

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61491

Deuxième édition
Second edition
2002-10

**Équipement électrique des machines industrielles –
Liaison des données sérielles pour
communications en temps réel entre unités
de commande et dispositifs d'entraînement**

**Electrical equipment of industrial machines –
Serial data link for real-time communication
between controls and drives**

IEC 61491:2002

<https://standards.iteh.ai/en/standard/iec/4fd2fe9a-379d-4cd8-a4c8-345060892432/iec-61491-2002>



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61491:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61491

Deuxième édition
Second edition
2002-10

**Equipement électrique des machines industrielles –
Liaison des données sérielles pour
communications en temps réel entre unités
de commande et dispositifs d'entraînement**

**Electrical equipment of industrial machines –
Serial data link for real-time communication
between controls and drives**

IEC 61491:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/4fd2fe9a-379d-4cd8-a4c8-345060892432/iec-61491-2002>

© IEC 2002 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XH

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	20
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Définitions et abréviations	24
3.1 Définitions	24
3.2 Abréviations	32
4 Prescriptions générales	40
4.1 Présentation générale	40
4.2 Description générale du système	42
4.2.1 Modes fonctionnels	44
4.2.2 Modes de transmission	46
4.2.3 Contenus des données	46
4.2.4 Blocs de données	50
4.2.5 Structure des messages	50
4.3 Transmission de données	52
4.3.1 Accès au support de transfert	54
4.3.2 Cycle de transmission	56
4.3.3 Transfert des données non cycliques	58
4.3.4 Commandes de procédure	60
4.4 Initialisation	60
4.5 Messages d'erreurs et d'état	64
5 Moyen de transfert et couche physique	66
5.1 Généralités	66
5.2 Topologie	66
5.2.1 Liaison par ligne entre la commande numérique et les dispositifs d'entraînement	66
5.2.2 Structure des lignes de transmissions	68
5.3 Signaux optiques sur la ligne de transmission	68
5.3.1 Spécifications relatives à l'émetteur	70
5.3.2 Spécifications relatives au récepteur	72
5.3.3 Câble à fibres optiques	72
5.3.4 Connecteurs	72
5.3.5 Données système relatives au trajet de transmission optique	74
5.4 Caractéristiques de durée de la transmission binaire	74
5.4.1 Maître et esclave en mode d'essai	76
5.4.2 Vitesse de transmission	80
5.4.3 Caractéristiques d'entrée-sortie de l'esclave	82
5.4.4 Forme d'onde idéale	88
5.5 Codage binaire	88
5.6 Messages et caractères de remplissage	90
5.7 Connexion à la fibre optique	92
5.7.1 Connexion du maître	92
5.7.2 Connexion de l'esclave	100
5.7.3 Interaction entre les connexions	100

CONTENTS

FOREWORD	21
1 Scope	23
2 Normative references	23
3 Definitions and abbreviations	25
3.1 Definitions	25
3.2 Abbreviations	33
4 General requirements	41
4.1 Overview	41
4.2 System overview	43
4.2.1 Operating modes	45
4.2.2 Transmission modes	47
4.2.3 Data contents	47
4.2.4 Data block	51
4.2.5 Telegram structure	51
4.3 Data transmission	53
4.3.1 Access to the transfer medium	55
4.3.2 Communication cycle	57
4.3.3 Non-cyclic data transfer	59
4.3.4 Procedure commands	61
4.4 Initialization	61
4.5 Error and status messages	65
5 Transfer medium and physical layer	67
5.1 General	67
5.2 Topology	67
5.2.1 Line connection between the control unit and the drives	67
5.2.2 Structure of the transmission lines	69
5.3 Optical signals on the transmission line	69
5.3.1 Transmitter specifications	71
5.3.2 Receiver specifications	73
5.3.3 Fibre optic cable	73
5.3.4 Connectors	73
5.3.5 System data of the optical transmission path	75
5.4 Time performance of bit transmission	75
5.4.1 Master and slave in test mode	77
5.4.2 Data rate	81
5.4.3 Input-output performance of the slave	83
5.4.4 Idealized waveform	89
5.5 Bit coding	89
5.6 Telegrams and fill characters	91
5.7 Connection to the optical fibre	93
5.7.1 Master connection	93
5.7.2 Slave connection	101
5.7.3 Interactions of the connections	101

6	Transfert de données et couche de liaison de données.....	104
6.1	Généralités.....	104
6.2	Structure des messages.....	104
6.2.1	Délimiteurs de messages.....	104
6.2.2	Insertion binaire.....	104
6.2.3	Zone d'adresse.....	104
6.2.4	Zone de données.....	108
6.2.5	Zone de séquence de vérification de la trame (FCS).....	108
6.2.6	Séquence de transmission binaire.....	110
6.2.7	Messages incorrects.....	110
6.3	Synchronisation de la transmission (cycles de transmission).....	110
6.3.1	Accès au support de transfert.....	112
6.3.2	Paramètres temporels.....	114
7	Structure de protocole.....	118
7.1	Généralités.....	118
7.2	Structure générale du protocole.....	120
7.2.1	Segment d'administration.....	120
7.2.2	Zone de données.....	120
7.3	Echange de données cycliques (CP ₄).....	124
7.3.1	Message de synchronisation du maître (MST).....	124
7.3.2	Message de données relatives au maître (MDT).....	126
7.3.3	Message du dispositif d'entraînement (AT).....	134
7.3.4	Diagramme de synchronisation relatif au fonctionnement cyclique.....	142
7.3.5	Eléments binaires temps réel.....	142
7.4	Echange non cyclique de données (voie de service).....	146
7.4.1	Généralités.....	146
7.4.2	Mécanisme de transmission de la voie de service.....	148
7.4.3	Initialisation de la voie de service.....	160
7.4.4	Fonctions des procédures de la commande par l'intermédiaire de la voie de service.....	160
8	Contenu des données.....	172
8.1	Types de données et structure des données.....	172
8.1.1	Données générales.....	172
8.1.2	Termes des données.....	174
8.1.3	Structure de bloc de données.....	174
8.2	Paramètres généraux.....	186
8.2.1	Paramètres de transmission.....	186
8.2.2	Temps de départ de transmission et des tranches de temps de transfert ..	188
8.2.3	Diagnostics.....	190
8.2.4	Listes des IDN des données d'exploitation.....	190
8.2.5	Signaux internes et externes (bits).....	190
8.2.6	Spécifications du constructeur.....	194
8.3	Définition du contenu des messages.....	194
8.3.1	Messages préconfigurés.....	194
8.3.2	Configuration du MDT (message préconfiguré).....	200
8.3.3	Configuration de l'AT (message préconfiguré).....	200
8.4	Modes de fonctionnement du dispositif d'entraînement.....	200

6	Data transfer and data link layer.....	105
6.1	General	105
6.2	Telegram structure.....	105
6.2.1	Telegram delimiters	105
6.2.2	Bit stuffing.....	105
6.2.3	Address field	105
6.2.4	Data field	109
6.2.5	Frame check sequence (FCS) field.....	109
6.2.6	Order of bit transmission	111
6.2.7	Invalid telegrams.....	111
6.3	Timing of the transmission (communication cycles)	111
6.3.1	Transfer medium access	113
6.3.2	Time parameters.....	115
7	Protocol structure.....	119
7.1	General	119
7.2	General protocol structure.....	121
7.2.1	Administrative segment	121
7.2.2	Data field	121
7.3	Cyclic data exchange (CP ₄).....	125
7.3.1	Master synchronization telegram (MST).....	125
7.3.2	Master data telegram (MDT).....	127
7.3.3	Drive telegram (AT).....	135
7.3.4	Timing diagram for cyclic operation	143
7.3.5	Real-time bits.....	143
7.4	Non-cyclic data exchange (service channel).....	147
7.4.1	General.....	147
7.4.2	Service channel transport mechanism	149
7.4.3	Service channel initialization.....	161
7.4.4	Procedure command functions via the service channel	161
8	Data contents.....	173
8.1	Data types and data structure.....	173
8.1.1	General data.....	173
8.1.2	Data terms	175
8.1.3	Data block structure	175
8.2	General parameters	187
8.2.1	Communication parameters.....	187
8.2.2	Transmission starting times and transfer timeslots.....	189
8.2.3	Diagnostics	191
8.2.4	IDN-lists of operation data.....	191
8.2.5	Internal and external signals (bits).....	191
8.2.6	Manufacturer specifications.....	195
8.3	Definition of telegram contents	195
8.3.1	Standard telegrams.....	195
8.3.2	Configuration of the MDT (application telegram)	201
8.3.3	Configuration of the AT (application telegram).....	201
8.4	Drive operation modes	201

8.5	Données d'exploitation standard	202
8.5.1	Données de position.....	202
8.5.2	Données de vitesse.....	202
8.5.3	Données de couple	204
8.5.4	Données d'accélération	204
8.5.5	Procédures de la commande et données pour procédures de retour à la position de référence	204
8.5.6	Procédures de la commande et données spécifiques aux machines.....	206
8.6	Changement d'échelle relatif aux données d'exploitation.....	206
8.6.1	Changement d'échelle relatif aux données de position	206
8.6.2	Changement d'échelle relatif aux données de vitesse	210
8.6.3	Changement d'échelle relatif aux données couple/force.....	214
8.6.4	Changement d'échelle relatif aux données d'accélération	218
8.6.5	Changement d'échelle relatif aux données de température	220
8.7	Paramètres du dispositif d'entraînement	220
8.7.1	Paramètres de la boucle de vitesse	220
8.7.2	Paramètres de la boucle de position.....	224
8.7.3	Paramètres du régulateur de courant.....	224
8.7.4	Valeurs limites du dispositif d'entraînement	224
8.7.5	Paramètres du dispositif d'entraînement général	224
8.7.6	Paramètres de la broche.....	226
8.7.7	Fonctionnement synchrone de la broche.....	226
8.7.8	Engrenages électroniques.....	228
8.8	Systèmes mécaniques.....	232
8.8.1	Systèmes de retour.....	232
8.8.2	Constante d'avance.....	232
8.8.3	Engrenage.....	232
8.8.4	Ensembles de paramètres, et rapports d'engrenages.....	232
9	Initialisation de l'interface SYSTÈME.....	234
9.1	Généralités.....	234
9.2	Phase de transmission 0 (CP ₀).....	234
9.2.1	Structure des messages.....	234
9.2.2	Temps de départ de transmission de message	234
9.2.3	Quitter la phase de transmission 0 (CP ₀).....	236
9.3	Phase de transmission 1 (CP ₁).....	236
9.3.1	Séquence opérationnelle au cours de la phase 1 (CP ₁).....	236
9.3.2	Structure des messages.....	238
9.3.3	Temps de départ de transmission des messages.....	238
9.3.4	Quitter phase de transmission 1 (CP ₁).....	240
9.4	Phase de transmission 2 (CP ₂).....	240
9.4.1	Structure des messages.....	240
9.4.2	Temps de départ de transmission des messages.....	240
9.4.3	Quitter la phase de transmission 2 (CP ₂).....	240
9.5	Phase de transmission 3 (CP ₃).....	242
9.5.1	Structure des messages.....	242
9.5.2	Temps de départ de transmission des messages.....	242
9.5.3	Quitter la phase de transmission 3 (CP ₃).....	242

8.5	Standard operation data	203
8.5.1	Position data	203
8.5.2	Velocity data	203
8.5.3	Torque data	205
8.5.4	Acceleration data	205
8.5.5	Procedure commands and data for homing procedures	205
8.5.6	Machine specific procedure commands and data	207
8.6	Scaling of operation data	207
8.6.1	Scaling of position data	207
8.6.2	Scaling of velocity data	211
8.6.3	Scaling of torque/force data	215
8.6.4	Scaling of acceleration data	219
8.6.5	Scaling of temperature data	221
8.7	Drive parameters	221
8.7.1	Velocity loop parameters	221
8.7.2	Position loop parameters	225
8.7.3	Current loop parameters	225
8.7.4	Drive limit values	225
8.7.5	General drive parameters	225
8.7.6	Spindle parameters	227
8.7.7	Spindle synchronous operation	227
8.7.8	Electronic gearing	229
8.8	Mechanics	233
8.8.1	Feedback systems	233
8.8.2	Feed constant	233
8.8.3	Gear train	233
8.8.4	Parameter sets and gear ratios	233
9	Initialization of the SYSTEM interface	235
9.1	General	235
9.2	Communication phase 0 (CP ₀)	235
9.2.1	Structure of the telegrams	235
9.2.2	Telegram transmission timing	235
9.2.3	Leaving communication phase 0 (CP ₀)	237
9.3	Communication phase 1 (CP ₁)	237
9.3.1	Operational sequence in phase 1 (CP ₁)	237
9.3.2	Structure of the telegrams	239
9.3.3	Telegram transmission timing	239
9.3.4	Leaving communication phase 1 (CP ₁)	241
9.4	Communication phase 2 (CP ₂)	241
9.4.1	Structure of the telegrams	241
9.4.2	Telegram transmission timing	241
9.4.3	Leaving communication phase 2 (CP ₂)	241
9.5	Communication phase 3 (CP ₃)	243
9.5.1	Structure of the telegrams	243
9.5.2	Telegram transmission timing	243
9.5.3	Leaving communication phase 3 (CP ₃)	243

9.6	Phase transmission 4 (CP ₄) – fin d'initialisation	244
9.6.1	Structure des messages.....	244
9.6.2	Temps de départ de transmission des messages.....	244
9.6.3	Quitter la phase de transmission 4 (CP ₄).....	244
10	Traitement des erreurs.....	244
10.1	Fonctions de sécurité des dispositifs d'entraînement.....	244
10.2	Défaillance des messages	246
10.2.1	Défaillance d'un message (MST, MDT, AT)	246
10.3	Changement de phases de transmission.....	248
10.3.1	Phases de transmission croissantes.....	248
10.3.2	Phases de transmission décroissantes	248
10.4	Surveillance (présentation générale).....	250
10.4.1	Surveillance du maître.....	250
10.4.2	Surveillance du dispositif d'entraînement (esclave).....	250
10.5	Réaction au délai d'attente de protocole de transport	252
10.6	Réaction aux messages d'erreur dans la voie de service.....	252
10.7	Compteurs d'erreurs du maître et des esclaves.....	252
11	Séquences fonctionnelles.....	256
11.1	Généralités.....	256
11.2	Affectation des bits en temps réel	256
11.3	Retour à la position de référence	262
11.3.1	Procédure de la commande de retour à la position de référence commandée par le dispositif d'entraînement	262
11.3.2	Procédure de la commande de retour à la position de référence sous le contrôle de la commande numérique	266
11.4	Mesures	272
11.5	Procédure de la commande "positionnement de broche"	274
11.5.1	Positionnement lors du démarrage de la fonction.....	276
11.5.2	Nouvelles valeurs de position pendant que la commande est active	278
11.5.3	Commutation de mode de positionnement absolu/relatif lorsque la procédure de la commande est active	280
11.6	Commutation d'ensembles de paramètres et du rapport d'engrenages	280
11.7	Fonctions de démarrage/arrêt.....	282
11.7.1	Démarrage.....	282
11.7.2	Arrêt	282
11.7.3	Arrêt dû à une erreur.....	284
11.8	Procédure de la commande de mise en parc de l'axe.....	286
11.9	Procédure de la commande d'arrêt complet du dispositif d'entraînement	286
11.10	Procédure de la commande de fonctionnement synchrone commandé par le dispositif d'entraînement.....	288
11.10.1	Synchronisation de la broche synchrone à la broche mère avec un décalage angulaire fixe	288
11.10.2	Nouveau décalage de position synchrone après synchronisation.....	290
11.10.3	Nouveau rapport de vitesse après synchronisation	290
11.11	Procédure de la commande d'engagement d'engrenages commandée par le dispositif d'entraînement.....	292

9.6	Communication phase 4 (CP ₄) – end of initialization.....	245
9.6.1	Structure of the telegrams	245
9.6.2	Telegram transmission timing.....	245
9.6.3	Leaving communication phase 4 (CP ₄).....	245
10	Error handling	245
10.1	Drive safety functions.....	245
10.2	Failure of telegrams	247
10.2.1	Failure of a telegram (MST, MDT, AT).....	247
10.3	Changing the communication phases	249
10.3.1	Ascending communication phases.....	249
10.3.2	Descending communication phases.....	249
10.4	Monitoring (overview).....	251
10.4.1	Monitoring in the master.....	251
10.4.2	Monitoring in the drive (slave).....	251
10.5	Reaction to handshake timeout	253
10.6	Reaction to error messages in the service channel.....	253
10.7	Error counters in the master and the slave	253
11	Functional sequences	257
11.1	General	257
11.2	Allocation of real-time bits.....	257
11.3	Homing.....	263
11.3.1	Drive-controlled homing procedure command.....	263
11.3.2	Control unit controlled homing procedure command.....	267
11.4	Measurements.....	273
11.5	Position spindle procedure command	275
11.5.1	Positioning when the function is started	277
11.5.2	New position values while the procedure command is active.....	279
11.5.3	Switching the positioning mode angle position/relative offset while the procedure command is active.....	281
11.6	Switching of parameter sets and the gear ratio	281
11.7	Starting/stopping functions.....	283
11.7.1	Start-up.....	283
11.7.2	Shut-down.....	283
11.7.3	Shut-down due to error.....	285
11.8	Park axis procedure command.....	287
11.9	Positive stop drive procedure command	287
11.10	Drive-controlled synchronous operation procedure command	289
11.10.1	Synchronization of the synchronous spindle to the lead spindle with a fixed angular offset	289
11.10.2	New synchronous position offset after synchronization.....	291
11.10.3	New speed ratio after synchronization	291
11.11	Drive-controlled gear-engaging procedure command	293

Annexe A (normative) Numéros d'identification (IDN) classés par ordre numérique	296
Annexe B (normative) Numéros d'identification (IDN) classés par ordre alphabétique	314
Annexe C (normative) Description des IDN	330
Annexe D (normative) Interface SYSTÈME – Classes de conformité	464
D.1 Introduction	464
D.2 Paramètres nécessaires de l'interface SYSTÈME pour la classe de conformité A	466
D.3 Classe de conformité B pour l'interface SYSTÈME	468
D.4 Classe de conformité C pour l'interface SYSTÈME	474
D.5 Valeurs complémentaires	478
D.6 Temps de cycle de transmission	488
Annexe E (normative) Codage des caractères	490
Annexe F (informative) Principes fonctionnels du circuit répéteur	492
Annexe G (informative) Affaiblissement de la ligne de transmission	498
Annexe H (informative) Détermination des tranches de temps de transmission	500
H.1 Détermination du temps de départ de transmission de l'AT (t_1)	500
H.2 Détermination du temps de départ de transmission du MDT (t_2)	502
H.3 Durée maximale des messages	502
Annexe I (informative) Traitement des données d'exploitation	506
Annexe J (informative) Exécution des procédures de la commande	518
Annexe K (informative) Changement d'échelle additionnel	530
K.1 Changement d'échelle additionnel relatif aux données de position	530
K.2 Changement d'échelle additionnel relatif aux données de vitesse	532
K.3 Changement d'échelle additionnel relatif aux données de couple/force	534
K.4 Changement d'échelle additionnel relatif aux données d'accélération	538
K.5 Paramètres de changement d'échelle étendus	540
Figure 1 – Topologie	42
Figure 2 – Modes de fonctionnement	44
Figure 3 – Aperçu général de la structure des zones de données (CP ₃ et CP ₄)	52
Figure 4 – Couches de transfert	54
Figure 5 – Méthode d'accès synchronisé	54
Figure 6 – Cycle de transmission	56
Figure 7 – Topologie	66

Annex A (normative) Identification numbers in numerical order	297
Annex B (normative) Identification numbers in alphabetical order	315
Annex C (normative) Description of IDNs	331
Annex D (normative) SYSTEM interface – Compliance classes	465
D.1 Introduction	465
D.2 SYSTEM interface required parameters for compliance class A	467
D.3 SYSTEM interface compliance class B	469
D.4 SYSTEM interface compliance class C	475
D.5 Additional functions	479
D.6 Communication cycle times	489
Annex E (normative) Coded character set	491
Annex F (informative) Functional principles of the repeater circuit	493
Annex G (informative) Attenuation on the transmission line	499
Annex H (informative) Determination of the transmission timeslots	501
H.1 Determination of AT transmission starting time (t_1)	501
H.2 Determination of MDT transmission starting time (t_2)	503
H.3 Maximum duration of the telegrams	503
Annex I (informative) Processing operation data	507
Annex J (informative) Procedure command execution	519
Annex K (informative) Additional scaling	530
K.1 Additional scaling of position data	530
K.2 Additional scaling of velocity data	532
K.3 Additional scaling of torque/force data	534
K.4 Additional scaling of acceleration data	538
K.5 Extended scaling parameters	540
Figure 1 – Topology	43
Figure 2 – Operation modes	45
Figure 3 – Overview of data field structure (CP ₃ and CP ₄)	53
Figure 4 – Transfer layers	55
Figure 5 – Timed access methods	55
Figure 6 – Communication cycle	57
Figure 7 – Topology	67

Figure 8 – Ligne de transmission optique	68
Figure 9 – Structure d'un câble unipolaire (exemple)	72
Figure 10 – Enveloppe des signaux optiques	78
Figure 11 – Affichage de l'instabilité (J_{bruit})	80
Figure 12 – Caractéristiques d'entrée/sortie d'un esclave	84
Figure 13 – Exemple de signal codé en NRZI	90
Figure 14 – Structure générale d'un message	90
Figure 15 – Signal de remplissage	92
Figure 16 – Fonctions de connexion d'un maître	94
Figure 17 – Signaux de transmission corrects pendant les transitions de signal de remplissage en délimiteurs de message	96
Figure 18 – Signaux de transmission corrects pendant les transitions de délimiteurs de message au signal de remplissage	98
Figure 19 – Fonctions de connexion d'un esclave	100
Figure 20 – Boucle munie de deux esclaves	102
Figure 21 – Accès au support de transfert	112
Figure 22 – Intervalles de temps requis entre messages	116
Figure 23 – Validité des valeurs de commande et de temps d'acquisition de retour dans les dispositifs d'entraînement	118
Figure 24 – Structure de bloc de données	118
Figure 25 – Zones de données du message de données relatives au maître	120
Figure 26 – Zone de données du message du dispositif d'entraînement	122
Figure 27 – Structure du message de synchronisation du maître	124
Figure 28 – Zone BOF	124
Figure 29 – Zone ADR	124
Figure 30 – Zone INFO	124
Figure 31 – Zone FCS	126
Figure 32 – Zone EOF	126
Figure 33 – Structure du message de données relatives au maître (MDT)	128
Figure 34 – Zone INFO service du maître k	132
Figure 35 – Données d'exploitation du MDT	132
Figure 36 – Exemple de MDT (avec des enregistrements de données du message préconfiguré 2 relatifs au mode de fonctionnement en commande de vitesse)	134
Figure 37 – Structure du message du dispositif d'entraînement	136
Figure 38 – Zone INFO service du dispositif d'entraînement m	140
Figure 39 – Données d'exploitation de l'AT	140
Figure 40 – Exemple de message du dispositif d'entraînement (message préconfiguré 2 relatif au mode de fonctionnement en commande de vitesse)	142
Figure 41 – Diagramme de synchronisation relatif au fonctionnement cyclique	142
Figure 42 – Fonction des éléments binaires temps réel	144
Figure 43 – Configuration de transmission de données par la voie de service	148
Figure 44 – Diagramme de traitement de la voie de service	150
Figure 45 – Schéma de traitement par étapes de la communication	154