedance-matched conditions at the tap. Typical drop cable types are shown in Table 9-1.

9(A).2.2 Splitters

The simplest network topology is a long unbranched trunk, requiring the trunk cable to be routed near each station site, in turn. Branched topologies may be implemented by impedance-matched non-directional splitters, which are three-port passive networks that divide the signal incident at one port into two equal parts that are transmitted to the other two ports. The insertion loss between any two ports of a typical, commercially available non-directional splitter is 6.1 dB. When branches are implemented by way of such splitters, a separate loss budget shall be calculated for each possible end-to-end path, so that the highest loss path can be used to select the trunk cable.

9(A).2.3 Trunk Connection (Transformer Tap)

The drop cable is coupled to the trunk cable through a passive, non-directional, coupling network, the transformer tap, that is impedance matched at all ports. A fixed small fraction of the signal travelling in either direction on the trunk cable is transferred to the drop cable. A signal originating on the drop cable is attenuated and then propagates out equally in both directions on the trunk. A tap with example attenuation values is shown in Figure 9-2. Taps

dérivateur, avec des exemples d'affaiblissement, est montré en figure 9-2. Des dérivateurs permettant de connecter plusieurs câbles de dérivation à partir d'un même boîtier, avec des affaiblissements câble principal/câble de dérivation différents sont également disponibles. Les pertes d'insertion indiquées représentent la manière dont la puissance incidente est répartie entre les accès, et ne sont pas dues à des dissipations dans le réseau. Des valeurs d'affaiblissement typiques sont donnés dans le tableau 9-2.

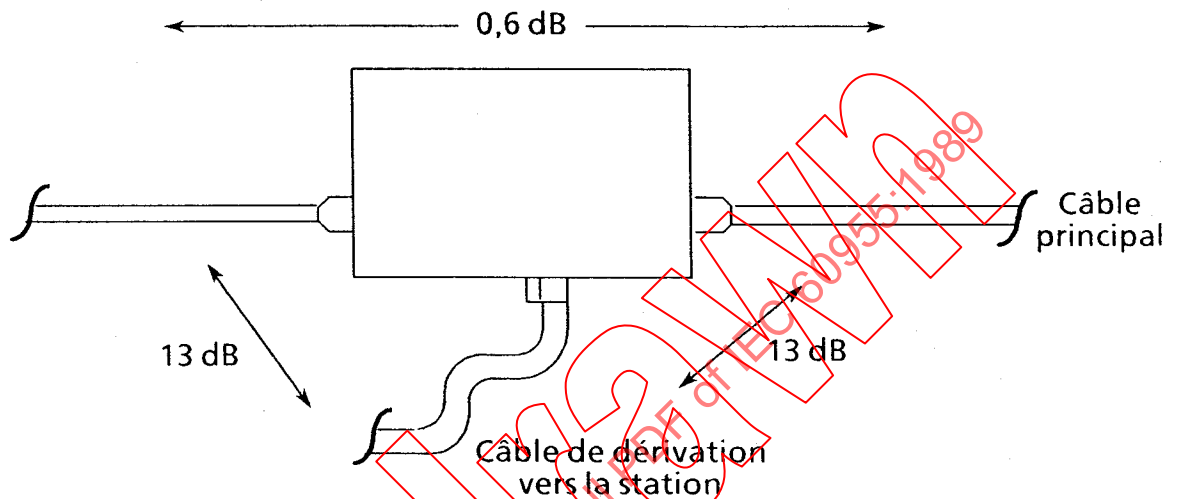


Fig. 9-2. - Dérivateur non directionnel à transformateur.

Dans tous les cas, les impédances de charge des accès doivent être adaptées pour obtenir un fonctionnement correct, ce qui signifie qu'une impédance de terminaison de 75Ω doit être connectée à toute porte non utilisée, et que le câble connecté à tout accès doit être correctement chargé en son extrémité.

Le réseau de couplage comprend uniquement des éléments passifs R, L et C. Aucune alimentation n'est nécessaire.

Le réseau de couplage est enfermé dans un boîtier scellé, de façon à fournir une protection vis-à-vis de l'environnement et un blindage électrique. Des boîtiers pour fonctionnement intérieur, extérieur ou souterrain sont disponibles. Ces boîtiers, typiquement en métal moulé, comprennent les connecteurs permettant le raccordement du câble principal et du(des) câble(s) de dérivation. Les boîtiers destinés aux câbles semi-rigides sont conçus de façon à pouvoir enlever le réseau de couplage du boîtier sans perturber la connexion au câble principal.

supporting several drop cables from a single physical housing and supporting differing trunk to drop cable attenuation values are available. The insertion losses shown represent the way the incident power is divided between the ports; they are not due to dissipation in the network. Typical attenuation values are given in Table 9-2.

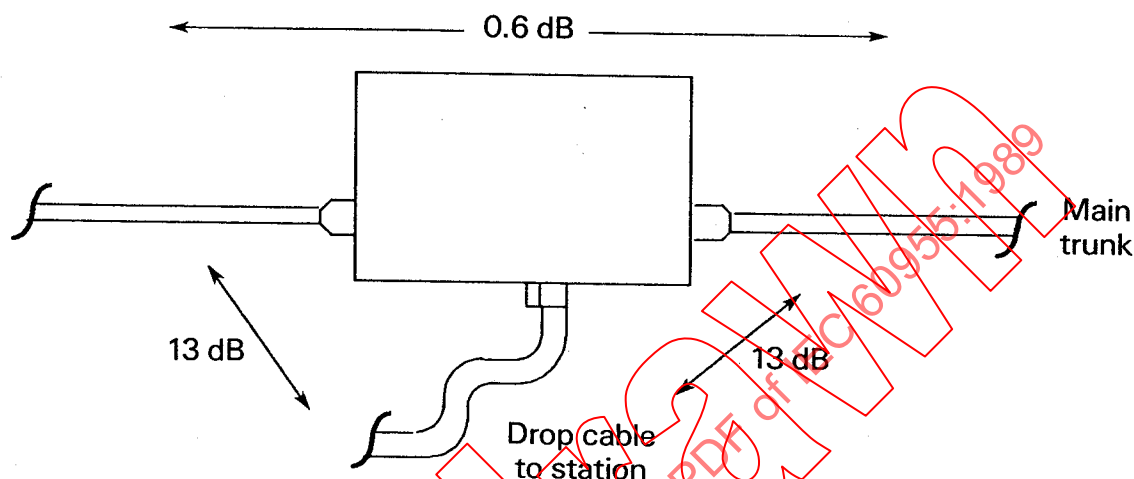


Fig. 9-2. - Non-directional Transformer Tap.

In every case, all ports shall be matched for proper operation. This means that a 75 Ω termination shall be connected to every unused port, and that the cable attached to any port shall be properly terminated.

The coupling networks consist only of passive R, L and C elements. Power connections are not required.

The coupling networks are enclosed by sealed housings to provide both environmental protection and electrical shielding. Tap housings are available for indoor, outdoor, and below-ground applications. The housings, typically metal castings, include integral connectors for the trunk cable and drop cable(s). The housings for semi-rigid cables are designed such that the coupling network may be removed from the housing without disturbing the trunk connections.

Tableau 9-2

Exemples de spécifications de dérivateurs simples non directionnels à transformateur

Affaiblissement de dérivation (dB)	Affaiblissement longitudinal (dB)
7	1,8
10	1,0
13	0,6
16	0,4
19	0,3
22	0,2

9(A).3 Exemples de configurations de réseaux

9(A).3.1 Application simple destinée à une salle de commande

Une application simple où l'on a besoin de 10 stations PROWAY seulement sur une distance de 100 m est montrée en figure 9-3. On vérifie que la disposition prévue qui utilise des dérivateurs simples présentant un affaiblissement de 13 dB et du câble coaxial type RG 11 est acceptable en calculant les valeurs minimale et maximale de l'affaiblissement.

L'affaiblissement minimal est obtenu entre 2 stations adjacentes avec une valeur de 26 dB. L'affaiblissement maximal qui est obtenu entre les stations 1 et 10 est de 33,3 dB:

	<i>dB</i>
- Affaiblissement du premier dérivateur	13
- Affaiblissement du câble principal (100 m de RG-11)	1,5 (à 7 MHz)
- Affaiblissement de 8 dérivateurs intermédiaires	4,8
- Affaiblissement du dixième dérivateur	13
- Affaiblissement des câbles de dérivation (2x40 m)	1,3 (à 7 MHz)
Affaiblissement total	33,6