

SPÉCIFICATION
TECHNIQUE
TECHNICAL
SPECIFICATION

CEI
IEC

TS 61334-5-3

Première édition
First edition
2001-01

**Automatisation de la distribution à l'aide de
systèmes de communication à courants porteurs –**

**Partie 5-3:
Profils des couches basses – Profil SS-AW
(Spread Spectrum Adaptive Wideband)**

(standards.iteh.ai)

**Distribution automation using distribution line
carrier systems –**

IEC TS 61334-5-3:2001
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac455f18-0b5e-40b7-b45f-0956f5b8b71c/iec-ts-61334-5-3-2001>

**Part 5-3:
Lower-layer profiles – Spread spectrum adaptive
wideband (SS-AW) profile**



Numéro de référence
Reference number
IEC/TS 61334-5-3:2001

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

SPÉCIFICATION
TECHNIQUE
TECHNICAL
SPECIFICATION

CEI
IEC

TS 61334-5-3

Première édition
First edition
2001-01

**Automatisation de la distribution à l'aide de
systèmes de communication à courants porteurs –**

**Partie 5-3:
Profils des couches basses – Profil SS-AW
(Spread Spectrum Adaptive Wideband)**

(standards.iteh.ai)

**Distribution automation using distribution line
carrier systems –**

IEC TS 61334-5-3:2001
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac455f18-0b5e-40b7-b45f-0956f5b8b71c/iec-ts-61334-5-3-2001>

**Part 5-3:
Lower-layer profiles – Spread spectrum adaptive
wideband (SS-AW) profile**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

*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 et objet	8
1.2 Références normatives	8
2 Couche physique	10
2.1 Objectif.....	10
2.2 Présentation	10
2.3 Méthode de modulation.....	10
2.3.1 Méthode de diffusion.....	10
2.3.2 Modulation binaire des données brutes	10
2.4 Méthode de transmission	10
2.4.1 Objectif.....	10
2.4.2 Séquence de bits et d'octets	10
2.4.3 Préambule (Pre)	12
2.4.4 Correction d'erreurs sans voie de retour (FEC).....	12
2.4.5 Intervalle intertrames	12
2.5 Spécification des services de la couche physique.....	14
2.5.1 Présentation	14
2.5.2 P_DATA.request.....	14
2.5.3 P_DATA.confirm.....	16
2.5.4 P_DATA.indication.....	16
2.6 Envoi et réception de sous-couches physiques.....	18
2.6.1 Envoi	18
2.6.2 Réception	18
3 Sous-couche MAC	18
3.1 Spécification des services de la sous-couche MAC	18
3.1.1 Présentation	20
3.1.2 MA_DATA.request	22
3.1.3 MA_DATA.confirm	24
3.1.4 MA_DATA.indication	24
3.2 Formats de trames	26
3.2.1 Composants de trame.....	26
3.2.2 Liste des types de trames	30
3.2.3 Valeurs du champ d'en-tête de trame.....	38
3.2.4 Trames incorrectes	38
3.3 Fonctionnement de la sous-couche MAC	40
3.3.1 Présentation	40
3.3.2 Echange de paquets de données	40
3.3.3 Echange de paquets de données de diffusion.....	42
3.3.4 Echange d'invitation à émettre	42
3.3.5 Echange du jeton.....	44

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 General	9
1.1 Scope and object.....	9
1.2 Normative references	9
2 Physical layer	11
2.1 Purpose.....	11
2.2 Overview	11
2.3 Modulation method	11
2.3.1 Spreading method.....	11
2.3.2 Raw data bit modulation.....	11
2.4 Transmission method	11
2.4.1 Purpose.....	11
2.4.2 Bit and byte ordering.....	11
2.4.3 Preamble (Pre)	13
2.4.4 Forward error correction (FEC).....	13
2.4.5 Interframe gap	13
2.5 Physical layer services specification.....	15
2.5.1 Overview	15
2.5.2 P_DATA.request.....	15
2.5.3 P_DATA.confirm.....	17
2.5.4 P_DATA.indication.....	17
2.6 Sending and receiving physical sublayer	19
2.6.1 Sending.....	19
2.6.2 Receiving.....	19
3 Medium access control (MAC) sublayer.....	19
3.1 MAC sublayer service specification	19
3.1.1 Overview	21
3.1.2 MA_DATA.request	23
3.1.3 MA_DATA.confirm	25
3.1.4 MA_DATA.indication	25
3.2 Frame formats.....	27
3.2.1 Frame components	27
3.2.2 Enumeration of frame types	31
3.2.3 Frame header field values.....	39
3.2.4 Invalid Frames	39
3.3 MAC sublayer operation.....	41
3.3.1 Overview	41
3.3.2 Data packet exchange	41
3.3.3 Broadcast data packet exchange.....	43
3.3.4 Polling Exchange	43
3.3.5 Token exchange	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**AUTOMATISATION DE LA DISTRIBUTION À L'AIDE
DE SYSTÈMES DE COMMUNICATION À COURANTS PORTEURS –**

**Partie 5-3: Profils des couches basses –
Profil SS-AW (Spread Spectrum Adaptive Wideband)**

AVANT-PROPOS

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

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, 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.

La CEI 61334-5-3, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 57 de la CEI: Conduite des systèmes de puissance et communications associées.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
57/423/CDV	57/475/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DISTRIBUTION AUTOMATION USING
DISTRIBUTION LINE CARRIER SYSTEMS –**
**Part 5-3: Lower-layer profiles –
Spread spectrum adaptive wideband (SS-AW) profile**

FOREWORD

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

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

IEC 61334-5-3, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 57: Power system control and associated communications.

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

Enquiry draft	Report on voting
57/423/CDV	57/475/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale;
- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[IEC TS 61334-5-3:2001](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac455f18-0b5e-40b7-b45f-0956f5b8b71c/iec-ts-61334-5-3-2001>

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

- transformed into an International Standard;
- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

iTeh STANDARD PREVIEW **(standards.iteh.ai)**

[IEC TS 61334-5-3:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac455f18-0b5e-40b7-b45f-0956f5b8b71c/iec-ts-61334-5-3-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ac455f18-0b5e-40b7-b45f-0956f5b8b71c/iec-ts-61334-5-3-2001>

AUTOMATISATION DE LA DISTRIBUTION À L'AIDE DE SYSTÈMES DE COMMUNICATION À COURANTS PORTEURS –

Partie 5-3: Profils des couches basses – Profil SS-AW (Spread Spectrum Adaptive Wideband)

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

Cette spécification technique décrit les exigences de l'approche SS-AW (Spread Spectrum Adaptive Wideband) qui intègre les services fournis par la couche physique et la sous-couche MAC (Medium Access Control, contrôle d'accès au support). Il est supposé que le support de transmission constitue le réseau de distribution sur les niveaux MT et BT. La sous-couche MAC décrite dans cette spécification sert d'interface avec la couche LLC (Logical Link Control, contrôle de liaison logique) décrite dans la CEI 61334-4-32.

Les caractéristiques d'atténuation de bruit et de signal des réseaux MT et BT requièrent une approche hiérarchique, où les méthodes de modulation/démodulation, de synchronisation, d'égalisation, de codage du contrôle d'erreurs et de contrôle d'accès au support sont spécifiquement conçues pour cet environnement de communications hostile. Cette approche inclut un protocole de liaison bas niveau au sein de la sous-couche MAC, qui intègre certaines fonctions généralement associées à une procédure de commande de la liaison de données. Cette spécification décrit une approche hiérarchique, basée sur une couche physique à large spectre dotée d'une synchronisation rapide permettant des transmissions de courte durée et une égalisation automatique. Le tout associé à un protocole de liaison bas niveau, une utilisation efficace de la correction et de la détection d'erreurs et une gestion sûre de l'accès au support fournit une plate-forme fiable et sûre pour la sous-couche LLC.

L'adaptabilité de cette approche se réfère à la méthode d'égalisation utilisée pour compenser les variations temporelles caractérisant les altérations des canaux de communication. Il faut que le récepteur sélectionne les valeurs d'égalisation appropriées pour s'adapter aux fluctuations des caractéristiques du canal, qui peuvent être spécifiques au nœud, sur la base d'une trame, pour atteindre des performances optimales. Les paramètres d'égalisation sont ajustés en fonction de diverses mesures de qualité disponibles fournies par la trame reçue, par exemple la distance de Hamming du préambule de synchronisation, le statut sans erreur de l'en-tête de trame et du bloc de données, le cas échéant, ou l'échec de réception de la réponse attendue. Ces méthodes d'égalisation sont réputées et la méthode précise est définie par la mise en application particulière de cette spécification, permettant ainsi un équilibre entre les coûts et les performances et des améliorations futures sans perte de compatibilité.

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 la présente partie de la CEI 61334. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61334 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 61334-4-32:1996, *Automatisation de la distribution à l'aide de systèmes de communication à courants porteurs – Partie 4: Protocoles de communication de données – Section 32: Couche liaison de données – Contrôle de liaison logique (LLC)*

DISTRIBUTION AUTOMATION USING DISTRIBUTION LINE CARRIER SYSTEMS –

Part 5-3: Lower-layer profiles – Spread spectrum adaptive wideband (SS-AW) profile

1 General

1.1 Scope and object

This specification describes the requirements of the spread spectrum adaptive wideband (SS-AW) approach which incorporates the services provided by the physical layer entity and the MAC sublayer. The transmission medium is assumed to be the distribution network on both the MV or LV level. The MAC sublayer described in this specification interfaces with the logical link control (LLC) layer described in IEC 61334-4-32.

The noise and signal attenuation characteristics of the MV and LV networks require a hierarchical approach, where methods for modulation/demodulation, synchronization, equalization, error control coding, and media access control are designed specifically for this hostile communications environment. This approach includes a low-level link protocol within the MAC sublayer that incorporates some functions generally associated with a data link control procedure. This specification describes such a hierarchical approach based on a spread spectrum physical layer with fast synchronization enabling short-duration transmissions and adaptive equalization. This coupled with a low-level link protocol, the effective utilization of error correction and detection, and robust medium access management provides a robust, reliable platform for the LLC sublayer.

The adaptive component of this approach refers to the equalization method used to compensate for the time-varying nature of the communication channel impairments. The receiver must select appropriate equalization values to adapt to the changing channel characteristics, which can be node-specific, on a frame basis to achieve optimal performance. The equalization parameters are adjusted based on various quality metrics available from the received frame, for example, the Hamming distance of the synchronization preamble, the error-free status of the frame header and data block, if present, or the failure to receive an expected response. The equalization methods are well-known and the precise method is determined by the particular implementation of this specification. This allows cost/performance trade-offs and future improvements to occur without losing compatibility.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61334. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61334 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 61334-4-32:1996, *Distribution automation using distribution line carrier systems – Part 4: Data communication protocols – Section 32: Data link layer – Logical link control (LLC)*

2 Couche physique

2.1 Objectif

Le présent article décrit les services requis par la couche physique au niveau de l'interface logique avec la sous-couche MAC. Elle définit également le mode de transmission utilisé pour transmettre le flux d'informations via le réseau de distribution basse tension.

2.2 Présentation

La couche physique fournit l'interface avec la sous-couche MAC permettant de transmettre des unités de données vers le support physique.

2.3 Méthode de modulation

L'émetteur doit générer un signal à large bande correspondant au signal défini aux paragraphes 2.3.1 et 2.3.2 avec une fréquence centrale f_0 et une largeur de bande de signal nul-à-nul comprise entre $f_0/2$ et $3/2 \times f_0$, où, par exemple, f_0 peut être égal à 47,5 kHz.

2.3.1 Méthode de diffusion

Une forme d'onde antisymétrique est synthétisée numériquement à l'aide de 16 bits (puces) d'une horloge avec une fréquence de $16 \times f_0$. Deux périodes de cette onde (correspondant à 32 puces de l'horloge) définissent un intervalle binaire de données brutes. Cet intervalle peut être constitué, par exemple, de deux cycles d'une onde sinusoïdale.

2.3.2 Modulation binaire des données brutes

Chaque intervalle binaire de données brutes représente une phase binaire générée par décalage (BPSK) utilisant un format de niveau sans retour à zéro (NRZ-L) générant un débit binaire des données brutes égal à $f_0/2$.

2.4 Méthode de transmission

2.4.1 Objectif

Afin de garantir des performances optimales, toutes les unités de données MAC reçues pour la transmission comprennent un préambule et sont codées avec un code FEC (correction d'erreurs sans voie de retour). Le paramètre PHY_frame comprend ce qui suit:

- le paramètre P_sdu (comprenant entre 6 octets et 26 octets), identique au paramètre M_pdu (comprenant entre 3 octets et 13 octets), transmis par la sous-couche MAC et codé avec le code FEC (voir 2.4.4);
- un préambule (5 octets) et un intervalle intertrames (1 octet).

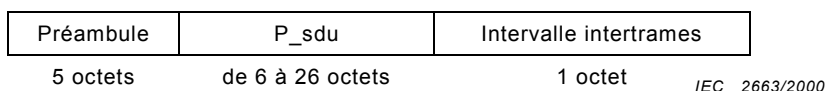


Figure 1 – Structure d'une trame physique

2.4.2 Séquence de bits et d'octets

Les octets sont envoyés selon l'ordre suivant: de l'octet le plus significatif (MSB) vers l'octet le moins significatif (LSB). Par convention, l'octet de poids fort correspond à l'octet de gauche. La même convention est appliquée aux bits: le premier bit d'un octet est le bit de poids fort.

2 Physical layer

2.1 Purpose

This clause details the services required of the physical layer at the logical interface with the MAC sublayer. Also defined is the transmission method used to provide the information flow through the low-voltage distribution network.

2.2 Overview

The physical layer provides the interface to the MAC sublayer for the transmission of data units onto the physical medium.

2.3 Modulation method

The transmitter shall generate a wideband signal to conform to the signal defined in 2.3.1 and 2.3.2 with a centre frequency of f_0 and a null-to-null signal bandwidth of $f_0/2$ to $3/2 \times f_0$, where for example f_0 can be 47,5 kHz.

2.3.1 Spreading method

An anti-symmetric waveform is digitally synthesized using 16 bits (chips) of a $16 \times f_0$ clock. Two periods of the anti-symmetric waveform (corresponding to 32 chips of the clock) define one raw data bit interval; for example, one raw data bit interval can consist of two cycles of a sine wave.

2.3.2 Raw data bit modulation

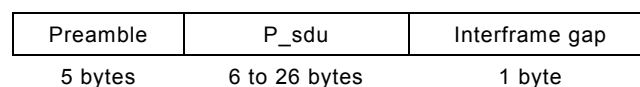
Each raw data bit interval is binary phase shift keyed (BPSK) using a non-return-to-zero level (NRZ-L) format, resulting in a raw data bit rate of $f_0/2$.

2.4 Transmission method

2.4.1 Purpose

In order to ensure optimum performance, all MAC data-units received for transmission are encapsulated with a preceding preamble and encoded with a forward error correcting code (FEC). A PHY_frame consists of

- a P_sdu (from 6 bytes to 26 bytes) the same as the M_pdu (from 3 bytes to 13 bytes) transmitted by the MAC sublayer and encoded with the FEC (see 2.4.4);
- a preceding preamble (5 bytes) and a succeeding interframe gap (1 byte).



IEC 2663/2000

Figure 1 – Physical frame structure

2.4.2 Bit and byte ordering

The bytes are sent from most significant byte (MSB) to least significant byte (LSB). By convention, the most significant byte corresponds to the leftmost byte. Bit fields are packed with the same convention as byte fields. That is, the first bit in an octet is the most significant (leftmost) bit.