

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

62056-41

Première édition
First edition
1998-11

**Comptage de l'électricité – Echange de données
pour la lecture des compteurs, le contrôle
des tarifs et de la charge –**

**Partie 41:
Echange de données sur réseaux larges:
Réseau téléphonique public commuté (RTPC)
avec protocole LIAISON+**

**Electricity metering – Data exchange for
meter reading, tariff and load control –**

**Part 41:
Data exchange using wide area networks:
Public switched telephone network (PSTN)
with LINK+ protocol**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62056-41:1998

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.

RAPPORT TECHNIQUE – TYPE 2

**CEI
IEC**

TECHNICAL REPORT – TYPE 2

62056-41

Première édition
First edition
1998-11

**Comptage de l'électricité – Echange de données
pour la lecture des compteurs, le contrôle
des tarifs et de la charge –**

**Partie 41:
Echange de données sur réseaux larges:
Réseau téléphonique public commuté (RTPC)
avec protocole LIAISON+**

**Electricity metering – Data exchange for
meter reading, tariff and load control –**

**Part 41:
Data exchange using wide area networks:
Public switched telephone network (PSTN)
with LINK+ protocol**

© IEC 1998 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

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
2 Présentation générale	10
2.1 Vocabulaire de base.....	10
2.2 Couches et protocoles.....	12
2.3 Langage de spécification.....	12
3 Couche Physique	12
3.1 Protocole Physique+	12
3.2 Environnement V.24/V.28.....	14
3.3 Appel/réponse automatique: environnement V.25/V.25bis	16
3.4 Généralités	18
3.5 Diagramme des temps: cas du mode semi-duplex	20
3.6 Diagramme des temps: cas du mode duplex.....	22
3.7 Services et primitives de service de physique	24
3.8 Paramètres de physique.....	24
3.9 Transitions d'état: cas du mode semi-duplex	24
3.10 Transitions d'état: cas du mode duplex.....	30
3.11 Répertoire et traitement des erreurs	36
4 Couche Liaison	38
4.1 Protocole Liaison+	38
4.2 Généralités	38
4.3 Procédure «envoyer et attendre».....	40
4.4 Services et primitives de service de liaison.....	40
4.5 Description des trames.....	42
4.6 Intégrité des données et efficacité de la transmission	44
4.7 Gestion des échanges.....	44
4.8 Paramètres de liaison	46
4.9 Transitions d'état	46
4.10 Répertoire et traitement des erreurs	52
5 Couche Application	54
5.1 Sous-couche Transport	54
5.2 Sous-couche Application	54
Annexe A (normative) Langage de spécification	58
Annexe B (normative) Liste des erreurs fatales	64
Annexe C (informative) Profils	66
Annexe D (normative) Principe du CRC (cyclical redundancy check)	68
Annexe E (informative) Intégrité des données	70
Annexe F (informative) Efficacité de la transmission	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General.....	9
1.1 Scope	9
1.2 Normative references	9
2 General description	11
2.1 Basic vocabulary	11
2.2 Layers and protocols	13
2.3 Specification language	13
3 Physical layer	13
3.1 Physical+ protocol	13
3.2 V.24/V.28 environment	15
3.3 Automatic call/answer: V.25/V.25bis environment	17
3.4 General information	19
3.5 Timing diagram: half-duplex mode	21
3.6 Timing diagram: full-duplex mode	23
3.7 Physical services and service primitives	25
3.8 Physical parameters	25
3.9 State transitions: half-duplex mode	25
3.10 State transitions: full-duplex mode	31
3.11 List and processing of errors	37
4 Data Link layer	39
4.1 Link+ protocol	39
4.2 General information	39
4.3 "Send and wait" procedure	41
4.4 Data link services and service primitives	41
4.5 Frame description	43
4.6 Data integrity and transmission efficiency	45
4.7 Management of exchanges	45
4.8 Data link parameters	47
4.9 State transitions	47
4.10 List and processing of errors	53
5 Application layer	55
5.1 Transport sublayer	55
5.2 Application sublayer	55
Annex A (normative) Specification language	59
Annex B (normative) List of fatal errors	65
Annex C (informative) Profiles	67
Annex D (normative) Principle of the cyclical redundancy check (CRC)	69
Annex E (informative) Data integrity	71
Annex F (informative) Transmission efficiency	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPTAGE DE L'ÉLECTRICITÉ – ÉCHANGE DE DONNÉES POUR LA LECTURE DES COMPTEURS, LE CONTRÔLE DES TARIFS ET DE LA CHARGE –

Partie 41: Echange de données sur réseaux larges: Réseau téléphonique public commuté (RTPC) avec protocole LIAISON+

AVANT-PROPOS

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

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICITY METERING – DATA EXCHANGE FOR METER READING,
TARIFF AND LOAD CONTROL –****Part 41: Data exchange using wide area networks: Public switched
telephone network (PSTN) with LINK+ protocol**

FOREWORD

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

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example “state of the art”.

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

La CEI 62056-41, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 13 de la CEI: Equipements de mesure de l'énergie électrique et de commande des charges.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
13/1130/CDV	13/1166/RVC

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

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des Directives ISO/CEI) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de l'échange de données pour la lecture des compteurs, le contrôle des tarifs et de la charge, car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en œuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Les annexes A, B et D font partie intégrante de ce rapport technique.

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

IEC 62056-41, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 13: Equipment for electrical energy measurement and load control.

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
13/1130/CDV	13/1166/RVC

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.3.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a “prospective standard for provisional application” in the field of data exchange for meter reading, tariff and load control, because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an “International Standard”. It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annexes A, B and D form an integral part of this technical report.

Annexes C, E and F are for information only.

COMPTAGE DE L'ÉLECTRICITÉ – ECHANGE DE DONNÉES POUR LA LECTURE DES COMPTEURS, LE CONTRÔLE DES TARIFS ET DE LA CHARGE –

Partie 41: Echange de données sur réseaux larges: Réseau téléphonique public commuté (RTPC) avec protocole LIAISON+

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Le présent rapport technique décrit une architecture d'échange de données en trois couches utilisée pour communiquer avec les équipements de comptage des gros clients industriels et commerciaux (visant, en particulier, la télé-relève de ces compteurs pour des besoins de facturation). Le réseau téléphonique public commuté (RTPC) est employé comme média de communication pour cet échange de données.

Le présent rapport technique définit les protocoles à mettre en oeuvre pour chaque couche de l'architecture (physique, liaison et application), en utilisant autant que faire se peut des normes existantes telles que

- l'UIT-T V.22, V.22bis, V.23, V.24, V.25, V.25bis, V.28, V.32, V.32bis et V.41 (UIT-T: telecommunication standardization sector of the International Telecommunication Union),
- la CEI 61334-4-41 qui décrit le modèle DLMS (messagerie de ligne de distribution).

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 62056-51:1998, *Comptage de l'électricité – Echange de données pour la lecture des compteurs, le contrôle des tarifs et de la charge – Partie 51: Protocoles de couche application pour l'échange de données de comptage*

CEI 61334-4-41:1996, *Automatisation de la distribution à l'aide de systèmes de communication à courants porteurs – Partie 4: Protocole de communication de données – Section 41: Protocoles d'application – Spécification des messages de ligne de distribution (DLMS)*

UIT-T V.22:1988, *Modem fonctionnant en duplex à 1 200 bits/s, normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits loués à deux fils de type téléphonique de poste à poste*

UIT-T V.22bis:1988, *Modem fonctionnant en duplex à 2 400 bits/s, utilisant la technique de la répartition en fréquence et normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur circuits loués à deux fils du type téléphonique de poste à poste*

ELECTRICITY METERING – DATA EXCHANGE FOR METER READING, TARIFF AND LOAD CONTROL –

Part 41: Data exchange using wide area networks: Public switched telephone network (PSTN) with LINK+ protocol

1 General

1.1 Scope

This technical report describes a three layer data exchange architecture used for communication with large industrial and commercial customers' metering equipment (aiming, in particular, at the remote reading of these meters for billing purposes). The public switched telephone network (PSTN) is used as a communication medium for this data exchange.

This technical report defines the protocols to be applied for each layer of the architecture (physical, data link and application), making use as far as possible of existing standards, such as

- ITU-T V.22, V.22bis, V.23, V.24, V.25, V.25bis, V.28, V.32, V.32bis and V.41 (ITU-T: telecommunication standardization sector of the International Telecommunication Union),
- IEC 61334-4-41 which describes the DLMS (Distribution Line Message Specification) model.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 62056-51:1998 *Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Part 51: Application layer protocols for meter data exchange*

IEC 61334-4-41:1996, *Distribution automation using distribution line carrier systems – Part 4: Data communication protocols – Section 41: Application protocol – Distribution line message specification (DLMS)*

ITU-T V.22:1988, *1 200 bits per second duplex modem standardized for use in the general switched telephone network and on point-to-point leased 2-wire telephone-type circuits*

ITU-T V.22bis:1988, *2 400 bits per second duplex modem standardized for use in the general switched telephone network and on point-to-point leased 2-wire telephone-type circuits*

UIT-T V.23:1988, *Modem à 600/1 200 bauds normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation*

UIT-T V.24:1996, *Liste des définitions des circuits de jonction à l'interface entre l'équipement terminal de traitement des données et l'équipement de terminaison du circuit de données*

UIT-T V.25:1996, *Equipement de réponse automatique et procédures générales pour équipement d'appel automatique en mode parallèle sur le réseau téléphonique général commuté, y compris les procédures de neutralisation des dispositifs de réduction d'écho lorsque les appels sont établis aussi bien d'une manière manuelle que d'une manière automatique*

UIT-T V.25bis:1996, *Procédures synchrones et asynchrones de numérotation automatique sur les réseaux commutés*

UIT-T V.28:1993, *Caractéristiques électriques des circuits de jonction dissymétriques pour transmission par double courant*

UIT-T V.32:1993, *Famille de modems à deux fils fonctionnant en duplex à des débits binaires allant jusqu'à 9 600bits/s pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits loués de type téléphonique*

UIT-T V.32bis:1991, *Modem fonctionnant en mode duplex à des débits binaires allant jusqu'à 14 400 bits/s pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits à 2 fils de type téléphonique loués de poste à poste*

UIT-T V.41:1972, *Système de protection contre les erreurs indépendant du code utilisé*

ISO 2110:1989, *Technologies de l'information – Communication de données – Connecteur d'interface ETTD/ETCD à 25 pôles et affectation des numéros de contacts*

2 Présentation générale

2.1 Vocabulaire de base

Toute communication fait intervenir deux équipements représentés par les expressions système Appelant et système Appelé. L'Appelant est le système qui décide d'initialiser une communication avec un équipement distant dit Appelé; ces dénominations restent valables pendant toute la durée de la communication.

Une communication est décomposée en un certain nombre de transactions. Chaque transaction se traduit par une émission de l'Emetteur vers le Récepteur. Au gré de l'enchaînement des transactions, les systèmes Appelant et Appelé jouent tour à tour le rôle d'Emetteur et de Récepteur.

Les termes Client et Serveur ont le même sens que dans le modèle DLMS (voir CEI 61334-4-41). Le Serveur est le système qui se comporte comme un VDE (voir CEI 61334-4-41) pour toute soumission de requête de service particulière. Le Client est le système qui utilise le Serveur dans un but spécifique à l'aide d'une ou plusieurs soumissions de requête de service.

Le schéma basé sur un Client Appelant et un Serveur Appelé correspond certainement au cas le plus fréquent, mais on peut aussi imaginer une communication basée sur le couple Serveur Appelant et Client Appelé, en particulier pour signaler l'occurrence d'une alarme urgente.

ITU-T V.23:1988, *600/1 200 baud modem standardized for use in the general switched telephone network*

ITU-T V.24:1996, *List of definitions for interchange circuits between data terminal equipment (DTE) and data circuit-terminating equipment (DCE)*

ITU-T V.25:1996, *Automatic answering equipment and general procedures for automatic calling equipment on the general switched telephone network including procedures for disabling of echo control devices for both manually and automatically established calls*

ITU-T V.25bis:1996, *Synchronous and asynchronous automatic dialling procedures on switched networks*

ITU-T V.28:1993, *Electrical characteristics for unbalanced double-current interchange circuits*

ITU-T V.32:1993, *A family of 2-wire, duplex modems operating at data signalling rates of up to 9 600 bit/s for use on the general switched telephone network and on leased telephone-type circuits*

ITU-T V.32bis:1991, *A duplex modem operating at data signalling rates of up to 14 400 bit/s for use on the general switched telephone network and on leased point-to-point 2-wire telephone-type circuits*

ITU-T V.41:1972, *Code-independent error-control system*

ISO 2110:1989, *Information technology – Data communication – 25-pole DTE/DCE interface connector and contact number assignments*

2 General description

2.1 Basic vocabulary

All communications involve two sets of equipment represented by the terms Caller system and Called system. The Caller is the system that decides to initiate a communication with a remote system known as the Called party; these denominations remain valid throughout the duration of the communication.

A communication is broken down into a certain number of transactions. Each transaction is represented by a transmission from the Transmitter to the Receiver. During the sequence of transactions, the Caller and Called systems take turns to act as Transmitter and Receiver.

The terms Client and Server have the same meanings as in the DLMS model (see IEC 61334-4-41). The Server is the system that acts as a VDE (see IEC 61334-4-41) for the submission of all special service requests. The Client is the system that uses the Server for a specific purpose by means of one or more service requests.

The situation involving a Caller Client and a Called Server is undoubtedly the most frequent case, but a communication based on a Caller Server and a Called Client is also possible, in particular to report the occurrence of an urgent alarm.

2.2 Couches et protocoles

La pile adopte un découpage en trois couches: Physique, Liaison et Application. Chacune de ces couches fait l'objet d'un protocole dont le nom est indiqué au tableau 1.

Tableau 1 – Noms des protocoles

Couche	Protocole
Application	DLMS+ Application+ Transport+
Liaison	Liaison+
Physique	Physique+

Les protocoles Transport+ et Application+ des sous-couches Transport et Application de la couche Application sont décrits dans la CEI 62056-51.

Le protocole DLMS+ de la sous-couche DLMS de la couche Application est décrit dans la CEI 61334-4-41.

2.3 Langage de spécification

Dans le présent rapport technique, le protocole de chaque couche est décrit par des transitions d'état représentées sous forme de tableaux. La syntaxe utilisée pour la constitution de ces tableaux est définie par un langage de spécification présenté à l'annexe A.

En cas de divergence d'interprétation entre une partie du texte et un tableau de transitions d'état, c'est toujours le tableau qui fait référence.

3 Couche Physique

Le choix de la couche Physique (particulièrement le diagramme des temps, les services et primitives de service disponibles, et les transitions d'état) est l'objet du présent article.

3.1 Protocole Physique+

Le protocole Physique+ de la couche Physique est conçu pour un fonctionnement asynchrone en mode semi-duplex et pour un fonctionnement synchrone ou asynchrone en mode duplex.

Il est strictement identique pour l'Appelant et pour l'Appelé (comportement totalement symétrique) et intègre

- une interface de communication conforme à l'UIT-T V.24 et V.28 ainsi qu'à l'ISO 2110,
- une procédure d'appel/réponse automatique conforme à l'UIT-T V.25 ou V.25bis,
- un modem conforme soit à l'UIT-T V.23 (mode semi-duplex), soit à une des recommandations UIT-T V.22, V.22bis, V.32 ou V.32bis (mode duplex).

2.2 Layers and protocols

The stack uses a breakdown into three layers: Physical, Data Link and Application. Each of these layers is the subject of a protocol whose name is given in table 1.

Table 1 – Names of protocols

Layer	Protocol
Application	DLMS+ Application+ Transport+
Data Link	Data Link+
Physical	Physical+

The Transport+ and Application+ protocols of the Transport and Application sublayers of the Application layer are described in IEC 62056-51.

The DLMS+ protocol of the DLMS sublayer of the Application layer is described in IEC 61334-4-41.

2.3 Specification language

In this technical report, the protocol of each layer is described by state transitions represented in the form of tables. The syntax used in making up these tables is defined by a specification language described in annex A.

In the event of a difference in interpretation between part of the text and a state transition table, the table is always taken as the reference.

3 Physical layer

The choice of the Physical layer (especially the timing diagram, the services and service primitives available, and the state transitions) is the subject of the present clause.

3.1 Physical+ protocol

The Physical+ protocol of the Physical layer is designed for half-duplex asynchronous operation and for full-duplex synchronous or asynchronous operation.

It is strictly identical for the Caller and for the Called party (completely symmetrical behaviour) and incorporates

- a communications interface complying with ITU-T V.24 and V.28, and with ISO 2110,
- an automatic call/answer procedure complying with ITU-T V.25 or V.25bis,
- a modem complying with either ITU-T V.23 (half-duplex mode), or ITU-T V.22, V.22bis, V.32 or V.32bis (full-duplex mode).

3.2 Environnement V.24/V.28

L'interface de communication est de type série et est conforme à l'UIT-T V.24 et V.28 ainsi qu'à l'ISO 2110.

Un système communiquant sur réseau téléphonique public commuté peut-être modélisé selon la figure 1.

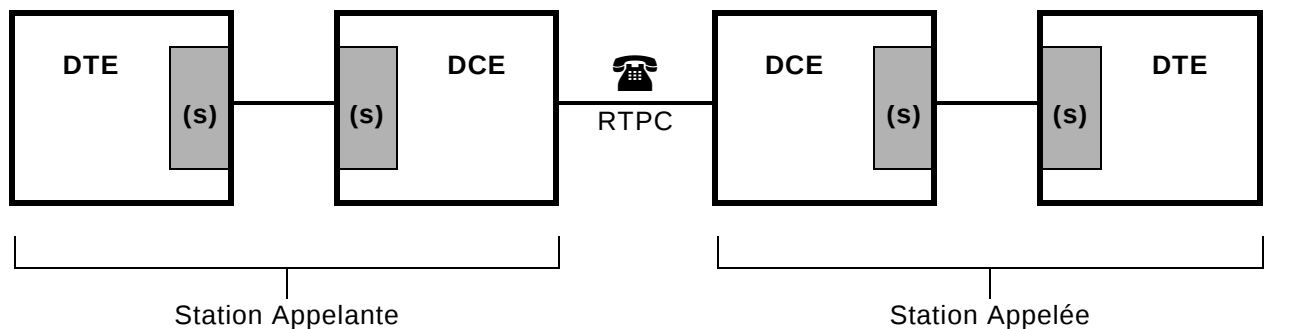


Figure 1 – Modèle d'un système communiquant sur le réseau téléphonique public commuté

DTE: Data Terminal Equipment (ordinateurs ²⁾, terminaux ou imprimantes). Un DTE est un système qui envoie ou reçoit des informations. Certains manuels le nomment aussi ETDD (Equipement Terminal de Traitement de Données).

DCE: Data Communication Equipment (interface communicante ou modem). Un DCE est un équipement utilisé comme interface sur un réseau de communication. Son rôle est de transférer les données. Il est aussi nommé ETCD (Equipement de Terminaison du Circuit de Données).

(s): Sérialisateur. Un sérialisateur est généralement un circuit intégré qui synchronise l'émission et la réception de bits.

La fonction transmetteur convertit des octets en une suite de 8 bits en série. La fonction récepteur convertit une série de 8 bits en un octet.

²⁾ Le terme ordinateur est pris ici au sens large.

3.2 V.24/V.28 environment

A serial communication interface is used in compliance with ITU-T V.24 and V.28, and with ISO 2110.

A system communicating over the public switched telephone network can be modelled as shown in figure 1.

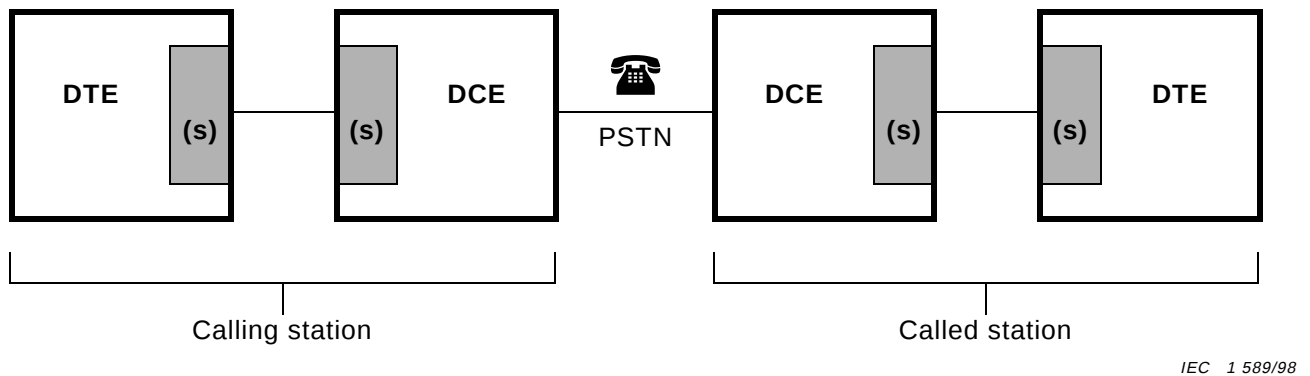


Figure 1 – Model of a system communicating over the public switched telephone network

DTE: Data Terminal Equipment (computers ²⁾, terminals or printers). A DTE is a system that sends or receives data.

DCE: Data Communication Equipment (communications interface or modem). A DCE is an equipment item used as interface on a communications network. Its role is to transfer data.

(s): Serializer. A serializer is usually an integrated circuit which synchronizes the transmission and reception of bits.

The transmitter function converts octets into a string of 8 serial bits. The receiver function converts a set of 8 bits into an octet.

²⁾ The term computer is used here in its wider sense.

Tableau 2 – Principaux circuits de l'interface V.24

Circuit	Désignation	Abréviation	DTE/DCE*
<i>Terre</i>			
101	Terre de Protection	TP	–
102	Terre de Signalisation	TS	–
<i>Signaux de données</i>			
103	Emission des Données	ED	S/E
104	Réception des Données	RD	E/S
<i>Signaux de contrôle</i>			
105	Demande Pour Emettre	DPE	S/E
106	Prêt A Emettre	PAE	E/S
107	Poste de Données Prêt (modem prêt)	PDP	E/S
108	Terminal de Données Prêt	TDP	S/E
<i>Autres signaux de contrôle</i>			
109	Détection de Signal	DS	E/S
125	Indicateur de Sonnerie	IS	E/S
<i>Signaux d'horloge</i>			
113	Horloge émetteur (DTE source)	–	S/E
114	Horloge émetteur (DCE source)	–	E/S
115	Horloge récepteur (DCE source)	–	E/S
* S: le circuit défini est une sortie. E: le circuit défini est une entrée.			

3.3 Appel/réponse automatique: environnement V.25/V.25bis

Une station équipée pour l'appel automatique conformément à l'UIT-T V.25 ou V.25bis est composée d'un modem muni d'un dispositif de numérotation automatique.

L'UIT-T V.25 définit les procédures d'appel automatique en mode parallèle. Les circuits de jonction sont conformes à la série 200.

L'UIT-T V.25bis définit les procédures d'appel automatique en mode série. Les circuits de jonction utilisés sont ceux de la série 100 (interface V.24).

Tableau 3 – Circuits de l'interface V.25

Circuit	Désignation	DTE/DCE
201	Terre de signalisation ou retour commun	–
202	Demande d'appel	S/E
203	Ligne pour données occupée	E/S
204	Poste éloigné connecté	E/S
205	Abandon de l'appel	E/S
206	Signal numérique (2 ⁰)	S/E
207	Signal numérique (2 ¹)	S/E
208	Signal numérique (2 ²)	S/E
209	Signal numérique (2 ³)	S/E
210	Présentez le chiffre suivant	E/S
211	Chiffre présent	S/E
213	Indication d'alimentation	E/S

Table 2 – Main circuits of the V.24 interface

Circuit	Designation	Abbreviation	DTE/DCE*
<i>Ground</i>			
101	Protective Ground	PG	–
102	Signal Ground	SG	–
<i>Data signals</i>			
103	Transmitted Data	TD	O/I
104	Received Data	RD	I/O
<i>Control signals</i>			
105	Request To Send	RTS	O/I
106	Clear To Send	CTS	I/O
107	Data Set Ready	DSR	I/O
108	Data Terminal Ready	DTR	O/I
<i>Other control signals</i>			
109	Data Carrier Detect	DCD	I/O
125	Ring Indicator	RI	I/O
<i>Clock signals</i>			
113	Transmitter signal element timing (DTE source)	–	O/I
114	Transmitter signal element timing (DCE source)	–	I/O
115	Receiver signal element timing (DCE source)	–	I/O
* O: output circuit I: input circuit			

3.3 Automatic call/answer: V.25/V.25bis environment

A station equipped for automatic calls in accordance with ITU-T V.25 or V.25bis consists of a modem fitted with an automatic dialling device.

ITU-T V.25 defines the automatic call procedures in parallel mode. The connection circuits comply with series 200.

ITU-T V.25bis defines the automatic call procedures in serial mode. The connection circuits used are those of series 100 (V.24 interface).

Table 3 – V.25 interface circuits

Circuit	Designation	DTE/DCE
201	Signal ground or common return	–
202	Call request	O/I
203	Data line occupied	I/O
204	Distant station connected	I/O
205	Abandon call	I/O
206	Digit signal (2 ⁰)	O/I
207	Digit signal (2 ¹)	O/I
208	Digit signal (2 ²)	O/I
209	Digit signal (2 ³)	O/I
210	Present next digit	I/O
211	Digit present	O/I
213	Power indication	I/O

La transmission de chaque chiffre du numéro à composer se fait en parallèle sur les circuits de jonction 206 à 209.

Dans certains cas, les fonctions de numérotation automatique sont incorporées au modem. Il est alors possible d'utiliser les circuits de la série 100. L'UIT-T a donc défini une procédure d'appel automatique en mode série: l'UIT-T V.25bis.

Tableau 4 – Circuits intervenant au cours de la phase d'établissement de la liaison V.25bis

Circuit	Désignation	Abréviation	DTE/DCE
<i>Signaux de données</i>			
103	Emission des Données	ED	S/E
104	Réception des Données	RD	E/S
<i>Signaux de contrôle</i>			
106	Prêt A Emettre	PAE	E/S
107	Poste de Données Prêt (modem prêt)	PDP	E/S
108	Terminal de Données Prêt	TDP	S/E
125	Indicateur de Sonnerie	IS	E/S

La communication est établie par les signaux de contrôle 106 (PAE), 107 (PDP) et 108 (TDP) conjointement avec échanges de messages sur les circuits 103 (ED) et 104 (RD). Ces messages contiennent des commandes ou des signalisations en provenance de l'un ou de l'autre des équipements, accompagnés éventuellement de paramètres.

La transmission de chaque chiffre du numéro à composer se fait en série sur le circuit de jonction 103 (ED).

L'indicateur d'appel signale au DTE la présence d'un appel entrant.

Si le terminal appelé est sous tension, le DTR l'est également, ce qui permet de répondre à l'appel: c'est la *réponse automatique*.

Les tonalités échangées sur la ligne après la composition du numéro sont identiques à celles définies dans l'UIT-T V.25. Les équipements conformes à l'UIT-T V.25bis sont donc compatibles avec ceux qui respectent l'UIT-T V.25.

3.4 Généralités

La couche Physique agit directement sur le sérialisateur relié au modem. Le terminal et le modem communiquent à travers l'interface V.24. Le débit d'échange minimal est de 1 200 bits/s.

Dans le cas où la technique de transmission choisie est asynchrone, les bits transmis sont regroupés par paquets de huit, sans parité (octets non codés en ASCII). Chaque caractère comprend un bit de *start* en tête et un bit de *stop* en queue, qui correspondent respectivement à une mise à 0 et une mise à 1 du signal de données en sortie du sérialisateur. Ces deux bits font office de «points de synchronisation». Le moment *start* permet essentiellement de synchroniser les horloges, alors que le moment *stop* laisse un temps suffisant au récepteur pour mettre en parallèle le caractère avant de traiter le suivant.

Les équipements munis d'un modem conforme à l'UIT-T V.32/V.32bis peuvent dialoguer avec des équipements munis d'un modem conforme à l'UIT-T V.22/V.22bis grâce à la procédure d'auto-adaptation à la connexion décrite dans l'UIT-T V.32 et V.32bis.

Each digit of the number to be dialled is transmitted in parallel over the connection circuits 206 to 209.

In certain cases, the automatic dialling functions are incorporated into the modem. Series 100 circuits can then be used. The ITU-T has, therefore, defined a serial mode automatic call procedure: ITU-T V.25bis.

Table 4 – Circuits involved in the setting up of the V.25bis link

Circuit	Designation	Abbreviation	DTE/DCE
<i>Data signals</i>			
103	Transmitted Data	TD	O/I
104	Received Data	RD	I/O
<i>Control signals</i>			
106	Clear To Send	CTS	I/O
107	Data Set Ready	DSR	I/O
108	Data Terminal Ready	DTR	O/I
125	Ring Indicator	RI	I/O

The communication is set up by control signals 106 (CTS), 107 (DSR) and 108 (DTR) together with message exchanges over circuits 103 (TD) and 104 (RD). These messages contain commands or signals from one or the other of the equipments, possibly accompanied by parameters.

Each digit of the number to be dialled is transmitted serially over connection circuit 103 (TD).

The call indicator informs the DTE of an incoming call.

If the called terminal is switched on, so is the DTR, which enables the call to be answered: this is the *automatic answer*.

The tones exchanged over the line after the dialling of the number are identical to those defined in ITU-T V.25. Equipments that comply with ITU-T V.25bis are thus compatible with equipments that comply with ITU-T V.25.

3.4 General information

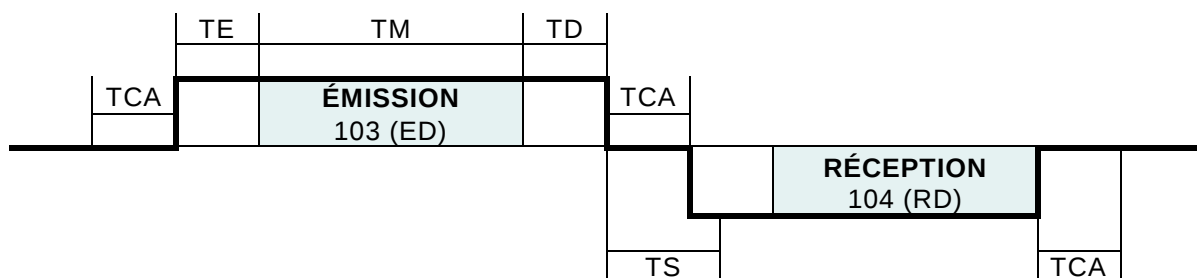
The Physical layer acts directly on the serializer linked to the modem. The terminal and the modem communicate via the V.24 interface. The minimal transmission rate is 1 200 bits/s.

When the chosen transmission technique is asynchronous, the transmitted bits are grouped in packets of eight, without parity (octets not encoded in ASCII). Each character is delimited by one *start* bit and one *stop* bit, which correspond respectively to a 0 reset and to the setting to 1 of the data signal at the serializer output. These two bits are used as "synchronization points". The *start* point is mainly used to synchronize the clocks, while the *stop* point leaves sufficient time for the receiver to convert the character to parallel before processing the next one.

Equipments supplied with ITU-T V.32/V.32bis modems can communicate with equipments supplied with ITU-T V.22/V.22bis modem, thanks to the connection autsetting procedure described in ITU-T V.32 and V.32bis.

3.5 Diagramme des temps: cas du mode semi-duplex

Le diagramme de la figure 2 permet de définir les temporisations et les réveils utilisés pour la gestion des échanges en régime permanent.



IEC 1 590/98

Figure 2 – Temporisations et réveils pour la gestion des échanges en régime permanent (mode semi-duplex)

L'alternat est réalisé par un échange de trame après un temps de stabilisation TCA. Chaque trame est concrétisée par l'émission d'une porteuse non modulée d'une durée minimale TE, suivie par la transmission d'un bloc de données d'une durée TM bornée et d'une temporisation TD avant la coupure de la porteuse (afin d'éviter tout risque de perte du dernier octet émis).

En réception, TS est une temporisation de sécurité pendant laquelle les changements d'état de la porteuse et les transmissions de données parasites ne doivent pas être pris en considération. TS est armé dès que la porteuse en émission est coupée. A l'échéance de ce temps, la ligne est considérée comme valide.

TCA: temps de coupure de porteuse à l'alternat. Ce temps est contrôlé par un réveil.
TCA = 40 ms

TE: durée d'émission de la porteuse non modulée. Cette durée est une temporisation.
TE = 150 ms > TS – TCA

TM: durée de modulation pour l'émission des données. Cette durée dépend de la taille de la trame à émettre (comprise entre 4 octets et 127 octets) et de la vitesse de transmission.

TD: durée d'attente avant la coupure de la porteuse. Cette durée est une temporisation équivalente à la transmission d'au moins 2 octets.
TD = 20 ms

TS: durée de sécurité entre l'émission et la réception. Cette durée est une temporisation.
TS = 180 ms

Il existe également trois réveils (TI, TR1 et TR2) non représentés sur le diagramme de la figure 2.

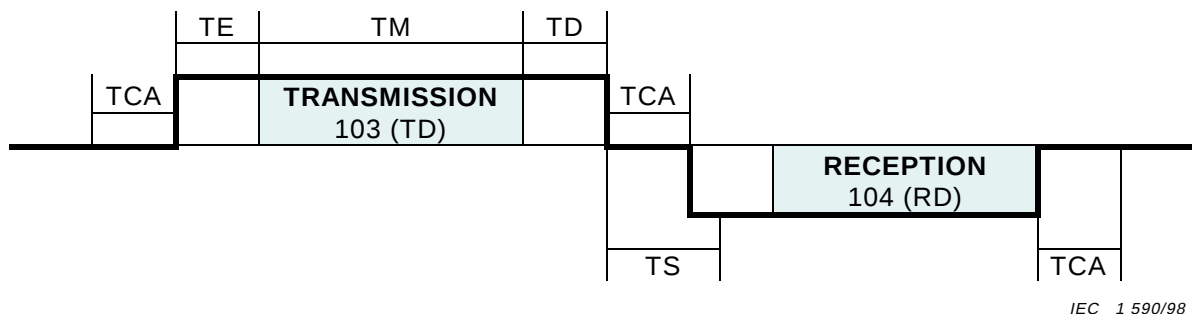
TI: temps maximal admissible entre la montée par le DCE du signal 107 (PDP) et du signal 109 (DS) au début de la communication. Ce temps est contrôlé par un réveil.
TI = 15 s

TR1: temps de réponse maximal admissible entre d'une part la montée du signal 105 (DPE) par le DTE et la montée du signal 106 (PAE) par le DCE et d'autre part la descente du signal 108 (TDP) par le DTE et la descente du signal 107 (PDP) par le DCE. Ce temps est contrôlé par un réveil.
TR1 = 1 s

TR2: temps maximal admissible entre la montée par le DCE des signaux 125 (IS) et 107 (PDP). Ce temps est contrôlé par un réveil.
TR2 = 60 s

3.5 Timing diagram: half-duplex mode

Figure 2 diagram can be used to define the wait-times and wakeups used to manage exchanges in continuous operation.



IEC 1 590/98

Figure 2 – Wait-times and wakeups to manage exchanges in continuous operation (half-duplex mode)

Half-duplex switching is performed by frame exchange after a stabilization time TCA. Each frame is marked by the transmission of an unmodulated carrier for a minimal duration TE, followed by transmission of a data block of delimited duration TM and a wait-time TD before the carrier is cut off (in order to avoid any risk of loss of the last octet transmitted).

On reception, TS is a safety wait-time during which carrier state changes and interference shall not be taken into account. TS is triggered as soon as the transmission carrier is cut off. When this time has elapsed, the line is considered as valid.

TCA: half-duplex carrier cut-off time. This time is controlled by a wakeup.
TCA = 40 ms

TE: unmodulated carrier transmission period. This period is a wait-time.
TE = 150 ms > TS – TCA

TM: modulation period for data transmission. This period depends on the size of the frame to be transmitted (between 4 octets and 127 octets) and the transmission rate.

TD: wait period before carrier cut-off. This period is a wait-time equivalent to the transmission of at least 2 octets.
TD = 20 ms

TS: safety period between transmission and reception. This period is a wait-time.
TS = 180 ms

There are also three wakeups (TI, TR1 and TR2) not shown in figure 2 diagram.

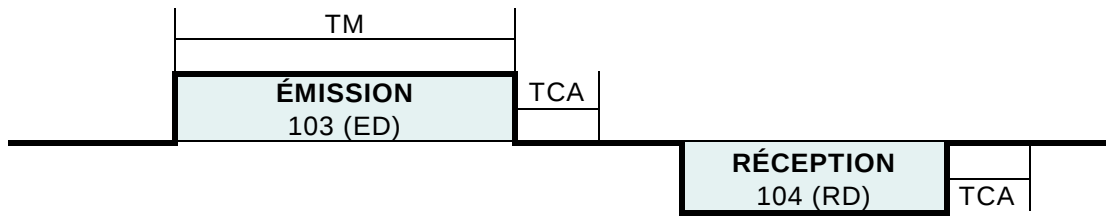
TI: maximum permitted time between the positive-going transition by the DCE of signals 107 (DSR) and 109 (DCD) at the start of the communication. This time is controlled by a wakeup.
TI = 15 s

TR1: maximum permitted response time between, on the one hand, the positive-going transition of signal 105 (RTS) by the DTE and the positive-going transition of signal 106 (CTS) by the DCE and, on the other hand, the negative-going transition of signal 108 (DTR) by the DTE and the negative-going transition of signal 107 (DSR) by the DCE. This time is controlled by a wakeup.
TR1 = 1 s

TR2: maximum permitted time between the positive-going transition by the DCE of signals 125 (RI) and 107 (DSR). This time is controlled by a wakeup.
TR2 = 60 s

3.6 Diagramme des temps: cas du mode duplex

Le diagramme de la figure 3 permet de définir les temporisations et les réveils utilisés pour la gestion des échanges en régime permanent.



IEC 1 591/98

Figure 3 – Temporisations et réveils pour la gestion des échanges en régime permanent (mode duplex)

Chaque trame est concrétisée par la transmission d'un bloc de données d'une durée TM bornée et d'une temporisation TCA du côté émetteur avant la descente du signal 105 (DPE) (afin d'éviter tout risque de perte du dernier octet émis). Le silence d'une durée TCA permet également au récepteur de détecter la fin de la trame.

TCA: durée d'attente avant la descente du signal 105 (DPE) du côté émetteur et la durée du silence marquant la fin de la trame du côté récepteur. Cette durée est une temporisation du côté émetteur et un réveil du côté récepteur.

TCA = 25 ms

TM: durée de modulation pour l'émission des données. Cette durée dépend de la taille de la trame à émettre (comprise entre 4 octets et 127 octets) et de la vitesse de transmission.

Il existe également trois réveils (TI, TR1 et TR2) non représentés sur le diagramme de la figure 3.

TI: temps maximal admissible entre la montée par le DCE du signal 107 (PDP) et le début de la communication. Ce temps est contrôlé par un réveil.

TI = 15 s

TR1: temps de réponse maximal admissible entre, d'une part, la montée du signal 105 (DPE) par le DTE et la montée du signal 106 (PAE) par le DCE et, d'autre part, la descente du signal 108 (TDP) par le DTE et la descente du signal 107 (PDP) par le DCE. Ce temps est contrôlé par un réveil.

TR1 = 1 s

TR2: temps maximal admissible entre la montée par le DCE des signaux 125 (IS) et 107 (PDP). Ce temps est contrôlé par un réveil.

TR2 = 60 s

3.6 Timing diagram: full-duplex mode

Figure 3 diagram can be used to define the wait-times and wakeups used to manage exchanges in continuous operation.

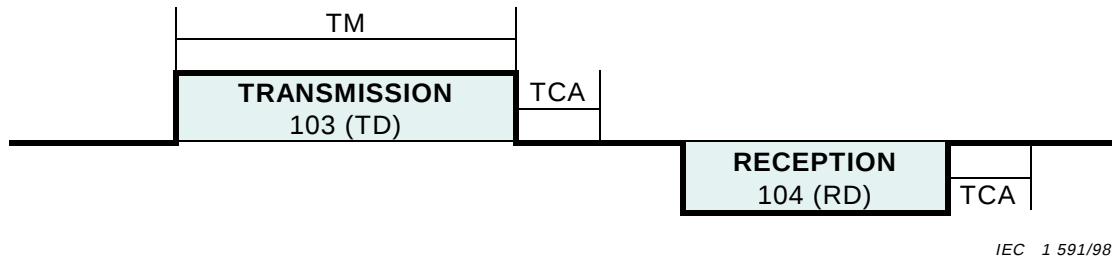


Figure 3 – Wait-times and wakeups to manage the exchanges in continuous operation (duplex mode)

Each frame is characterized by the data block transmission of delimited duration **TM** and sender wait-time **TCA** before the negative-going transition of signal 105 (RTS) (in order to avoid any risk of loss of the last octet transmitted). The **TCA** duration silence also enables the receiver to detect the end of the frame.

TCA: wait period before the negative-going transition of signal 105 (RTS) for the sender party and the silence period characterizing the end of the frame for the receiver party. This period is a wait-time for the sender and a wakeup for the receiver party.

TCA = 25 ms

TM: modulation period for data transmission. This period depends on the size of the frame to be transmitted (between 4 octets and 127 octets) and the transmission rate.

There are also three wakeups (**TI**, **TR1** and **TR2**) not shown in figure 3 diagram.

TI: maximum permitted time between the positive-going transition by the DCE of signal 107 (DSR) and the start of the communication. This time is controlled by a wakeup.

TI = 15 s

TR1: maximum permitted response time between, on the one hand, the positive-going transition of signal 105 (RTS) by the DTE and the positive-going transition of signal 106 (CTS) by the DCE and, on the other hand, the negative-going transition of signal 108 (DTR) by the DTE and the negative-going transition of signal 107 (DSR) by the DCE. This time is controlled by a wakeup.

TR1 = 1 s

TR2: maximum permitted time between the positive-going transition by the DCE of signals 125 (RI) and 107 (DSR). This time is controlled by a wakeup.

TR2 = 60 s

3.7 Services et primitives de service de physique

L'utilisateur du protocole Physique+ dispose des services et primitives de service donnés au tableau 5.

Tableau 5 – Services et primitives de service de physique

Service	Primitive
Phy_DATA	Phy_DATA.req(Frame) Phy_DATA.ind(Frame)
Phy_ABORT	Phy_ABORT.req() Phy_ABORT.ind(ErrorNb)

Le rôle attribué à chaque primitive est le suivant:

- Phy_DATA.req(Frame) permet à la couche Liaison de demander à la couche Physique l'émission d'une trame Frame;
- Phy_DATA.ind(Frame) permet à la couche Physique d'informer la couche Liaison qu'une trame Frame est disponible;
- Phy_ABORT.req() permet à la couche Liaison de demander à la couche Physique de mettre fin à son activité;
- Phy_ABORT.ind(ErrorNb) permet à la couche Physique d'informer la couche Liaison de l'occurrence d'une erreur fatale repérée par le numéro ErrorNb.

3.8 Paramètres de physique

Les valeurs des temporisations et des réveils ont déjà été définies dans le diagramme des temps. Ces valeurs sont des valeurs minimales pour les temporisations et des valeurs maximales pour les réveils; leur précision dépend de la base de temps du matériel choisi.

La valeur de la taille maximale MaxIndex d'une trame en réception est fixée à 132 afin d'éviter une erreur fatale suite à la possible réception de quelques caractères parasites.

3.9 Transitions d'état: cas du mode semi-duplex

La machine d'état de l'Appelant est strictement identique à celle de l'Appelé puisque le serveur peut, en cas de données urgentes à transmettre, prendre l'initiative d'une demande de connexion.

3.7 Physical services and service primitives

Table 5 services and service primitives are available to users of the Physical+ protocol.

Table 5 – Physical services and service primitives

Service	Primitive
Phy_DATA	Phy_DATA.req(Frame) Phy_DATA.ind(Frame)
Phy_ABORT	Phy_ABORT.req() Phy_ABORT.ind(ErrorNb)

The role assigned to each primitive is as follows:

- Phy_DATA.req(Frame) enables the Data Link layer to request the Physical layer to transmit a frame Frame;
- Phy_DATA.ind(Frame) enables the Physical layer to inform the Data Link layer that a frame Frame is available;
- Phy_ABORT.req() enables the Data Link layer to request the Physical layer to terminate its activity;
- Phy_ABORT.ind(ErrorNb) enables the Physical layer to inform the Data Link layer of the occurrence of a fatal error identified by the number ErrorNb.

3.8 Physical parameters

The values of the wait-times and wakeups have already been defined in the timing diagram. These values are minimal for wait-times and maximal for wakeups; their precision depends on the time basis of the chosen hardware.

The value of the maximal size MaxIndex of a reception frame is set to 132 in order to prevent a fatal error following the possible reception of interference.

3.9 State transitions: half-duplex mode

The Caller state machine is strictly identical to that of the Called party, since the server can initiate a connection request in the event of urgent data to be transmitted.

Tableau 6 – Transitions d'état de Physique+: cas du mode semi-duplex

Etat initial	Condition de déclenchement	Ensemble d'actions	Etat final
Stopped	RI_activation_event	init_timer(TR2)	Called
Stopped	DSR_activation_event	\$none()	M.Send
Called	DSR_activation_event	stop_timer(TR2) init_timer(TI)	W.DCD
Called	Time_out(TR2)	Phy_ABORT.ind(EP-2F)	Stopped
W.DCD	DCD_activation_event	stop_timer(TI) Index=1 MaxIndex=132 Frame=""	M.Rec
W.DCD	time_out(TI)	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DCD	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TI) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Send	Phy_DATA.req(Frame)	set(RTS) init_timer(TR1)	W.CTS
M.Send	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	CTS_activation_event	stop_timer(TR1) Size=size(Frame) wait_time(TE) Index=1 send_octet(Frame, Index) Size=Size-1	Sending
W.CTS	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TR1) clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DSR	DSR_inactivation_event	stop_timer(TR1) set(DTR)	Stopped
W.DSR	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) set(DTR)	Stopped
Sending	octet_sent_event & Size>0	Index=Index+1 send_octet(Frame, Index) Size=Size-1	Sending
Sending	octet_sent_event & Size=0	wait_time(TD) clear(RTS) wait_time(TS) Index=1 MaxIndex=132 Frame=""	M.Rec
Sending	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Rec	octet_received_event & Index<=MaxIndex	Index=Index+1 read_data(RecB) concat(Frame, RecB)	M.Rec
M.Rec	octet_received_event & Index>MaxIndex	Phy_ABORT.ind(EP-1F) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Rec	DCD_inactivation_event	init_timer(TCA)	M.RecC
M.Rec	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.RecC	DCD_activation_event & not(time_out(TCA))	stop_timer(TCA)	M.Rec
M.RecC	time_out(TCA)	Phy_DATA.ind(Frame)	M.Send
M.RecC	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TCA) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR

Table 6 – Physical+ state transitions: half-duplex mode

Initial state	Triggering condition	Set of actions	Final state
Stopped	RI_activation_event	init_timer(TR2)	Called
Stopped	DSR_activation_event	\$none()	M.Send
Called	DSR_activation_event	stop_timer(TR2) init_timer(TI)	W.DCD
Called	time_out(TR2)	Phy_ABORT.ind(EP-2F)	Stopped
W.DCD	DCD_activation_event	stop_timer(TI) Index=1 MaxIndex=132 Frame=""	M.Rec
W.DCD	time_out(TI)	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DCD	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TI) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Send	Phy_DATA.req(Frame)	set(RTS) init_timer(TR1)	W.CTS
M.Send	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	CTS_activation_event	stop_timer(TR1) Size=size(Frame) wait_time(TE) Index=1 send_octet(Frame, Index) Size=Size-1	Sending
W.CTS	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TR1) clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DSR	DSR_inactivation_event	stop_timer(TR1) set(DTR)	Stopped
W.DSR	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) set(DTR)	Stopped
Sending	octet_sent_event & Size>0	Index=Index+1 send_octet(Frame, Index) Size=Size-1	Sending
Sending	octet_sent_event & Size=0	wait_time(TD) clear(RTS) wait_time(TS) Index=1 MaxIndex=132 Frame=""	M.Rec
Sending	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) clear(RTS) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Rec	octet_received_event & Index<=MaxIndex	Index=Index+1 read_data(RecB) concat(Frame, RecB)	M.Rec
M.Rec	octet_received_event & Index>MaxIndex	Phy_ABORT.ind(EP-1F) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Rec	DCD_inactivation_event	init_timer(TCA)	M.RecC
M.Rec	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.RecC	DCD_activation_event & not(time_out(TCA))	stop_timer(TCA)	M.Rec
M.RecC	time_out(TCA)	Phy_DATA.ind(Frame)	M.Send
M.RecC	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TCA) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR

Tableau 7 – Signification des états mentionnés dans le tableau 6

Etat	Signification
Stopped	Etat de démarrage commun à l'Appelant et à l'Appelé
Called	Etat de l'Appelé en attente de la montée du circuit 107 (PDP) sous le contrôle du réveil TR2
W.CTS (Wait for Clear To Send)	Etat de l'Emetteur en attente de la montée du circuit 106 (PAE) après la montée du circuit 105 (DPE), sous le contrôle du réveil TR1
W.DCD (Wait for Data Carrier Detect)	Etat d'attente de la montée du circuit 109 (DS) après la montée du circuit 107 (PDP), sous le contrôle du réveil TI, à la connexion. Cet état est spécifique de l'Appelé
W.DSR (Wait for Data Set Ready)	Etat commun à l'Appelant et à l'Appelé en attente de la descente du circuit 107 (PDP) sous le contrôle du réveil TR1
M.Send (Must Send)	Etat initial de l'Emetteur: attente d'une trame à envoyer
Sending	Etat récurrent de l'Emetteur: émission d'un octet à la fois
M.Rec (Must Receive)	Etat initial du Récepteur: réception d'un octet à la fois. Pour rester dans cet état, le circuit 109 (DS) doit être monté en permanence
M.RecC (Must Receive but DCD Cut)	Descente du circuit 109 (DS) en cours de réception

Table 7 – Meanings of the states listed in table 6

State	Meaning
Stopped	Startup state common to the Caller and the Called party
Called	State of the Called party pending the positive-going transition of circuit 107 (DSR) under the control of wakeup TR2
W.CTS (Wait for Clear To Send)	State of the Transmitter pending the positive-going transition of circuit 106 (CTS) after the positive-going transition of circuit 105 (RTS), under the control of wakeup TR1
W.DCD (Wait for Data Carrier Detect)	State pending the positive-going transition of circuit 109 (DCD) after the positive-going transition of circuit 107 (DSR), under the control of wakeup TI, at the connection. This state is specific for the Called party
W.DSR (Wait for Data Set Ready)	State common to the Caller and the Called party pending the negative-going transition of circuit 107 (DSR) under the control of wakeup TR1
M.Send (Must Send)	Initial state of the Transmitter: waiting for a frame to send
Sending	Recurrent state of the Transmitter: transmission of one octet at a time
M.Rec (Must Receive)	Initial state of the Receiver: reception of one octet at a time. To remain in this state, circuit 109 (DCD) shall be at the high level continuously
M.RecC (Must Receive but DCD Cut)	Negative-going transition of circuit 109 (DCD) during reception

Tableau 8 – Définition des procédures, des fonctions et des événements classés par ordre alphabétique

Procédure, fonction ou événement	Définition
Clear(RTS) ou clear(DTR)	Désactivation du circuit 105 (DPE) ou 108 (TDP) du modem
Concat(Frame, RecB)	Concaténation de l'octet recb dans la trame Frame en cours de constitution
CTS_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 106 (PAE)
DCD_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 109 (DS)
DCD_inactivation_event	Événement issu du modem informant de la désactivation du circuit 109 (DS)
DSR_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 107 (PDP)
DSR_inactivation_event	Événement issu du modem informant de la désactivation du circuit 107 (PDP)
init_timer(TI), init_timer(TCA), init_timer(TR1) ou init_timer(TR2)	Armement du réveil TI, TCA, TR1 ou TR2
octet_received_event	Événement issu du modem informant qu'un octet a été reçu
octet_sent_event	Événement issu du modem informant qu'un octet a été émis
read_data(RecB)	Traitement de l'événement octet_received_event par lecture de l'octet recb reçu (les bits sont transmis dans l'ordre croissant)
RI_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 125 (IS)
send_octet(Frame, Index)	Emission de l'octet de rang Index dans la trame Frame (les bits sont transmis dans l'ordre croissant)
set(RTS) ou set(DTR)	Activation du circuit 105 (DPE) ou 108 (TDP) du modem
size(Frame)	Calcul du nombre d'octets de la trame Frame
stop_timer(TI), stop_timer(TCA), stop_timer(TR1) ou stop_timer(TR2)	Désarmement du réveil TI, TCA, TR1 ou TR2
time_out(TI), time_out(TCA), time_out(TR1) ou time_out(TR2)	Déclenchement du réveil TI, TCA, TR1 ou TR2
wait_time(TS), wait_time(TE) ou wait_time(TD)	Temporisation pendant le temps TS, TE ou TD

3.10 Transitions d'état: cas du mode duplex

La machine d'état de l'Appelant est strictement identique à celle de l'Appelé, puisque le serveur peut, en cas de données urgentes à transmettre, prendre l'initiative d'une demande de connexion.

**Table 8 – Definition of the procedures, functions and events
classified in alphabetical order**

Procedure, function or event	Definition
Clear(RTS) or clear(DTR)	Inactivation of circuit 105 (RTS) or 108 (DTR) of the modem
Concat(Frame, RecB)	Concatenation of octet recb in the frame Frame currently being constituted
CTS_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 106 (CTS)
DCD_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 109 (DCD)
DCD_inactivation_event	Event from the modem reporting the inactivation of circuit 109 (DCD)
DSR_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 107 (DSR)
DSR_inactivation_event	Event from the modem reporting the inactivation of circuit 107 (DSR)
init_timer(TI), init_timer(TCA), init_timer(TR1) or init_timer(TR2)	Setting of wakeup TI, TCA, TR1 or TR2
octet_received_event	Event from the modem reporting that an octet has been received
octet_sent_event	Event from the modem reporting that an octet has been sent
read_data(RecB)	Processing of the event octet_received_event by reading the received recb octet (bits are transmitted in ascending order)
RI_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 125 (RI)
send_octet(Frame, Index)	Transmission of the octet of rank Index in the frame Frame (bits are transmitted in ascending order)
set(RTS) or set(DTR)	Activation of circuit 105 (RTS) or 108 (DTR) of the modem
size(Frame)	Calculation of the number of octets in the frame Frame
stop_timer(TI), stop_timer(TCA), stop_timer(TR1) or stop_timer(TR2)	Stopping of wakeup TI, TCA, TR1 or TR2
time_out(TI), time_out(TCA), time_out(TR1) or time_out(TR2)	Triggering of wakeup TI, TCA, TR1 or TR2
wait_time(TS), wait_time(TE) or wait_time(TD)	Calculated delay during time TS, TE or TD

3.10 State transitions: full-duplex mode

The Caller state machine is strictly identical to that of the Called party, since the server can initiate a connection request in the event of urgent data to be transmitted.

Tableau 9 – Transitions d'état de Physique+: cas du mode duplex

Etat initial	Condition de déclenchement	Ensemble d'actions	Etat final
Stopped	RI_activation_event	Called=TRUE init_timer(TR2)	Called
Stopped	DSR_activation_event	Called=FALSE init_timer(TI)	W.DCD
Called	DSR_activation_event	stop_timer(TR2) init_timer(TI)	W.DCD
Called	time_out(TR2)	Phy_ABORT.ind(EP-2F)	Stopped
W.DCD	DCD_activation_event & Called	\$none()	M.Rec
W.DCD	DCD_activation_event & not(Called)	stop_timer(TI)	M.Send
W.DCD	time_out(TI)	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DCD	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TI) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Send	Phy_DATA.req(Frame)	set(RTS) init_timer(TR1)	W.CTS
M.Send	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	CTS_activation_event	stop_timer(TR1) Size=size(Frame) index=1 send_octet(Frame, Index) Size=Size-1	Sending
W.CTS	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TR1) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
Sending	octet_sent_event & Size>0	index=index+1 send_octet(Frame, Index) Size = Size-1	Sending
Sending	octet_sent_event & Size=0	wait_time(TCA) clear(RTS)	M.Rec
Sending	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Rec	octet_received_event	stop_timer(TI) Index=2 MaxIndex=132 Frame="" read_data(RecB) concat(Frame, RecB) init_timer(TCA)	Receiving
M.Rec	Phy_ABORT.req() DCD_inactivation_event time_out(TI)	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
Receiving	octet_received_event & Index<=MaxIndex	stop_timer(TCA) Index=Index+1 read_data(RecB) concat(Frame, RecB) init_timer(TCA)	Receiving
Receiving	octet_received_event & Index>MaxIndex	stop_timer(TCA) Phy_ABORT.ind(EP-1F) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
Receiving	time_out(TCA)	Phy_DATA.ind(Frame)	M.Send
Receiving	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TCA) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DSR	DSR_inactivation_event	stop_timer(TR1) set(DTR)	Stopped
W.DSR	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) set(DTR)	Stopped

Table 9 – Physical+ state transitions: full-duplex mode

Initial state	Triggering condition	Set of actions	Final state
Stopped	RI_activation_event	Called=TRUE init_timer(TR2)	Called
Stopped	DSR_activation_event	Called=FALSE init_timer(TI)	W.DCD
Called	DSR_activation_event	stop_timer(TR2) init_timer(TI)	W.DCD
Called	time_out(TR2)	Phy_ABORT.ind(EP-2F)	Stopped
W.DCD	DCD_activation_event & Called	\$none()	M.Rec
W.DCD	DCD_activation_event & not(Called)	stop_timer(TI)	M.Send
W.DCD	time_out(TI)	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DCD	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TI) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Send	Phy_DATA.req(Frame)	set(RTS) init_timer(TR1)	W.CTS
M.Send	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	CTS_activation_event	stop_timer(TR1) Size=size(Frame) index=1 send_octet(Frame, Index) Size=Size-1	Sending
W.CTS	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.CTS	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TR1) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
Sending	octet_sent_event & Size>0	index=index+1 send_octet(Frame, Index) Size=Size-1	Sending
Sending	octet_sent_event & Size=0	wait_time(TCA) clear(RTS)	M.Rec
Sending	Phy_ABORT.req()	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
M.Rec	octet_received_event	stop_timer(TI) Index=2 MaxIndex=132 Frame="" read_data(RecB) concat(Frame, RecB) init_timer(TCA)	Receiving
M.Rec	Phy_ABORT.req() DCD_inactivation_event time_out(TI)	clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
Receiving	octet_received_event & Index<=MaxIndex	stop_timer(TCA) Index=Index+1 read_data(RecB) concat(Frame, RecB) init_timer(TCA)	Receiving
Receiving	octet_received_event & Index>MaxIndex	stop_timer(TCA) Phy_ABORT.ind(EP-1F) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
Receiving	time_out(TCA)	Phy_DATA.ind(Frame)	M.Send
Receiving	Phy_ABORT.req()	stop_timer(TCA) clear(DTR) init_timer(TR1)	W.DSR
W.DSR	DSR_inactivation_event	stop_timer(TR1) set(DTR)	Stopped
W.DSR	time_out(TR1)	Phy_ABORT.ind(EP-2F) set(DTR)	Stopped

Tableau 10 – Signification des états mentionnés au le tableau 9

Etat	Signification
Stopped	Etat de démarrage commun à l'Appelant et à l'Appelé
Called	Etat de l'Appelé en attente de la montée du circuit 107 (PDP) sous le contrôle du réveil TR2
W.CTS (Wait for Clear To Send)	Etat de l'Emetteur en attente de la montée du circuit 106 (PAE) après la montée du circuit 105 (DPE), sous le contrôle du réveil TR1
W.DCD (Wait for Data Carrier Detect)	Etat d'attente de la montée du circuit 109 (DS) après la montée du circuit 107 (PDP), sous le contrôle du réveil TI, à la connexion. Cet état est commun à l'Appelant et à l'Appelé
W.DSR (Wait for Data Set Ready)	Etat commun à l'Appelant et à l'Appelé en attente de la descente du circuit 107 (PDP) sous le contrôle du réveil TR1
M.Send (Must Send)	Etat initial de l'Emetteur: attente d'une trame à envoyer
Sending	Etat récurrent de l'Emetteur: émission d'un octet à la fois
M.Rec (Must Receive)	Etat initial du Récepteur: attente de la réception du premier octet d'une trame
Receiving	Etat récurrent du Récepteur: réception d'un octet à la fois

Table 10 – Meanings of the states listed in table 9

State	Meaning
Stopped	Startup state common to the Caller and the Called party
Called	State of the Called party pending the positive-going transition of circuit 107 (DSR) under the control of wakeup TR2
W.CTS (Wait for Clear To Send)	State of the Transmitter pending the positive-going transition of circuit 106 (CTS) after the positive-going transition of circuit 105 (RTS), under the control of wakeup TR1
W.DCD (Wait for Data Carrier Detect)	State pending the positive-going transition of circuit 109 (DCD) after the positive-going transition of circuit 107 (DSR), under the control of wakeup TI, at the start of the communication. This state is common to the Caller and the Called party
W.DSR (Wait for Data Set Ready)	State common to the Caller and the Called party pending the negative-going transition of circuit 107 (DSR) under the control of wakeup TR1
M.Send (Must Send)	Initial state of the Transmitter: waiting for a frame to send
Sending	Recurrent state of the Transmitter: transmission of one octet at a time
M.Rec (Must Receive)	Initial state of the Receiver: waiting for the reception of the first octet of a frame
Receiving	Recurrent state of the Receiver: reception of one octet at a time

Tableau 11 – Définition des procédures, des fonctions et des événements classés par ordre alphabétique

Procédure, fonction ou événement	Définition
Clear(RTS) ou clear(DTR)	Désactivation du circuit 105 (DPE) ou 108 (TDP) du modem
Concat(Frame, RecB)	Concaténation de l'octet recb dans la trame Frame en cours de construction
CTS_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 106 (PAE)
DCD_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 109 (DS)
DCD_inactivation_event	Événement issu du modem informant de la désactivation du circuit 109 (DS)
DSR_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 107 (PDP)
DSR_inactivation_event	Événement issu du modem informant de la désactivation du circuit 107 (PDP)
init_timer(TI), init_timer(TR1), init_timer(TR2) ou init_timer(TCA)	Armement du réveil TI, TR1, TR2 ou TCA
octet_received_event	Événement issu du modem informant qu'un octet a été reçu
octet_sent_event	Événement issu du modem informant qu'un octet a été émis
read_data(RecB)	Traitement de l'événement octet_received_event par lecture de l'octet recb reçu (les bits sont transmis dans l'ordre croissant)
RI_activation_event	Événement issu du modem informant de l'activation du circuit 125 (IS)
send_octet(Frame, Index)	Emission de l'octet de rang Index dans la trame Frame (les bits sont transmis dans l'ordre croissant)
set(RTS) ou set(DTR)	Activation du circuit 105 (DPE) ou 108 (TDP) du modem
size(Frame)	Calcul du nombre d'octets de la trame Frame
stop_timer(TI), stop_timer(TR1), stop_timer(TR2) ou stop_timer(TCA)	Désarmement du réveil TI, TR1, TR2 ou TCA
time_out(TI), time_out(TR1), time_out(TR2) ou time_out(TCA)	Déclenchement du réveil TI, TR1, TR2 ou TCA
wait_time(TCA)	Temporisation pendant le temps TCA

3.11 Répertoire et traitement des erreurs

Les erreurs sont répertoriées selon le codage suivant:

- EP erreur de la couche Physique
- séparateur
- N numéro de l'erreur
- F erreur fatale

**Table 11 – Definition of the procedures, functions and events
classified in alphabetical order**

Procedure, function or event	Definition
clear(RTS) or clear(DTR)	Inactivation of circuit 105 (RTS) or 108 (DTR) of the modem
concat(Frame, RecB)	Concatenation of octet recb in the frame Frame currently being constituted
CTS_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 106 (CTS)
DCD_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 109 (DCD)
DCD_inactivation_event	Event from the modem reporting the inactivation of circuit 109 (DCD)
DSR_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 107 (DSR)
DSR_inactivation_event	Event from the modem reporting the inactivation of circuit 107 (DSR)
init_timer(TI), init_timer(TR1), init_timer(TR2) or init_timer(TCA)	Setting of wakeup TI, TR1, TR2 or TCA
octet_received_event	Event from the modem reporting that an octet has been received
octet_sent_event	Event from the modem reporting that an octet has been sent
read_data(RecB)	Processing of the event octet_received_event by reading the received recb octet (bits are transmitted in ascending order)
RI_activation_event	Event from the modem reporting the activation of circuit 125 (RI)
send_octet(Frame, Index)	Transmission of the octet of rank Index in the frame Frame (bits are transmitted in ascending order)
set(RTS) or set(DTR)	Activation of circuit 105 (RTS) or 108 (DTR) of the modem
size(Frame)	Calculation of the number of octets in the frame Frame
stop_timer(TI), stop_timer(TR1), stop_timer(TR2) or stop_timer(TCA)	Stopping of wakeup TI, TR1, TR2 or TCA
time_out(TI), time_out(TR1), time_out(TR2) or time_out(TCA)	Triggering of wakeup TI, TR1, TR2 or TCA
wait_time(TCA)	Calculated delay during time TCA

3.11 List and processing of errors

The errors are listed with the following codes:

- EP error in the Physical layer
- separator
- N number of the error
- F fatal error

Tableau 12 – Tableau récapitulatif des erreurs

EP-1F	Nombre d'octets reçus strictement supérieur à MaxIndex (Emetteur trop bavard)
	Cette erreur conduit à réinitialiser la couche Physique après avoir informé la couche Liaison
EP-2F	Blocage du modem constaté après l'échéance du réveil TR1 ou TR2
	Cette erreur conduit à réinitialiser la couche Physique après avoir informé la couche Liaison

Toute occurrence de l'une de ces erreurs fatales est remontée localement grâce à la primitive de service Phy_ABORT.ind. La liste complète des numéros des erreurs fatales est fournie à l'annexe B.

4 Couche Liaison

La «procédure de transmission non équilibrée» est utilisée lorsqu'une station primaire contrôle le trafic des données par interrogation cyclique des stations secondaires. Dans ce cas, la station primaire lance tous les transferts de message alors que les stations secondaires ne peuvent transmettre que lorsqu'elles sont interrogées. Tout événement spontané issu d'une station secondaire est donc soumis à un délai d'acheminement. La nature du support physique, imposant que la connexion physique puisse ne pas être permanente, rend ce délai difficile à maîtriser.

La «procédure de transmission équilibrée» permet aux stations secondaires d'envoyer immédiatement des événements spontanés à la station primaire, sans avoir besoin d'être interrogées. Mais le mode d'exploitation de cette procédure, en règle générale, est strictement limité aux configurations utilisant un support physique en mode duplex.

Des «procédures duplex et semi-duplex équilibrées» sont l'objet du présent article.

4.1 Protocole Liaison+

Le protocole Liaison+ de la couche Liaison est conçu pour supporter une transmission bidirectionnelle des données. Il est strictement identique pour l'Appelant et pour l'Appelé (comportement totalement symétrique).

4.2 Généralités

La couche Liaison est chargée de transformer le canal physique exploité par la couche Physique en canal logique apte à transmettre de l'information fiable. Ses fonctions principales sont les suivantes:

- effectuer une sérialisation et une désérialisation des données (dans la mesure où le canal physique fonctionne en série par bit);
- synchroniser les trames en émission et en réception;
- assurer une protection efficace contre les erreurs de transmission.

En l'absence de couche Réseau, la couche Liaison doit donc régler tous les problèmes courants causés par les défauts du canal physique, à l'exception de la coupure matérielle de la liaison.

Table 12 – Error summary table

EP-1F	Number of octets received strictly greater than MaxIndex (Transmitter too talkative)
	This error leads to reinitialization of the Physical layer after informing the Data Link layer
EP-2F	Blockage of the modem observed after expiry of wakeup TR1 or TR2
	This error leads to reinitialization of the Physical layer after informing the Data Link layer

Any occurrence of one of these fatal errors is sent up locally by means of the service primitive `Phy_ABORT.ind`. The complete list of fatal error numbers is given in annex B.

4 Data Link layer

The “unbalanced transmission procedure” is used when a primary station controls the data traffic by polling secondary stations sequentially. In this case, the primary station initiates all message transfers whereas secondary stations may transmit only when they are polled. All spontaneous events stemming from a secondary station are therefore subjected to a conveyance delay. The nature of the physical channel, which requires that the physical connection may not be permanent, makes this delay difficult to control.

The “balanced transmission procedure” enables secondary stations to report spontaneous events to the primary station as they occur, without having to be polled. But the operating mode of this procedure is, generally speaking, strictly restricted to configurations using a physical channel in duplex mode.

“Balanced full-duplex and half-duplex procedures” are the subject of the present clause.

4.1 Link+ protocol

The Data Link+ protocol of the Data Link layer is designed to support bidirectional data transmission. It is strictly identical for the Caller and for the Called party (completely symmetrical behaviour).

4.2 General information

The Data Link layer converts the physical channel used by the Physical layer into a logic channel suitable for transmitting reliable information. It has the following main functions:

- parallel-to-serial and serial-to-parallel conversion of the data (to the extent that the physical channel operates serially by bit);
- synchronization of frames in transmission and reception;
- provision of effective protection against transmission errors.

In the absence of the Network layer, the Data Link layer must solve all the routine problems caused by faults in the physical channel, except for link hardware cut-off.

La communication entre stations peut être divisée en trois phases:

- l'établissement du circuit réalise la connexion physique des stations au réseau téléphonique public commuté. Cette fonction est assurée par la couche Application;
- le transfert d'information est la phase utile de la transmission avec échange de trames d'information et d'acquiescement;
- la terminaison du circuit libère la ligne téléphonique. Cette fonction est également assurée par la couche Application.

On notera que ne sont pas évoquées ici les phases d'ouverture de la liaison (reconnaissance des stations et négociation des conditions de l'échange) et de fermeture de la liaison (libération des stations). Le protocole Liaison+ est donc orienté sans connexion.

4.3 Procédure «envoyer et attendre»

Le traitement des défauts de ligne est effectué suivant la procédure «envoyer et attendre». Le mode de fonctionnement de cette procédure est le suivant:

- à toute trame devant être émise sont ajoutés deux octets de CRC (Cyclical Redundancy Check);
- toute trame reçue fait l'objet d'un contrôle de CRC. Si la trame est valide, un acquiescement est envoyé. Dans le cas contraire, c'est un nouvel acquiescement de la trame précédente qui est émis;
- lorsqu'un nouvel acquiescement de la trame précédemment émise est reçu, la trame courante est transmise de nouveau;
- un réveil est armé à chaque envoi. Son échéance sans réception de trame provoque une erreur fatale;
- pour éviter de possibles duplications suite à des retransmissions, le principe de la numérotation des trames est retenu.

4.4 Services et primitives de service de liaison

L'utilisateur du protocole Liaison+ dispose des services et primitives de service donnés au tableau 13.

Tableau 13 – Services et primitives de service de liaison

Service	Primitive
DL_DATA	DL_DATA.req(Pr, DSDU) DL_DATA.ind(Pr, DSDU)
DL_ABORT	DL_ABORT.req(Strong) DL_ABORT.ind(ErrorNb)

Le rôle attribué à chaque primitive est le suivant:

- DL_DATA.req(Pr, DSDU) permet à la couche Application de demander à la couche Liaison le transfert d'un paquet de données DSDU avec la priorité Pr ³⁾;
- DL_DATA.ind(Pr, DSDU) permet à la couche Liaison d'informer la couche Application de l'arrivée d'un paquet de données DSDU avec la priorité Pr;
- DL_ABORT.req(Strong) permet à la couche Application de demander à la couche Liaison de mettre fin à son activité avec la priorité Strong ⁴⁾;
- DL_ABORT.ind(ErrorNb) permet à la couche Liaison d'informer la couche Application de l'occurrence d'une erreur fatale repérée par le numéro ErrorNb.

³⁾ Le niveau de priorité Pr permet de différencier le traitement des services urgents tels que InformationReport (niveau Pr=1) de celui des autres services DLMS (niveau Pr=0).

⁴⁾ Le paramètre Strong permet de différencier le traitement des erreurs fatales (Strong=1) de celui des autres demandes de déconnexion physique (Strong=0) initialisées par la sous-couche Application.

Communication between stations can be divided into three stages:

- the setting-up of the circuit physically connects the stations to the public switched telephone network. This function is handled by the Application layer;
- the information transfer is the effective stage of the transmission with exchange of information and acknowledgement frames;
- the termination of the circuit frees the telephone line. This function is also handled by the Application layer.

It should be noted that the opening of the data link (recognition of the stations and negotiation of the terms of the exchange) and the closing of the data link (freeing of the stations) are not described here. The Data Link+ protocol is therefore oriented without connection.

4.3 "Send and wait" procedure

Line faults are processed according to the "send and wait" procedure. The operation of this procedure is as follows:

- two CRC (Cyclical Redundancy Check) octets are added to each frame to be transmitted;
- all received frames are subjected to a CRC. If the frame is valid, an acknowledgement is sent. If the frame is not valid, a second acknowledgement of the previous frame is sent;
- when a second acknowledgement of the previously sent frame is received, the current frame is transmitted again;
- a wakeup is set for each transmission. If it expires without receiving any frame, a fatal error occurs;
- to avoid any frame duplication following repeated transmissions, the principle of frame numbering has been adopted.

4.4 Data link services and service primitives

Table 13 services and service primitives are available to users of the Data Link+ protocol.

Table 13 – Data link services and service primitives

Service	Primitive
DL_DATA	DL_DATA.req(Pr, DSDU) DL_DATA.ind(Pr, DSDU)
DL_ABORT	DL_ABORT.req(Strong) DL_ABORT.ind(ErrorNb)

The role assigned to each primitive is as follows:

- DL_DATA.req(Pr, DSDU) enables the Application layer to request the Data Link layer to transfer a DSDU data packet with the priority Pr ³⁾;
- DL_DATA.ind(Pr, DSDU) enables the Data Link layer to inform the Application layer of the arrival of a DSDU data packet with the priority Pr;
- DL_ABORT.req(Strong) enables the Application layer to request the Data Link layer to terminate its activity with the priority Strong ⁴⁾;
- DL_ABORT.ind(ErrorNb) enables the Data Link layer to inform the Application layer of the occurrence of a fatal error identified by the number ErrorNb.

³⁾ The priority level Pr differentiates the processing of emergency services such as InformationReport (level Pr=1) from that of the other DLMS services (level Pr=0).

⁴⁾ The Strong parameter differentiates the processing of fatal errors (Strong=1) from that of the other physical disconnection requests (Strong=0) initialized by the Application sublayer.

4.5 Description des trames

Le protocole Liaison+ est une procédure de ligne orientée bit, c'est-à-dire qu'il dispose l'information dans des trames dont les champs contiennent le texte (données en provenance de la couche Application) ainsi que les bits de contrôle associés.

Les trames contiennent un nombre entier d'octets inférieur ou égal à 127. Comme tous les champs ont une taille fixe, à l'exception du champ Text, il suffit de disposer d'un champ Size pour définir la longueur réelle de chaque trame.

Dans le protocole Liaison+, il n'y a qu'un seul type de trame défini par les sept champs suivants:

- Size : 1 octet
- FrameType (DATA+) : 3 bits
- Priority : 1 bit
- Send : 2 bits
- Confirm : 2 bits
- Text (DSDU) : 0 octet à 123 octets
- BCC : 2 octets

1 octet	3 bits	1 bit	2 bits	2 bits	0 octet à 123 octets	2 octets
Size	DATA+	Priority	Send	Confirm	Text	BCC

IEC 1 592/98

Figure 4 – Structure d'une trame

Le champ Size correspond au nombre d'octets du champ Text. Si sa valeur est non nulle, le Récepteur saura que des données sont contenues dans la trame.

Le champ DATA+ est toujours codé «111»B.

Le champ Priority indique le niveau de priorité en émission de la trame courante. C'est à la couche Application qu'incombe le choix de cette priorité en fonction du service demandé.

Le champ Send référence le numéro de la dernière trame envoyée et le champ Confirm correspond au numéro de la dernière trame reçue sans erreur.

Le numéro Send permet au Récepteur de repérer une éventuelle duplication de trame. Le numéro Confirm joue le rôle d'acquiescement. Sa valeur réelle, comparée à la valeur attendue, indique le sens de cet acquiescement (positif ou négatif).

Pour un protocole de type «envoyer et attendre», les numéros Send et Confirm peuvent être limités à deux valeurs. En pratique, les valeurs possibles seront codées sur 2 bits soit «00»B ou «11»B. Le couple (Send, Confirm), encore appelé numéro de séquence, pourra donc avoir les valeurs «0000»B, «0011»B, «1100»B ou «1111»B.

Une trame ne contient pas forcément de texte. Si, au moment de l'envoi de la trame, des données en provenance de la couche Application sont disponibles, alors le champ Text sera rempli, sinon il sera vide. C'est ce mécanisme qui crée les conditions d'une transmission bidirectionnelle équilibrée des données.

Enfin, le champ BCC (Block Check Characters) correspond aux 16 bits de redondance du CRC, dont le principe est rappelé à l'annexe D.

4.5 Frame description

The Data Link+ protocol is a bit-oriented line procedure, i.e. the information is contained in frames whose fields contain the text (the data from the Application layer) and the associated check bits.

The frames contain a whole number of octets less than or equal to 127. As all the fields have a fixed size, except the Text field, a single field Size is sufficient to define the actual length of each frame.

In the Data Link+ protocol, there is only one type of frame defined by the following seven fields:

- Size : 1 octet
- FrameType (DATA+) : 3 bits
- Priority : 1 bit
- Send : 2 bits
- Confirm : 2 bits
- Text (DSDU) : 0 octet to 123 octets
- BCC : 2 octets

1 octet	3 bits	1 bit	2 bits	2 bits	0 octet to 123 octets	2 octets
Size	DATA+	Priority	Send	Confirm	Text	BCC

IEC 1 592/98

Figure 4 – Format of a frame

The Size field gives the number of octets of the Text field. If its value is not zero, the Receiver knows that the frame contains data.

The DATA+ field is always coded "111"B.

The Priority field indicates the transmission priority level of the current frame. The Application layer sets this priority according to the requested service.

The Send field contains the number of the last frame sent and the Confirm field contains the number of the last frame received without error.

The Send number enables the Receiver to detect any frame duplication. The Confirm number acts as an acknowledgement. Its real value, compared with the expected value, indicates whether the acknowledgement is positive or negative.

For a "send and wait" protocol, the Send and Confirm numbers can be limited to two values. In practice, the possible values are encoded over 2 bits, either "00"B or "11"B. The (Send, Confirm) pair, also known as the sequence number, can thus have the values "0000"B, "0011"B, "1100"B or "1111"B.

A frame does not necessarily contain text. If data from the Application layer is available when the frame is sent, then the Text field will contain data, otherwise it will be empty. This mechanism provides the conditions for balanced bidirectional data transmission.

Finally, the BCC (Block Check Characters) field contains the 16 redundancy bits of the CRC, the principle of which is described in annex D.

4.6 Intégrité des données et efficacité de la transmission

Trois classes d'intégrité différentes, I1, I2 et I3, ont été établies pour la téléconduite, avec des exigences en ce qui concerne les limites supérieures du taux d'erreur résiduel en fonction du taux d'erreur binaire pour chacune de ces trois classes.

Avec des trames contenant environ 100 octets de données, ce qui semble être une valeur raisonnable pour des applications courantes, le format de trame du protocole Liaison+ satisfait aux limites de la classe I2 (voir annexe E).

De plus, le format de trame du protocole Liaison+ montre une très bonne efficacité de transmission pour le mode synchrone comme pour le mode asynchrone (voir annexe F).

4.7 Gestion des échanges

Le protocole Liaison+ étant parfaitement symétrique, la couche Liaison de l'Appelé est strictement identique à la couche Liaison de l'Appelant. Comme indiqué dans la présentation générale, les systèmes Appelant et Appelé sont tour à tour Emetteur et Récepteur. C'est cette dernière terminologie qui est la plus représentative de la gestion des échanges.

Après l'envoi d'une trame, la couche Liaison du côté Emetteur attend toujours une trame venant de la couche Liaison du Récepteur avant d'émettre à nouveau. Cette attente est contrôlée par le réveil MTBF (Maximal Time Between Frames) qu'il convient de considérer comme un simple chien de garde logiciel armé pour une durée T1. A l'échéance de T1, il y a arrêt de la communication au niveau Liaison et la couche Application en est informée.

Après l'envoi d'une trame et la réception d'un acquittement de la trame précédemment envoyée, il y a réémission de la trame courante. Le nombre de réémissions est limité à MaxRetry. Au-delà de ce nombre, il y a arrêt de la communication au niveau Liaison et la couche Application en est informée.

A chaque réception d'une trame par un des systèmes, il y a émission immédiate d'une trame en réponse. Cette trame émise peut contenir des données provenant de la couche Application. Elle contient toujours un numéro Send et un numéro Confirm calculés d'après les valeurs des numéros précédemment envoyés et reçus. L'algorithme de calcul de ces numéros est le suivant:

- si la dernière trame reçue est sans erreur et que son numéro Send est égal au complément à 1 du numéro Confirm précédent en émission, alors le paquet de données est transmis à la couche Application et la prochaine trame envoyée aura un numéro Confirm égal au numéro Send reçu. Sinon, le numéro Confirm reste inchangé et le paquet de données n'est pas transmis à la couche Application;
- si la dernière trame reçue est sans erreur et que son numéro Confirm est identique au numéro Send précédent en émission, alors le numéro Send en émission est complété à 1 pour la prochaine trame dans l'hypothèse où un nouveau paquet de données doit être envoyé;
- si la dernière trame reçue est incorrecte ou si son numéro Confirm n'est pas identique au numéro Send précédent en émission, alors la même trame est de nouveau transmise, sous réserve que le nombre de réémissions reste inférieur ou égal à MaxRetry.

4.6 Data integrity and transmission efficiency

Three different data integrity classes I1, I2 and I3 have been established for telecontrol transmission, with requirements for the upper limits of the residual error rate depending on the bit error rate for each of these three classes.

With frames containing around 100 data bytes, which seems to be a reasonable value for current applications, the Data Link+ protocol frame format meets the limits of the I2 class (see annex E).

In addition, the Data Link+ protocol frame format shows a very good efficiency for the synchronous transmission mode as well as for the asynchronous transmission mode (see annex F).

4.7 Management of exchanges

As the Data Link+ protocol is perfectly symmetrical, the Data Link layer of the Called party is strictly identical to the Data Link layer of the Caller. As indicated in the general description, the Caller and Called systems take it in turns to be Transmitter and Receiver. The latter terminology is more representative of the management of exchanges.

After sending a frame, the Data Link layer of the Transmitter end always waits for a frame from the Data Link layer of the Receiver before transmitting again. This wait is controlled by the wakeup MTBF (Maximal Time Between Frames), which should be considered as a simple software watchdog set for a time T1. When T1 elapses, the communication is stopped at the Data Link level and the Application layer is informed.

After sending a frame and receiving an acknowledgement of the one previously sent, the current frame is retransmitted. The number of repeated transmissions is limited to MaxRetry. Above this number, the communication is stopped at the Data Link level and the Application layer is informed.

Each time a frame is received by one of the systems, an answer frame is immediately transmitted. This transmitted frame may contain data from the Application layer. It always contains a Send number and a Confirm number calculated according to the values of the numbers previously sent and received. The following algorithm is used to calculate these numbers:

- if the last frame received is error-free and its Send number is equal to the 1's complement of the previous Confirm number in transmission, then the data packet is transmitted to the Application layer and the next frame sent will have a Confirm number equal to the received Send number. If not, the Confirm number is not modified and the data packet is not transmitted to the Application layer;
- if the last frame received is error-free and its Confirm number is identical to the previous Send number in transmission, then the Send number in transmission is made up to 1 for the next frame on the assumption that a new data packet shall be sent;
- if the last frame received is incorrect or if its Confirm number is not identical to the previous Send number in transmission, then the same frame is transmitted again, on condition that the number of repeated transmissions remains less than or equal to MaxRetry.

4.8 Paramètres de liaison

Le temps d'attente maximal, par l'Emetteur, de la trame en retour du Récepteur avant déconnexion doit être choisi tel que

$$T1 > \text{RespTime} + 2 * \text{MaxTxTime}$$

où

RespTime représente le temps de réponse théorique du Récepteur et MaxTxTime le temps de transmission maximal d'une trame.

La valeur du nombre MaxRetry de réémissions d'une même trame avant déconnexion est fixée à cinq.

4.9 Transitions d'état

La machine d'état de l'Appelant est strictement identique à celle de l'Appelé. Les deux systèmes sont tour à tour Emetteur et Récepteur de DSDU. A tout instant, il n'existe qu'une seule occurrence de cet automate dans chaque équipement.

4.8 Data link parameters

The maximal time waited by the Transmitter for the return frame from the Receiver before disconnection shall be chosen so that

$$T1 > \text{RespTime} + 2 * \text{MaxTxTime}$$

where

RespTime represents the theoretical response time of the Receiver and MaxTxTime the maximal time for transmission of a frame.

The value of the number of repeated transmissions for a given frame before disconnection, MaxRetry, is set to five.

4.9 State transitions

The state machine of the Caller is strictly identical to that of the Called system. The two systems are in turn Transmitter and Receiver of DSDUs. At any time, there is only one occurrence of this controller in each set of equipment.

Tableau 14 – Transitions d'état de Liaison+

Etat initial	Condition de déclenchement	Ensemble d'actions	Etat final
Stopped	DL_DATA.req(Pr, DSDU)	init() Send="00"B Confirm="11"B Priority=Pr Text=DSDU Size=size(Text) BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1 Ack_expected=TRUE	M.Rec
Stopped	Phy_DATA.ind(Frame) & check_frame(Frame) & is_text(Frame)	init() Send="11"B Confirm="00"B DL_DATA.ind(extract_prty(Frame), extract_text(Frame))	M.Send
Stopped	Phy_DATA.ind(Frame) & not(check_frame(Frame) & is_text(Frame))	init() Send="11"B Confirm="11"B	M.Send
M.Rec	Phy_DATA.ind(Frame)	stop_timer()	D.Frame
M.Rec	DL_ABORT.req(Strong=0) & not(DL_DATA.req(_, _)) & not(Ack_expected)	Phy_ABORT.req()	Stopped
M.Rec	time_out()	DL_ABORT.ind(EL-4F) Phy_ABORT.req()	Stopped
M.Rec	DL_ABORT.req(Strong=1)	Phy_ABORT.req()	Stopped
M.Rec	Phy_ABORT.ind(ErrorNb)	DL_ABORT.ind(ErrorNb)	Stopped
D.Frame	(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & is_text(Frame)	DL_DATA.ind(extract_prty(Frame), extract_text(Frame)) Confirm=incr(Confirm) Ack_expected=FALSE	M.Send
D.Frame	(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & not(is_text(Frame))	Ack_expected=FALSE	M.Send
D.Frame	not(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & not(Index>MaxRetry)	Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=Index+1	M.Rec
D.Frame	not(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & Index>MaxRetry	DL_ABORT.ind(EL-5F) Phy_ABORT.req()	Stopped

Table 14 – Data Link+ state transitions

Initial state	Triggering condition	Set of actions	Final state
Stopped	DL_DATA.req(Pr, DSDU)	init() Send="00"B Confirm="11"B Priority=Pr Text=DSDU Size=size(Text) BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1 Ack_expected=TRUE	M.Rec
Stopped	Phy_DATA.ind(Frame) & check_frame(Frame) & is_text(Frame)	init() Send="11"B Confirm="00"B DL_DATA.ind(extract_prty(Frame), extract_text(Frame))	M.Send
Stopped	Phy_DATA.ind(Frame) & not(check_frame(Frame) & is_text(Frame))	init() Send="11"B Confirm="11"B	M.Send
M.Rec	Phy_DATA.ind(Frame)	stop_timer()	D.Frame
M.Rec	DL_ABORT.req(Strong=0) & not(DL_DATA.req(_, _)) & not(Ack_expected)	Phy_ABORT.req()	Stopped
M.Rec	time_out()	DL_ABORT.ind(EL-4F) Phy_ABORT.req()	Stopped
M.Rec	DL_ABORT.req(Strong=1)	Phy_ABORT.req()	Stopped
M.Rec	Phy_ABORT.ind(ErrorNb)	DL_ABORT.ind(ErrorNb)	Stopped
D.Frame	(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & is_text(Frame)	DL_DATA.ind(extract_prty(Frame), extract_text(Frame)) Confirm=incr(Confirm) Ack_expected=FALSE	M.Send
D.Frame	(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & not(is_text(Frame))	Ack_expected=FALSE	M.Send
D.Frame	not(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & not(Index>MaxRetry)	Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=Index+1	M.Rec
D.Frame	not(check_frame(Frame) & is_ack(Frame)) & Index>MaxRetry	DL_ABORT.ind(EL-5F) Phy_ABORT.req()	Stopped

Tableau 14 – (fin)

Etat initial	Condition de déclenchement	Ensemble d'actions	Etat final
M.Send	exist_dl_data_req(DL_DATA.req(Pr=1, DSDU))	Priority="1"B Send=incr(Send) Text=DSDU Size=size(Text) BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1 Ack_expected=TRUE	M.Rec
M.Send	not(DL_DATA.req(Pr=1, _)) & exist_dl_data_req(DL_DATA.req(Pr=0, DSDU))	Priority="0"B Send=incr(Send) Text=DSDU Size=size(Text) BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1 Ack_expected=TRUE	M.Rec
M.Send	not(DL_DATA.req(_, _))	Priority="0"B Text="" Size=0 BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1	M.Rec

Tableau 15 – Signification des états mentionnés au tableau 14

Etat	Signification
Stopped	Etat de démarrage commun à l'Appelant et à l'Appelé
M.Rec (Must Receive)	Etat du Récepteur: sous le contrôle du réveil MTBF, attente d'une trame en provenance de l'Emetteur
M.Send (Must Send)	Etat de l'Emetteur: une trame doit être émise (avec éventuellement le champ Text vide)
D.Frame (Decode Frame)	Décodage du contenu d'une trame reçue

Table 14 – (concluded)

Initial state	Triggering condition	Set of actions	Final state
M.Send	Exist_dl_data_req(DL_DATA.req(Pr=1, DSDU))	Priority="1"B Send=incr(Send) Text=DSDU Size=size(Text) BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1 Ack_expected=TRUE	M.Rec
M.Send	not(DL_DATA.req(Pr=1, _)) & exist_dl_data_req(DL_DATA.req(Pr=0, DSDU))	Priority="0"B Send=incr(Send) Text=DSDU Size=size(Text) BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1 Ack_expected=TRUE	M.Rec
M.Send	not(DL_DATA.req(_, _))	Priority="0"B Text="" Size=0 BCC=crc(concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text)) Fr=concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC) Phy_DATA.req(Fr) init_timer(T1) Index=1	M.Rec

Table 15 – Meanings of the states listed in table 14

State	Meaning
Stopped	Startup state common to the Caller and the Called party
M.Rec (Must Receive)	State of the Receiver: under the control of the wakeup MTBF, waiting for a frame from the Transmitter
M.Send (Must Send)	State of the Transmitter: a frame must be sent (possibly with the Text field empty)
D.Frame (Decode Frame)	Decoding of the content of a received frame

Tableau 16 – Définition des procédures et des fonctions classées par ordre alphabétique

Procédure ou fonction	Définition
check_frame(Frame)	Vérification que la trame Frame reçue est correcte: – nombre d'octets supérieur ou égal à quatre; – CRC correct – numéro de séquence égal à "0000"B, "0011"B, "1100"B ou "1111"B – type de trame égal à DATA+ – nombre d'octets compatible avec le champ Size
concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text) ou concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC)	Construction d'une chaîne binaire par concaténation de plusieurs paramètres
crc(OctetString)	Calcul du CRC de la chaîne d'octets octetstring
exist_dl_data_req(DL_DATA.req(Pr, DSDU))	Consommation d'un événement de type DL_DATA.req(Pr, DSDU)
extract_prty(Frame)	Extraction du champ Priority de la trame Frame
extract_text(Frame)	Extraction du champ Text de la trame Frame
incr(Send) ou incr(Confirm)	Calcul du complément à 1 du champ Send ou Confirm
init()	Initialisation de DATA+ à "111"B, de MaxRetry à 5 et de Ack_expected à FALSE
init_timer(T1)	Armement du réveil MTBF avec la valeur de la variable T1
is_ack(Frame)	Vérification que la trame Frame reçue contient un champ Confirm égal au champ Send de la dernière trame émise
is_text(Frame)	Vérification que la trame Frame reçue contient un champ Text non vide (champ Size non nul) et que le champ Send est égal – à "00"B (cas particulier de l'état initial) – au complément à 1 du champ Confirm de la dernière trame émise (cas général)
size(Text)	Calcul du nombre d'octets du champ Text
stop_timer()	Désarmement du réveil MTBF
time_out()	Déclenchement du réveil MTBF

4.10 Répertoire et traitement des erreurs

Les erreurs sont répertoriées selon le codage suivant:

- EL erreur de la couche Liaison
- séparateur
- N numéro de l'erreur
- F erreur fatale

**Table 16 – Definition of the procedures and functions
classified in alphabetical order**

Procedure or function	Definition
check_frame(Frame)	Check that the received frame Frame is correct: – number of octets greater than or equal to four – CRC correct – sequence number equal to "0000"B, "0011"B, "1100"B or "1111"B – frame type equal to DATA+ – number of octets compatible with Size field
concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text) or concat(Size, DATA+, Priority, Send, Confirm, Text, BCC)	Construction of a binary string by concatenation of several parameters
crc(OctetString)	Calculation of the CRC of the octet string octetstring
exist_dl_data_req(DL_DATA.req(Pr, DSDU))	Consumption of a DL_DATA.req(Pr, DSDU) event
extract_prtty(Frame)	Extraction of the Priority field of the Frame frame
extract_text(Frame)	Extraction of the Text field of the Frame frame
incr(Send) or incr(Confirm)	Calculation of the 1's complement of the Send or Confirm field
init()	Initialization of DATA+ at "111"B, of MaxRetry at 5 and of Ack_expected at FALSE
init_timer(T1)	Setting of the wakeup MTBF with the value of the variable T1
is_ack(Frame)	Check that the received frame Frame contains a Confirm field equal to the Send field of the last frame transmitted
is_text(Frame)	Check that the received frame Frame contains a non-empty Text field (Size field not zero) and that the Send field is equal to – "00"B (special case of the initial state), – the 1's complement of the Confirm field of the last frame transmitted (general case)
size(Text)	Calculation of the number of octets in the Text field
stop_timer()	Stopping of the wakeup MTBF
time_out()	Triggering of the wakeup MTBF

4.10 List and processing of errors

The errors are listed with the following codes:

- EL error in the Data Link layer
- separator
- N number of the error
- F fatal error

Tableau 17 – Tableau récapitulatif des erreurs

EL-1	Trame incorrecte. Cette erreur peut avoir les origines suivantes: – nombre d'octets strictement inférieur à quatre – erreur de CRC – numéro de séquence différent de "0000"B, "0011"B, "1100"B ou "1111"B – type de trame différent de DATA+ – nombre d'octets non compatible avec le champ Size
	Cette erreur conduit à simplement ignorer la trame
EL-2	Réception d'une trame correcte mais avec un champ Send identique au champ Confirm de la dernière trame émise
	Cette erreur conduit à rejeter le champ Text de la trame et à conserver le même champ Confirm pour la prochaine trame en émission
EL-3	Réception d'une trame correcte mais avec un champ Confirm égal au complément à 1 du champ Send de la dernière trame émise
	Cette erreur conduit à envoyer une trame dont les champs Text et Send sont identiques à ceux de la trame précédemment émise
EL-4F	Expiration du délai T1 sans qu'aucune trame n'ai été reçue
	Cette erreur conduit à réinitialiser la couche Liaison après avoir informé la couche Application et fait avorter la couche Physique
EL-5F	MaxRetry réémissions de la même trame sans qu'aucune trame d'acquittement n'ait été reçue
	Cette erreur conduit à réinitialiser la couche Liaison après avoir informé la couche Application et fait avorter la couche Physique

Les erreurs non fatales ne sont pas signalées. En revanche, toute occurrence de l'une des erreurs fatales est remontée localement grâce à la primitive de service DL_ABORT.ind. La liste complète des numéros des erreurs fatales est fournie à l'annexe B.

5 Couche Application

La spécification de la couche Application est décrite dans la CEI 62056-51. Le présent article précise seulement le profil d'utilisation qui en est fait dans le cas du RTPC.

5.1 Sous-couche Transport

La valeur du nombre MaxPktSize, taille maximale du champ Packet (voir CEI 62056-51), doit être initialisée à 121.

5.2 Sous-couche Application

Comme indiqué dans la CEI 62056-51, les fonctions client_connect et server_connect doivent être précisées en fonction du support de communication utilisé. Dans le cas du RTPC, ces fonctions sont définies au tableau 18.

Table 17 – Error summary table

EL-1	Frame incorrect. This error may have the following causes: – number of octets strictly less than four – CRC error – sequence number different from "0000"B, "0011"B, "1100"B or "1111"B – frame type different from DATA+ – number of octets not compatible with the Size field
	This error simply results in the frame being ignored
EL-2	Reception of a correct frame but with a Send field identical to the Confirm field of the last frame transmitted
	This error results in rejection of the Text field of the frame and retention of the same Confirm field for the next frame in transmission
EL-3	Reception of a correct frame but with a Confirm field equal to the 1's complement of the Send field of the last frame transmitted
	This error results in the sending of a frame whose Text and Send fields are identical to those of the previously transmitted frame
EL-4F	Expiry of the period T1 without any frame being received
	This error results in reinitialization of the Data Link layer after informing the Application layer and causing the Physical layer to abort
EL-5F	MaxRetry repeated transmissions of the same frame without any acknowledgement frame being received
	This error results in reinitialization of the Data Link layer after informing the Application layer and causing the Physical layer to abort

Non-fatal errors are not reported. In contrast, any occurrence of one of the fatal errors is sent up locally by means of the service primitive DL_ABORT.ind. The complete list of fatal error numbers is given in annex B.

5 Application layer

The Application layer specification is described in IEC 62056-51. This clause simply clarifies the operating profile for the PSTN.

5.1 Transport sublayer

The value of the number MaxPktSize, maximal size of Packet field (see IEC 62056-51), shall be set to 121.

5.2 Application sublayer

As stated in IEC 62056-51, the client_connect and server_connect functions shall be clarified according to the communication medium used. For the PSTN, these functions are defined in table 18.

Tableau 18 – Définition des fonctions client_connect et server_connect

Procédure ou fonction	Définition
client_connect(_, PhoneNb)	S'il n'existe aucune association d'application active, la fonction sollicite la fonction d'appel automatique du modem avec le numéro d'appel phonenb. Elle gère un réveil interne pour prévenir, entre autres, un acheminement trop long (armé par défaut pour 45 s) et échoue définitivement après trois tentatives infructueuses. La fonction échoue également s'il existe déjà une association d'application active vers un équipement ayant un numéro d'appel différent de phonenb. La fonction est transparente s'il existe déjà une association d'application active vers l'équipement dont le numéro d'appel est phonenb. Dans tous les cas de réussite, il y a réactivation du contexte DLMS pour l'occurrence courante de l'automate d'application.
server_connect(_, PhoneList)	S'il n'existe aucune association d'application active, la fonction sollicite la fonction d'appel automatique du modem avec la liste de numéros phonelist. Elle gère un réveil interne pour prévenir, entre autres, un acheminement trop long (armé par défaut pour 45 s) et échoue définitivement après une tentative infructueuse sur chaque numéro. La fonction effectue une déconnexion physique s'il existe déjà une association d'application active vers un équipement dont le numéro d'appel est non inclus dans phonelist. Le traitement se poursuit ensuite comme dans le cas précédent. La fonction est transparente s'il existe déjà une association d'application active vers un équipement dont le numéro d'appel est inclus dans phonelist. Dans tous les cas de réussite, il y a réactivation du contexte DLMS pour l'occurrence courante de l'automate d'application.

Table 18 – Definitions of client_connect and server_connect functions

Procedure or function	Definition
client_connect(_, PhoneNb)	If there is no active application association, the function solicits the modem automatic call function with the call number phonenb. It manages an internal wakeup to warn, amongst other things, of too long a process (default setting 45 s) and fails definitively after three unsuccessful attempts. The function also fails if there is already an active application association towards an equipment system with a call number other than phonenb. The function is transparent if there is already an active application association towards the equipment system whose call number is phonenb. In all successful cases, the DLMS context is reactivated for the current occurrence of the application controller.
server_connect(_, PhoneList)	If there is no active application association, the function solicits the modem automatic call function with the list of numbers phonelist. It manages an internal wakeup to warn, amongst other things, of too long a process (default setting 45 s) and fails definitively after one unsuccessful attempt on each number. The function carries out a physical disconnection if there is already an active application association towards an equipment system whose call number is not included in phonelist. The processing then continues as in the previous case. The function is transparent if there is already an active application association towards an equipment system whose call number is included in phonelist. In all successful cases, the DLMS context is reactivated for the current occurrence of the application controller.

Annexe A (normative)

Langage de spécification

A.1 Vocabulaire et règles de fonctionnement

Pour décrire sans ambiguïté le rôle de chaque couche, la spécification utilise un formalisme en tableau modélisant le comportement réel par un automate à nombre fini d'états.

A chaque automate correspond un unique tableau logique qui peut éventuellement être représenté sous la forme de plusieurs tableaux physiques. Ce découpage se justifie lorsque le tableau logique est particulièrement important.

A chaque occurrence d'automate correspond une instance (copie active distincte) du tableau logique de l'automate de référence.

Chaque tableau physique est composé de lignes appelées lignes d'état. Chaque ligne d'état décrit la condition de déclenchement (colonne 2) pour que la machine passe d'un état initial (colonne 1) à un état final (colonne 4) en exécutant un ensemble d'actions (colonne 3).

Le premier état initial est l'état de démarrage de l'automate. Cet état est unique; il est particularisé au moyen de l'attribut souligné.

Un état d'arrêt de l'automate est un état final pour lequel aucune ligne d'état n'est définie avec cet état comme état initial. Un automate est infini lorsqu'il ne possède aucun état d'arrêt. Un automate fini peut posséder un ou plusieurs états d'arrêt. Ces états sont également représentés avec l'attribut souligné. Compte tenu de cette convention, l'ordre dans lequel sont présentés les états dans un tableau physique n'a aucune importance.

Cette même règle s'applique lorsque plusieurs lignes d'état référencent le même état initial car les conditions de déclenchement sont toujours exclusives les unes des autres. L'ordre des lignes d'un tableau physique n'est donc guidé que par de simples considérations de présentation. Il est cependant logique de commencer par décrire les transitions de l'état de démarrage.

Un ensemble d'actions d'une ligne d'état doit être considéré comme une section critique (c'est-à-dire une séquence non interruptible). Les actions qui y sont décrites doivent être exécutées dans l'ordre séquentiel où elles sont écrites. Une action est définie par un appel à une procédure nommée instanciée avec une liste de zéro, un ou plusieurs paramètres entre parenthèses. Toute procédure nommée référencée doit faire l'objet d'une description séparée. Il existe cependant deux actions prédéfinies: l'affectation = et l'action vide \$none() (absence d'action).

La condition de déclenchement associée à une ligne d'état peut éventuellement être composée de plusieurs sous-conditions. L'évaluation d'une condition de déclenchement composée passe toujours par l'évaluation de toutes les sous-conditions qu'elle contient. Ainsi, l'ordre d'écriture des sous-conditions est sans importance.

Les opérateurs supportés pour exprimer une condition composée sont, d'une part, les opérateurs logiques & (et logique), | (ou logique), not() (non logique) et, d'autre part, les opérateurs de comparaison (<, >, ≤, ≥, = et <>).

Annex A (normative)

Specification language

A.1 Vocabulary and operating rules

To describe the role of each layer unambiguously, the specification uses a table formalism modelling the real behaviour by a controller with a finite number of states.

To each controller corresponds a unique logic table; this logic table may be broken down into several physical tables, if it is particularly large.

To each controller occurrence corresponds an instance (distinct active copy) of the logic table of the reference controller.

Each physical table consists of lines known as state lines. Each state line describes the triggering condition (column 2) for the machine to pass from an initial state (column 1) to a final state (column 4) by executing a set of actions (column 3).

The first initial state is the startup state of the controller. This state is unique; it is particularized by means of the underlined attribute.

A stop state of the controller is a final state for which no state line is defined with this state as initial state. A controller is infinite when it does not have a stop state. A finite controller may have one or more stop states. These states are also represented with the attribute underlined. This convention means that the order in which the states are presented in a physical table is not important.

The same rule applies when several state lines refer to the same initial state, because the triggering conditions are always mutually exclusive. The order of the lines in a physical table is therefore governed by presentation considerations only. Nevertheless, it is logical to begin by describing the transitions of the startup state.

A set of actions in a state line shall be considered as a critical section (i.e. an uninterruptible sequence). The actions described there shall be executed in the order in which they are written. An action is defined by an invocation of a named procedure instantiated with a zero list, one or more parameters between parentheses. All referenced named procedures shall be the subject of separate descriptions. However, there are two predefined actions: assignment = and empty action \$none() (no action).

The triggering condition associated with a state line may be composed of several sub-conditions. The assessment of a composite triggering condition always involves the assessment of all the subconditions that it contains. Therefore, the order in which the sub-conditions are written is unimportant.

The operators supported for expressing composite conditions are the logic operators & (logic and), | (logic or), not() (logic no), and the comparison operators (<, >, ≤, ≥, = and <>).

Il existe deux types de conditions de déclenchement.

Une condition de type simple est, par définition, évaluée instantanément. Elle peut éventuellement être composée mais, dans ce cas, toutes les sous-conditions sont de type simple. Une fonction nommée booléenne est un exemple de condition de type simple. Toute fonction nommée booléenne référencée doit faire l'objet d'une description séparée.

Une condition de type événementiel exprime l'attente d'un événement. Elle peut éventuellement être composée de plusieurs sous-conditions événementielles ou simples.

Lorsque l'évaluation d'une condition de déclenchement conduit à un résultat vrai, la condition se trouve réalisée. La réalisation d'une condition de déclenchement conduit toujours à une transition d'état.

Un événement peut être défini comme étant un élément contribuant à la réalisation d'une condition de déclenchement de type événementiel.

Lorsque un événement est inclus dans une condition de déclenchement de type événementiel qui se trouve réalisée, il est automatiquement consommé. Un événement ne peut être consommé qu'une seule fois.

Tout événement survenant lorsque l'occurrence d'automate qui est susceptible de le consommer se trouve dans un état où cette consommation est impossible est stocké chronologiquement dans une zone appelée file inter-automate.

Ainsi, chaque automate dispose d'une unique file qu'il partage entre ses propres occurrences d'automate. La taille de cette file est supposée quasi infinie; son organisation et sa gestion ne sont pas décrites ici. Toutefois, il convient de noter qu'une purge partielle de la file (c'est-à-dire liée aux seuls événements concernant l'occurrence d'automate courante) est automatiquement effectuée pour toute transition d'état partant de l'état de démarrage.

Il doit exister également un mécanisme d'auto-purge conduisant à la suppression automatique des événements entrants et manifestement non consommables. En outre, il existe une procédure nommée prédéfinie \$purge() qui correspond à l'action de purge totale de la file inter-automate courante. Toutes les occurrences de l'automate correspondant se retrouvent alors dans l'état de démarrage.

La production d'événements est assurée par certaines des actions décrites dans un ensemble d'actions associé à une ligne d'état. Un événement interne ne peut être consommé que par l'automate qui l'a produit. Un événement externe est toujours consommé par un autre automate que celui qui l'a produit.

Il convient de noter que l'absence d'un événement (exprimé par une sous-condition de type événementiel encapsulée dans l'opérateur logique not()) est toujours une sous-condition de type simple.

Lorsque, pour un état initial, il existe une ligne d'état où la condition de déclenchement est d'un certain type (simple ou événementiel), alors toutes les lignes d'état ayant le même état initial doivent posséder des conditions de déclenchement du même type.

Lorsque, ce type est simple, l'état initial est appelé sous-état. Un sous-état est particularisé au moyen de l'attribut *italique*. Il est transitoire et peut toujours être éliminé; sa présence dans un tableau physique n'est justifiée que par un souci de clarté de la présentation. Dans le cas particulier d'un sous-état de démarrage, une condition particulière a été prédéfinie; il s'agit de la condition \$true(), qui est toujours vraie.

There are two types of triggering conditions.

A simple condition is, by definition, assessed instantaneously. It may be composite but, in such cases, all the subconditions shall be of the simple type. A boolean named function is an example of a simple condition. All referenced boolean named functions shall be the subject of separate descriptions.

An event condition expresses the wait for an event. It may be composed of several event or simple subconditions.

When the assessment of a triggering condition gives a true result, the condition is satisfied. The satisfaction of a triggering condition always leads to a state transition.

An event can be defined as an element contributing to the satisfaction of an event-type triggering condition.

When an event is included in an event-type triggering condition which is satisfied, it is automatically consumed. An event can be consumed only once.

Any event that occurs when the controller occurrence that is likely to consume it is in a state where this consumption is impossible is stored chronologically in an area known as the inter-controller queue.

Each controller thus has a single queue that it shares among its own controller occurrences. The size of this queue is assumed to be quasi-infinite; its organization and its management are not described here. However, it should be noted that a partial purge of the queue (i.e. related only to the events concerning the current controller occurrence) is automatically carried out for any state transition starting from the startup state.

There must also be a self-purge mechanism for automatic deletion of incoming events that are manifestly not consumable. Moreover, there is a predefined named procedure \$purge() which corresponds to the action of total purge of the current inter-controller queue. All the occurrences of the corresponding controller then return to the startup state.

Events are produced by some of the described actions in a set of actions associated with a state line. An internal event can be consumed only by the controller that has produced it. An external event is always consumed by a controller other than the one that has produced it.

It should be noted that the absence of an event (expressed by an event sub-condition encapsulated in the logic operator not()) is always a simple sub-condition.

When, for an initial state, there is a state line where the triggering condition is of a certain type (simple or event), then all the state lines having the same initial state shall have triggering conditions of the same type.

When this type is simple, the initial state is called substate. A substate is particularized by means of the italic attribute. It is transient and can always be removed; its presence in a physical table is justified only by improved clarity of presentation. In the special case of a startup substate, a special condition, \$true(), has been predefined, which is always true.

Enfin, les variables référencées dans les conditions de déclenchement et les actions décrites dans un tableau physique restent locales à chaque occurrence d'automate. Il existe également une variable prédéfinie (la variable non liée `_`) destinée à remplacer tout paramètre inexploité dans n'importe quelle fonction ou procédure nommée.

A.2 Entity et Entity Invocation

Il est intéressant d'effectuer un parallèle entre des éléments du langage de spécification présenté ici et certains concepts développés par l'OSI (Open Systems Interconnection).

Pour chaque couche, on note par exemple que la notion d'Entity correspond à un automate, alors que le terme Entity Invocation est similaire à l'expression occurrence d'automate.

The variables referred to in the triggering conditions and the actions described in a physical table remain local with respect to each controller occurrence. There is also a predefined variable (the unlinked variable `_`) intended to replace any unused parameter in any function or named procedure.

A.2 Entity and Entity Invocation

It is interesting to draw a parallel between the elements of the specification language described here and certain concepts developed by the OSI (Open Systems Interconnection).

For each layer, for example, the notion of Entity corresponds to a controller, whereas the term Entity Invocation is similar to controller occurrence.

Annexe B (normative)

Liste des erreurs fatales

Toute occurrence de l'une des erreurs fatales répertoriées est remontée localement à la couche Application.

Tableau B.1 – Numéros des erreurs fatales

Numéro	1	2	3	4
Erreur	EP-1F	EP-2F	EL-4F	EL-5F

Quelle que soit la couche incriminée, l'occurrence d'une erreur fatale conduit à

- éventuellement, faire s'arrêter la couche inférieure au moyen de la primitive de service abort.req,
- éventuellement, informer la couche supérieure au moyen de la primitive abort.ind avec, comme paramètre, le numéro de l'erreur fatale,
- effectuer une réinitialisation totale de l'occurrence d'automate correspondante.

Annex B

(normative)

List of fatal errors

Any occurrence of one of the listed fatal errors is sent up locally to the Application layer.

Table B.1 – Fatal error numbers

Number	1	2	3	4
Error	EP-1F	EP-2F	EL-4F	EL-5F

Whatever layer is involved, the occurrence of a fatal error results in

- if appropriate, stopping of the next lower layer by means of the service primitive abort.req,
- if appropriate, informing of the next higher level by means of the primitive abort.ind with the number of the fatal error as parameter,
- complete reinitialization of the corresponding controller occurrence.

Annexe C (informative)

Profils

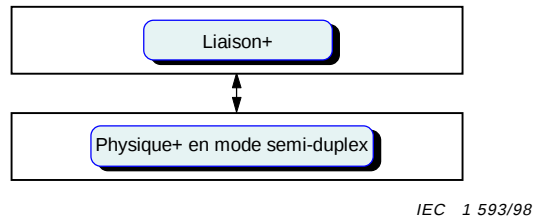


Figure C.1 – Profil numéro 1

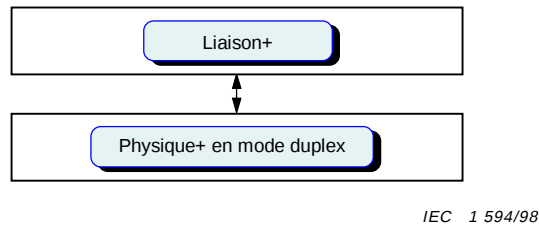


Figure C.2 – Profil numéro 2

Annex C (informative)

Profiles

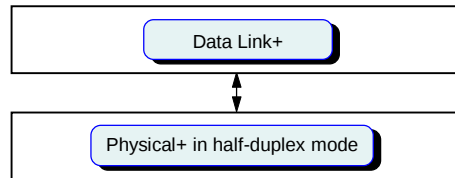
*IEC 1 593/98*

Figure C.1 – Profile number 1

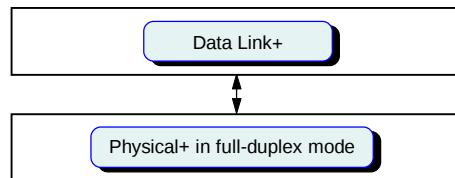
*IEC 1 594/98*

Figure C.2 – Profile number 2

Annexe D (normative)

Principe du CRC (cyclical redundancy check)

Le contrôle de la transmission correcte des bits se fait globalement sur un bloc d'information exprimé en octets (voir la couche Liaison). La clef de contrôle est un ensemble de bits appelé champ de contrôle. Son calcul repose sur la théorie des codes cycliques, qui fait appel à la division des polynômes et aux propriétés algébriques des restes de la division des polynômes.

D.1 Opérations sur les polynômes

Soit $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ la suite de bits sur laquelle doit être calculée la clef de contrôle. Cette suite peut être vue comme un polynôme de degré $n-1$:

$$A(X) = a_1X^{n-1} + \dots + a_{n-1}X + a_n$$

Supposons un polynôme diviseur $D(X)$ de degré m . La division polynomiale de $A(X)*X^m$ par $D(X)$ donne la relation suivante:

$$A(X)*X^m = D(X)*Q(X) + R(X)$$

où $R(X)$ est un polynôme de degré inférieur ou égal à $m-1$ représentant la suite de bits $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)$.

Compte tenu des propriétés de l'arithmétique booléenne, cette relation s'écrit aussi comme suit:

$$A(X)*X^m + R(X) = A(X)*X^m - R(X) = D(X)*Q(X)$$

ce qui représente la suite de bits $(a_1, a_2, \dots, a_n, r_1, r_2, \dots, r_m)$.

D.2 Procédure de contrôle

Le champ de contrôle du CRC est représenté par la suite de bits $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)$. Son calcul pratique courant est à base de registres de décalage et de cumul permettant d'évaluer la clef au fur et à mesure que les bits de données se présentent. L'algorithme correspondant ne sera pas décrit ici.

Comme l'indique la théorie, l'Émetteur doit évaluer la suite de bits $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)$, concaténer cette suite à la séquence des bits à protéger $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ et transmettre la suite de bits résultante $(a_1, a_2, \dots, a_n, r_1, r_2, \dots, r_m)$ au Récepteur.

Le Récepteur considère qu'il n'y a pas d'erreur de transmission dès lors que la suite de bits reçue correspond à un polynôme de degré $m+n-1$ divisible exactement par $D(X)$.

D.3 Paramètres de fonctionnement

L'UIT-T V.41 est choisie pour la réalisation concrète de l'algorithme, c'est-à-dire:

m	16
D(X)	$X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$

Annex D (normative)

Principle of the cyclical redundancy check (CRC)

The checking of the correct transmission of the bits is made globally on an information block expressed in octets (see Data Link layer). The check key is a set of bits known as the check field. Its calculation is based on the theory of cyclic codes which uses the division of polynomials and the algebraic properties of the remainders of the division of polynomials.

D.1 Operations on the polynomials

Let $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ be the bit string for which the check key must be calculated. This string can be viewed as a polynomial of degree $n-1$:

$$A(X) = a_1X^{n-1} + \dots + a_{n-1}X + a_n$$

Take a divisor polynomial $D(X)$ of degree m . The polynomial division of $A(X) \cdot X^m$ by $D(X)$ gives the following equation:

$$A(X) \cdot X^m = D(X) \cdot Q(X) + R(X)$$

where $R(X)$ is a polynomial of degree less than or equal to $m-1$ representing the bit string $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)$.

Given the properties of boolean arithmetic, this equation can also be written as follows:

$$A(X) \cdot X^m + R(X) = A(X) \cdot X^m - R(X) = D(X) \cdot Q(X)$$

which represents the bit string $(a_1, a_2, \dots, a_n, r_1, r_2, \dots, r_m)$.

D.2 Check procedure

The CRC check field is represented by the bit string $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)$. Its routine practical calculation is based on shift registers and accumulator registers enabling the key to be calculated as the data bits arrive. The corresponding algorithm will not be described here.

As the theory indicates, the Transmitter must assess the bit string $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)$, concatenate this string with the bit sequence to be protected $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ and transmit the resulting bit string $(a_1, a_2, \dots, a_n, r_1, r_2, \dots, r_m)$ to the Receiver.

The Receiver considers that there is no transmission error when the bit string received corresponds to a polynomial of degree $m+n-1$ exactly divisible by $D(X)$.

D.3 Operating parameters

ITU-T V.41 is chosen for the concrete implementation of the algorithm, i.e.:

m	16
D(X)	$X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$

Annexe E (informative)

Intégrité des données

E.1 Distance de Hamming

L'UIT-T V.41 permet la détection de toutes les erreurs simples et doubles, ainsi que celle de toutes les erreurs ayant un nombre impair de bits faux ⁵⁾. Par conséquent, la distance de Hamming est de quatre, ce qui correspond à l'une des contraintes de la classe d'intégrité I2.

E.2 Probabilité d'erreur résiduelle

Avant d'évaluer le protocole en termes de classe d'intégrité, il faut d'abord calculer la probabilité d'erreur résiduelle. Ce calcul est réalisé pour une transmission synchrone, comme cela a été fait pour les formats FT2 et FT3.

Une trame est composée d'un nombre maximal de 127 octets ou $n = 1\,016$ bits. En supposant que toutes les erreurs sont indépendantes, la probabilité d'avoir exactement e bits faux dans une trame de n bits est:

$$C_n^e p^e (1 - p)^{n-e}$$

Dans chaque trame, les 16 bits de fin sont des bits de contrôle qui ont 2^{16} configurations possibles. Une seule correspond à un CRC correct et donc la probabilité d'avoir e bits d'erreur non détectés est:

$$C_n^e p^e (1 - p)^{n-e} \times 2^{-16}$$

et la probabilité d'erreur résiduelle pour le format de trame du protocole Liaison+ est:

$$R'(T+) = \sum_e C_n^e \times p^e \times (1 - p)^{n-e} \times 2^{-16}$$

la sommation étant effectuée pour toutes les valeurs non nulles de e .

Le polynôme générateur choisi est divisible par $(x + 1)$. Mais tout vecteur d'erreur ayant un nombre impair de bits faux est associé à un polynôme non divisible par $(x + 1)$. Donc, toutes les erreurs ayant un nombre impair de bits faux sont détectées. Il est, par conséquent, possible d'effectuer la sommation avec simplement les valeurs paires de e , tout en notant que les bits du CRC n'ont plus que $2^{16}/2$ configurations possibles.

En outre, la distance de Hamming étant de quatre, e est supérieur ou égal à quatre.

Enfin, certaines erreurs sont détectables grâce aux propriétés du polynôme générateur utilisé. Prendre en compte ces erreurs requerrait une modélisation plus poussée. Toutefois, même sans les prendre en considération, nous pouvons affirmer que

$$R'(T+) \leq \sum_e C_n^e \times p^e \times (1 - p)^{n-e} \times 2^{-15}$$

pour les valeurs paires de e , entre quatre et n .

⁵⁾ Voir Macchi, *Téléinformation*, Dunod, p.206.

Annex E (informative)

Data integrity

E.1 Hamming distance

ITU-T V.41 allows the detection of all single and double errors, as well as all errors with an odd number of error bits ⁵⁾. Therefore, the Hamming distance is four, which corresponds to one of the constraints of the I2 integrity class.

E.2 Residual error probability

Before evaluating the protocol in terms of integrity class, the residual error probability must first be calculated. This calculation is performed for synchronous transmission, as presented for the FT2 and FT3 formats.

A frame is composed of a maximal of 127 bytes or $n = 1\ 016$ bits. Assuming all errors are independent, the probability of having exactly e erroneous bits in a frame of n bits is:

$$C_n^e p^e (1 - p)^{n-e}$$

In each frame, the final 16 bits are control bits which have 2^{16} possible configurations. Only one corresponds to the correct CRC and the probability of having e undetected error bits is thus:

$$C_n^e p^e (1 - p)^{n-e} \times 2^{-16}$$

and the residual error probability for the Data Link+ protocol frame format is:

$$R'(T+) = \sum_e C_n^e \times p^e \times (1 - p)^{n-e} \times 2^{-16}$$

with the sum performed for all non-zero values of e .

The chosen polynomial generator is divisible by $(x + 1)$. But error vectors with an odd number of error bits are associated with a polynomial non divisible by $(x + 1)$. Thus, all possible errors having an odd number of error bits are detected. It is, therefore, possible to calculate the sum with only even values of e , while noting that the CRC bits then only have $2^{16}/2$ possible configurations.

Furthermore, the Hamming distance being four, e is greater than or equal to four.

Finally, certain errors are detectable thanks to the properties of the polynomial generator used. Taking these errors into account would require more detailed modelling. However, even without considering them, it can be claimed that

$$R'(T+) \leq \sum_e C_n^e \times p^e \times (1 - p)^{n-e} \times 2^{-15}$$

for even values of e , from four to n .

⁵⁾ See Tanenbaum, *Computer networks*, paragraph 4.2.2, Prentice-Hall International Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Pour la valeur $n = 1\,016$, plusieurs des factorielles requises pour C_n^e deviennent impossibles à calculer directement par ordinateur. Néanmoins, nous pouvons calculer approximativement le logarithme de leur valeur en utilisant la formule de Stirling:

$$m! \approx (m/E)^n \times (2\pi m)^{1/2}$$

où E est la base du logarithme Népérien.

En utilisant cette formule pour les factorielles des nombres plus grands que 100, nous obtenons l'équation suivante:

$$\log(m!) \approx n(\log(m) - \log(E)) + (\log(m) + \log(2\pi))/2$$

Cette méthode permet le calcul de $\log(C_n^e)$ puis de C_n^e .

Une première approximation donne les valeurs suivantes pour la probabilité d'erreur résiduelle.

p	10^{-4}	10^{-3}	2×10^{-3}	10^{-2}	2×10^{-2}
$R'(T+)$	$1,218 \times 10^{-10}$	$5,064 \times 10^{-7}$	$3,26 \times 10^{-6}$	$1,52 \times 10^{-5}$	$1,526 \times 10^{-5}$

p	4×10^{-2}	6×10^{-2}	10^{-1}	0,5
$R'(T+)$	$1,526 \times 10^{-5}$	$1,526 \times 10^{-5}$	$5,718 \times 10^{-5}$	$9,598 \times 10^{-5}$

Nous pouvons voir que le format de trame du protocole Liaison+, avec 127 octets, ne satisfait pas aux limites de la classe I2, sauf pour $p = 10^{-4}$.

L'évaluation sera donc affinée en prenant en compte les propriétés des codes polynomiaux en ce qui concerne la détection des paquets d'erreurs et en remarquant que, pour $p \leq 10^{-4}$, la probabilité d'erreur résiduelle est du même ordre que le premier terme de la sommation.

Un code polynomial permet la détection de tout paquet d'erreurs de longueur l (en bits) inférieur ou égal au degré d du polynôme générateur. Lorsque l est supérieur à d , et en supposant équiprobables tous les paquets d'erreurs de longueur l , la probabilité de ne pas détecter un paquet d'erreurs est la suivante:

$$2^{-(d-1)} \quad \text{si } l = d+1$$

$$2^{-d} \quad \text{si } l > d+1$$

(voir note de bas de page 6).

Le premier et le dernier bit d'un paquet d'erreurs sont faux et les bits intermédiaires peuvent avoir n'importe quelle valeur.

Le premier bit faux d'un paquet d'erreurs de l bits peut occuper une position parmi $(n-l+1)$ (dans une trame de n bits). Le dernier bit est faux. Les $(e-2)$ autres erreurs peuvent occuper $l-2$ positions, ce qui donne C_{l-2}^{e-2} possibilités. Le nombre de paquets d'erreurs de longueur l est:

$$C_{l-2}^{e-2} \times (n-l+1)$$

Pour les paquets d'erreurs de longueur inférieure ou égale à l , seul le premier bit doit être faux et le nombre de possibilités pour une valeur donnée de e est:

$$C_{l-1}^{e-1} \times (n-l+1) \quad \text{pour les valeurs paires de } e \leq l$$

$$+ \sum_m C_m^{e-1} \quad m \text{ variant de } l-1 \text{ à } e$$

6) Voir Macchi, *Téléinformation*, Dunod, p.208.

For the value $n = 1\,016$, some of the factorials required for C_n^e become impossible to calculate directly by computer. Nevertheless, the logarithm of their value can be calculated approximately using the Stirling formula:

$$m! \approx (m/E)^n \times (2\pi m)^{1/2}$$

where E is the base of the natural logarithm.

Using this formula for factorials of numbers greater than 100, the following equation is obtained

$$\log(m!) \approx n(\log(m) - \log(E)) + (\log(m) + \log(2\pi))/2$$

This method allows the calculation of $\log(C_n^e)$ and C_n^e .

A first approximation gives the following values for the residual error probability.

p	10^{-4}	10^{-3}	2×10^{-3}	10^{-2}	2×10^{-2}
$R'(T+)$	$1,218 \times 10^{-10}$	$5,064 \times 10^{-7}$	$3,26 \times 10^{-6}$	$1,52 \times 10^{-5}$	$1,526 \times 10^{-5}$

p	4×10^{-2}	6×10^{-2}	10^{-1}	0,5
$R'(T+)$	$1,526 \times 10^{-5}$	$1,526 \times 10^{-5}$	$5,718 \times 10^{-5}$	$9,598 \times 10^{-5}$

It can be seen that the Data Link+ protocol frame format, with 127 bytes, does not satisfy the limits of the I2 class, except for $p = 10^{-4}$.

The evaluation will therefore be improved by taking into account the properties of polynomial codes for detecting error packets and by noting that, for $p \leq 10^{-4}$, the residual error probability is of the same order as the first term in the sum.

A polynomial code allows the detection of all error packets of length l (in bits) less than or equal to the degree d of the polynomial generator. When l is greater than d , and assuming all error packets of length l equiprobable, the probability of not detecting an error packet is as follows:

$$2^{-(d-1)} \quad \text{if } l = d+1$$

$$2^{-d} \quad \text{if } l > d+1$$

(see footnote 6)).

The first and last bits of an error packet are erroneous and the intermediate bits can have any values.

The first erroneous bit of an error packet of l bits can occur in $(n-l+1)$ positions (within an n bit frame). The last bit is erroneous. The remaining $(e-2)$ errors occur over $l-2$ positions, which gives C_{l-2}^{e-2} possibilities. The number of error packets of length l is:

$$C_{l-2}^{e-2} \times (n-l+1)$$

For error packets of length less than or equal to l , only the first bit must be erroneous and the number of possibilities for a given value of e is:

$$C_{l-1}^{e-1} \times (n-l+1) \quad \text{for even values of } e \leq l$$

$$+ \sum_m C_m^{e-1} \quad \text{m varying from } l-1 \text{ to } e$$

6) See Tanenbaum, *Computer networks*, paragraph 4.2.2, Prentice-Hall International Inc., Englewood Cliffs, N.J.

Le nombre de configurations avec e erreurs indétectables est alors:

$$(C_n^e - C_{15}^{e-2} \times (n-17+1) - C_{15}^{e-1} \times (n-16+1) - \sum_m C_m^{e-1}) \times 2^{-16} + C_{15}^{e-2} \times (n-17+1) \times 2^{-15}$$

Avec $n = 1\,016$ et $e = 4$, le terme $\sum_m C_m^{e-1}$ est négligeable. La probabilité d'une erreur indétectable pour $p = 10^{-4}$ est donc:

$$R'(T+) \approx 6,1 \times 10^{-11}$$

Cette valeur est conforme à la classe I2. Pour des valeurs de p inférieures à 10^{-4} , la pente de la courbe de la probabilité d'erreur résiduelle est déterminée par la distance de Hamming et donc les probabilités d'erreur pour l'ensemble du graphe satisfont aux critères de la classe I2.

The number of configurations with e undetectable errors is thus:

$$(C_n^e - C_{15}^{e-2} \times (n-17+1) - C_{15}^{e-1} \times (n-16+1) - \sum_m C_m^{e-1}) \times 2^{-16} + C_{15}^{e-2} \times (n-17+1) \times 2^{-15}$$

With $n = 1\,016$ and $e = 4$, the term $\sum_m C_m^{e-1}$ is negligible. The probability of an undetectable error for $p = 10^{-4}$ is thus:

$$R'(T+) \approx 6,1 \times 10^{-11}$$

This value conforms to the I2 class. For values of p below 10^{-4} , the slope of the residual error probability curve is determined by the Hamming distance and thus the error probabilities for the whole graph satisfy the criteria for the I2 class.

Annexe F (informative)

Efficacité de la transmission

L'efficacité de la transmission d'une trame individuelle est définie comme étant le rapport du nombre de bits correctement transférés parmi k bits d'information sur le nombre total n de bits dans la trame:

$$k \times q^n / n$$

où q est la probabilité de recevoir un bit correct.

Le calcul de l'efficacité de la transmission synchrone et asynchrone pour une trame ayant 125 octets d'information (données, longueur et octets de commande) donne les expressions suivantes:

$$EFF(asyn) = 8i \times q^{10(i+2)} / (10(i+2))$$

avec $i = 125$ et deux caractères de contrôle

$$EFF(syn) = 8i \times q^{8(i+2)} / 8(i+2)$$

avec $i = 125$ et deux caractères de contrôle

Avec ces formules, les valeurs suivantes sont obtenues.

Tableau F.1 – Efficacité de la transmission synchrone et asynchrone

Transmission	$p = 1-q$	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
Asynchrone	EFF(asyn)	77,7 %	69,3 %	22,1 %
Synchrone	EFF(syn)	97,4 %	88,9 %	35,6 %

Annex F (informative)

Transmission efficiency

The transmission efficiency of an individual frame is defined as the ratio of the number of correctly transferred bits among k bits of information to the total number of bits per frame n :

$$k \times q^n / n$$

where q is the probability of receiving one correct bit.

Calculating the synchronous and asynchronous transmission efficiency for a frame having 125 information bytes (data, length and command bytes) gives the following expressions:

$$EFF(\text{asyn}) = 8i \times q^{10(i+2)} / (10(i+2))$$

with $i = 125$ and two control characters

$$EFF(\text{syn}) = 8i \times q^{8(i+2)} / 8(i+2)$$

with $i = 125$ and two control characters

With these formulas, the following values are obtained.

Table F.1 – Efficiency of synchronous and asynchronous transmission

Transmission	$p = 1-q$	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
Asynchronous	EFF(asyn)	77,7 %	69,3 %	22,1 %
Synchronous	EFF(syn)	97,4 %	88,9 %	35,6 %



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

1211 GENEVA 20

Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent ☐
 librarian ☐
 researcher ☐
 design engineer ☐
 safety engineer ☐
 testing engineer ☐
 marketing specialist ☐
 other.....

Q3 I work for/in/as a:
(tick all that apply)

- manufacturing ☐
 consultant ☐
 government ☐
 test/certification facility ☐
 public utility ☐
 education ☐
 military ☐
 other.....

Q4 This standard will be used for:
(tick all that apply)

- general reference ☐
 product research ☐
 product design/development ☐
 specifications ☐
 tenders ☐
 quality assessment ☐
 certification ☐
 technical documentation ☐
 thesis ☐
 manufacturing ☐
 other.....

Q5 This standard meets my needs:
(tick one)

- not at all ☐
 nearly ☐
 fairly well ☐
 exactly ☐

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date ☐
 standard is incomplete ☐
 standard is too academic ☐
 standard is too superficial ☐
 title is misleading ☐
 I made the wrong choice ☐
 other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
 (2) below average,
 (3) average,
 (4) above average,
 (5) exceptional,
 (6) not applicable

- timeliness.....
 quality of writing.....
 technical contents.....
 logic of arrangement of contents
 tables, charts, graphs, figures.....
 other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only ☐
 English text only ☐
 both English and French texts ☐

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat ☐
bibliothécaire ☐
chercheur ☐
ingénieur concepteur ☐
ingénieur sécurité ☐
ingénieur d'essais ☐
spécialiste en marketing ☐
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie ☐
comme consultant ☐
pour un gouvernement ☐
pour un organisme d'essais/
certification ☐
dans un service public ☐
dans l'enseignement ☐
comme militaire ☐
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence ☐
une recherche de produit ☐
une étude/développement de produit ☐
des spécifications ☐
des soumissions ☐
une évaluation de la qualité ☐
une certification ☐
une documentation technique ☐
une thèse ☐
la fabrication ☐
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout ☐
à peu près ☐
assez bien ☐
parfaitement ☐

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée ☐
la norme est incomplète ☐
la norme est trop théorique ☐
la norme est trop superficielle ☐
le titre est équivoque ☐
je n'ai pas fait le bon choix ☐
autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
qualité de la rédaction.....
contenu technique
disposition logique du contenu
tableaux, diagrammes, graphiques,
figures
autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français ☐
uniquement le texte anglais ☐
les textes anglais et français ☐

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

-
.....
.....
.....
.....
.....



ISBN 2-8318-4545-9



ICS 91.140.50; 33.040.40
