

DIN EN IEC 62488-3



ICS 29.240.20; 33.200

**Systeme zur Kommunikation über Hochspannungsleitungen für
Anwendungen der elektrischen Energieversorgung –
Teil 3: Endgeräte für digitale Trägerfrequenzübertragung über
Hochspannungsleitungen (DTFH) oder hybride ADTFH-Endgeräte
(IEC 62488-3:2021);
Englische Fassung EN IEC 62488-3:2021**

Power line communication systems for power utility applications –
Part 3: Digital Power Line Carrier (DPLC) terminals and hybrid ADPLC terminals
(IEC 62488-3:2021);
English version EN IEC 62488-3:2021

Systèmes de communication sur lignes d'énergie pour les applications des compagnies
d'électricité –
Partie 3: Équipements terminaux à courants porteurs sur lignes d'énergie numériques ou
DPLC et équipements terminaux hybrides ADPLC
(IEC 62488-3:2021);
Version anglaise EN IEC 62488-3:2021

Gesamtumfang 83 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2021-05-31 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2023-05-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 62488-3:2019-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 952 „Netzleittechnik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 57 „Power systems management and associated information exchange“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluss 1/2004 festgelegt, dass DIN-Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der Informationsverarbeitung gründet, unter bestimmten Bedingungen allein in englischer Sprache veröffentlicht werden dürfen. Diese Bedingungen sind für die vorliegende Norm erfüllt.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der EN IEC 62488-3 veröffentlicht. Zu deren Einleitung, die den Aufbau von IEC 61968-13 beschreibt, Abschnitt 1, der den Anwendungsbereich festlegt und Abschnitt 3, der die Begriffe und Abkürzungen festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA der vorliegenden Norm hinzugefügt. Für die meisten der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Diese Norm steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Auszugsweise Übersetzung

Reihenfolge und Inhalt der folgenden Abschnitte sind identisch mit denen in den jeweiligen Abschnitten der Englischen Fassung.

Einleitung

Seit der ersten Einführung der Kommunikation mittels Trägerfrequenzübertragung auf Hochspannungsleitungen in der Energiewirtschaft hat sich diese Form der Kommunikation weltweit durchgesetzt. Diese weltweite Entwicklung wird durch neue Normen abgedeckt, die den aktuellen Stand der Technik in der digitalen TFH-Kommunikation widerspiegeln.

Die Kommunikationsdienste, die durch digitale Trägerfrequenzübertragung über Verbindungen und Netze moderner Hochspannungsleitungen verfügbar sind, ermöglichen eine hohe Effizienz der Datenübertragung und somit ein geringes Niveau der Betriebskosten für Automatisierungseinrichtungen insbesondere für lange Hochspannungsleitungen.

Analoge und digitale TFH-Endgeräte können nach den Prinzipien des Frequenzmultiplexverfahrens nebeneinander bestehen, was eine schrittweise Digitalisierung der TFH-basierten Kommunikation ermöglicht.

Digitale TFH-Endgeräte können auch mit herkömmlichen analogen TFH-Übertragungswegen als hybride analoge und digitale TFH-Ausrüstung kombiniert werden, die eine zuverlässige und nahtlose Kommunikation für die Steuerung und/oder den Schutz auf den Höchst-, Hoch- und Mittelspannungsebenen der elektrischen Übertragungsnetze und der elektrischen Hochspannungs-Verteilungsnetze bietet.

IEC 62488 besteht aus vier Teilen, die alle Aspekte von Spannungsversorgungsleitungs-Kommunikationssystemen behandeln, die über elektrische Spannungsversorgungsleitungen betrieben werden.

IEC 62488 gilt für Endgeräte und Systeme für die Trägerfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen (TFH), die zur Übertragung von Informationen über Stromversorgungsleitungen einschließlich Höchst-, Hoch- und Mittelspannungs-Stromversorgungsleitungen verwendet werden.

Derzeit ist diese Normenreihe wie folgt gegliedert:

- IEC 62488-1, *Planning of analogue and digital power line carrier systems operating over EHV/HV/MV electricity grids*
- IEC 62488-2, *Analogue Power Line Carrier terminals or APLC*
- IEC 62488-3, *Digital Power Line Carrier terminals or DPLC and hybrid ADPLC Terminals*
- IEC 62488-4, *Broadband Power Line systems or BPL*

ANMERKUNG IEC 62488-4 wurde noch nicht veröffentlicht.

Dieses Dokument ist der dritte Teil der IEC 62488 und besteht aus den folgenden Abschnitten:

- Abschnitt 1 – Anwendungsbereich von IEC 62488-3
- Abschnitt 2 – Normative Verweisungen
- Abschnitt 3 – Begriffe, Definitionen und Abkürzungen wurde zusätzlich zu IEC 62488-1 und IEC 62488-2 zu diesem Dokument hinzugefügt
- Abschnitt 4 – Führt in allgemeine Architekturen von DTFH- und hybriden ADTFH-Endgeräten ein.
- Abschnitt 5 – Definiert zugangsseitige Schnittstellen von DTFH- und hybriden ADTFH-Endgeräten.

- Abschnitt 6 – Beschreibt die Hochfrequenzschnittstelle auf der Seite der Übertragungsleitung und definiert die zugehörigen Parameter
- Abschnitt 7 – Stellt verschiedene Anforderungen an die Qualität und Leistung eines einzelnen oder mehrerer miteinander verbundener DTFH-Endgeräte
- Abschnitt 8 – Definiert den Prüfungsaufbau und beschreibt die Prüfungsmethodik
- Abschnitt 9 – Beschreibt die Konfigurations- und Managementanforderungen für DTFH-Endgeräte
- Abschnitt 10 – Beschreibt allgemeine Anforderungen an die Cybersicherheit
- Abschnitt 11 – Legt Sicherheitsanforderungen fest
- Abschnitt 12 – Legt Anforderungen für Lagerung und Transport, Betriebsbedingungen und Stromversorgung fest
- Abschnitt 13 – Legt EMV-Anforderungen fest

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62488 ist anwendbar für Endgeräte und Netze für die Trägerfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen zur Übertragung von Informationen über das Stromnetz (einschließlich Höchst-, Hoch- und Mittelspannungsleitungen) mithilfe von digitalen und optional analogen Modulationssystemen in einem Frequenzbereich von 16 kHz bis 1 MHz (siehe auch IEC 62488-1).

In vielen Ländern machen Trägerfrequenzkanäle auf Hochspannungsleitungen (TFH-Kanäle) einen großen Teil des Telekommunikationssystems im Besitz von Stromversorgungsunternehmen aus. Eine Verbindung, die üblicherweise über einen TFH-Kanal geleitet wird, kann auch über einen Kanal in einem anderen Übertragungsmedium geführt werden, wie eine Richtfunkverbindung, ein Lichtwellenleiter oder eine Freileitung.

Daher ist es wichtig, dass die zwischen den Endgeräten im Kommunikationssystem verwendeten Eingangs- und Ausgangsschnittstellen standardisiert sind.

Die zu berücksichtigenden Probleme von DTFH- und/oder ATFH-Geräten als Teil eines Telekommunikationsnetzes können IEC 62488-1 entnommen werden.

Bild 1 zeigt den Zusammenhang zwischen den erforderlichen Elementen zur Implementierung von TFH-Systemen und die zugehörigen internationalen Normen.

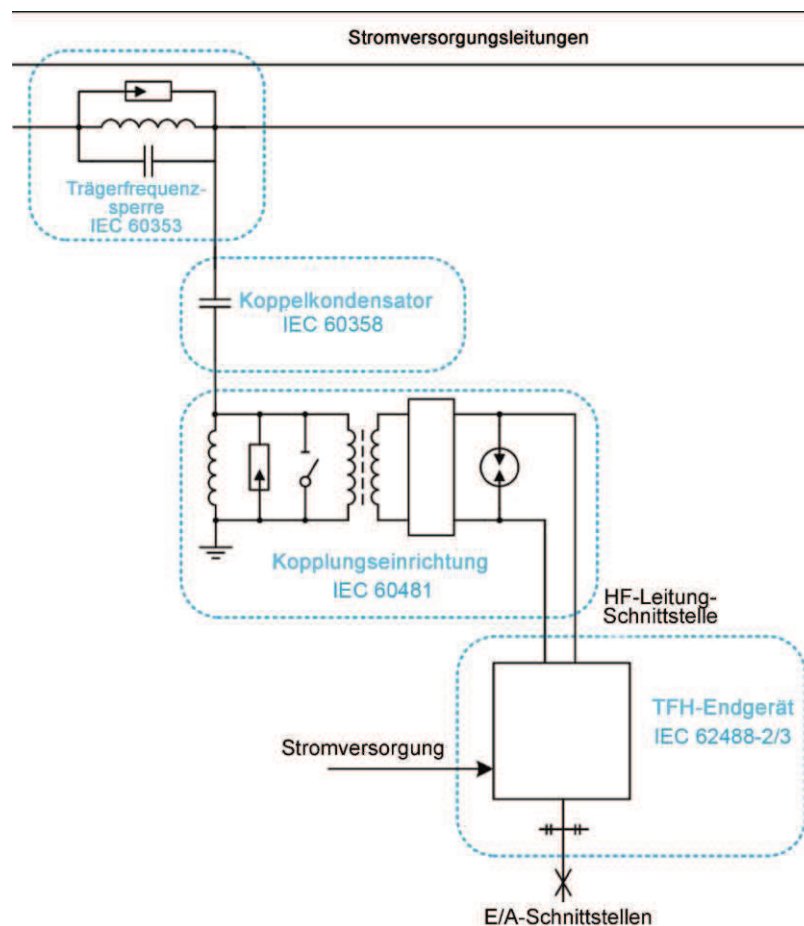


Bild 1 – Schematische Darstellung der erforderlichen Elemente zur Implementierung eines TFH-Systems

Der Anwendungsbereich dieses Dokument umfasst außerdem die Beschreibung von E/A-Schnittstellen und Prüfaufbauten, die zur näheren Bestimmung der Kennwerte von DTFH- oder ADTFH-Endgeräten auf Verbindungsebene erforderlich sind.

3 Begriffe

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62488-1, IEC 62488-2 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Plattform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

DTFH-Einrichtung

TFH-Einrichtung zur Übertragung von Informationen, wie zum Beispiel digitale Daten oder digitalisierte analoge Signale, mittels digitaler Modulierungsverfahren über Stromversorgungsleitungen

3.1.2

HTFH

jegliche Kombination aus ATFH-, DTFH- und BTHF-Elementen in einem einzigen Gerät

3.1.3

ADTFH

TFH-Einrichtung, die Elemente der ATFH sowie der DTFH enthält. ADTFH ist eine Unterklasse von HTFH

3.1.4

Nennbereich des Hochfrequenzbands bei DTFH oder HTFH

Frequenzband innerhalb des Trägerfrequenzbereichs, in dem ein bestimmter DTFH- oder HTFH-Sender oder Empfänger betrieben wird

3.1.5

Nennleistung im Hochfrequenzband bei DTFH oder HTFH

Ausgangsleistung eines DTFH- oder HTFH-Endgeräts im Nennbereich des Hochfrequenzbands (L_{nom}), angegeben als die Hüllkurvenspitzenleistung (PEP), für die das Endgerät entsprechend den Anforderungen an die Nebenaussendungen und Kanalüberlagerungsstörungen (bei Mehrkanal-TFH-Endgeräten) ausgelegt ist und die am Hochfrequenz-Schnittstellenausgang über einer Widerstandslast gleich der Nennimpedanz verfügbar ist

3.2 Abkürzungen

AC	Wechselstrom (en: alternating current)
AGC	automatische Verstärkungsregelung (en: automatic gain control)
ATFH	analoge Trägerfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen (en: APLC, analogue power line carrier,)
ADTFH	analoge und digitale Trägerfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen (en: ADPLC, analogue and digital power line carrier)
AWGN	additives weißes Gaußsches Rauschen (en: additive white Gaussian noise)
BTFH	Breitband-TFH (en: BPLC, broadband PLC)
BLER	Blockfehlerquote (en: block error rate)
BER	Bitfehlerrate (en: bit error rate)
B_{nom}	Nennbereich des Hochfrequenzbands bei DTFH oder HTFH (en: nominal high frequency band)
CDF	Verteilungsfunktion (en: cumulative distribution function)
CPF	zusammengesetzter Scheitelfaktor (en: composite peak factor)

DC	Gleichstrom (en: direct current)
DTFH	digitale Trägerfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen (en: DPLC, digital power line carrier)
DSP	digitale Signalverarbeitung (en: digital signal processing)
HF	Hochfrequenz (en: high frequency)
HTFH	hybride Trägerfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen (en: HPLC, hybrid power line carrier)
LAN	lokales Netz (en: local area network)
LCL	Unsymmetriedämpfung (en: longitudinal conversion loss)
LED	lichtemittierende Diode (en: light-emitting diode)
LF	Niederfrequenz (en: low frequency)
L_{nom}	Ausgangsleistung eines DTFH- oder HTFH-Endgeräts im Nennbereich des Hochfrequenzbands (en: L_{DPLC} , Output power of an DPLC terminal in the nominal high frequency band)
L_{DTFH}	Ausgangspegel eines DTFH-Endgeräts im Nennbereich des Hochfrequenzbands
MIB	Managementinformationsbasis (en: management information base)
OFDM	orthogonales Frequenzmultiplexverfahren (en: orthogonal frequency division multiplexing)
OSB	Symmetrie des Ausgangssignals (en: output signal balance)
PEP	Hüllkurvenspitzenleistung (en: peak envelope power)
PDF	Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (en: PLC, probability density function)
TFH	Trägerfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen (en: PLC, power line carrier)
QAM	Quadratur-Amplitudenmodulation (en: quadrature amplitude modulation)
RMS	Effektivwert (en: root-mean-square)
Rx	Empfänger, empfangen (en: receiver, receive)
SNMP	einfaches Netzwerkverwaltungsprotokoll (en: simple network management protocol)
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis (en: signal-to-noise ratio)
SSB	Einseitenband (en: single side band)
TP	Zweidrahtleitung (en: twisted pair)
Tx	Sender, senden (en: transmitter, transmit)
UDP	Anwender-Datagramm-Protokoll (en: User Datagram Protocol)
WAN	Weitverkehrsnetz (en: wide area network)

– Leerseite –

English version

Power line communication systems for power utility applications – Part 3:
Digital Power Line Carrier (DPLC) terminals and hybrid ADPLC terminals
(IEC 62488-3:2021)

Systèmes de communication sur lignes d'énergie
pour les applications des compagnies d'électricité –
Partie 3: Équipements terminaux à courants
porteurs sur lignes d'énergie numériques ou DPLC
et équipements terminaux hybrides ADPLC
(IEC 62488-3:2021)

Systeme zur Kommunikation über Hochspannungsleitungen
für Anwendungen der elektrischen Energieversorgung –
Teil 3: Endgeräte für digitale Trägerfrequenzübertragung über
Hochspannungsleitungen (DTFH) oder hybride ADTFH-Endgeräte
(IEC 62488-3:2021)

This European Standard was approved by CENELEC on 2021-05-31. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and the United Kingdom.



European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

European foreword

The text of document 57/2355/FDIS, future edition 1 of IEC 62488-3, prepared by IEC/TC 57 "Power systems management and associated information exchange" was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and approved by CENELEC as EN IEC 62488-3:2021.

The following dates were fixed:

- latest date by which the document has to be implemented at national level by publication of an identical national standard or by endorsement (dop) 2022-02-28
- latest date by which the national standards conflicting with the document have to be withdrawn (dow) 2024-05-31

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CENELEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 62488-3:2021 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

In the official version, for Bibliography, the following notes have to be added for the standards indicated:

IEC 60358	NOTE	Harmonized as HD 597 S1
-----------	------	-------------------------

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE 1 Where an International Publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

NOTE 2 Up-to-date information on the latest versions of the European Standards listed in this annex is available here: www.cenelec.eu.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60038	-	IEC standard voltages	EN 60038	-
IEC 60050-151	2001	International Electrotechnical Vocabulary - Part 151: Electrical and magnetic devices	-	-
IEC 60255-27	2013	Measuring relays and protection equipment - Part 27: Product safety requirements	EN 60255-27	2014
IEC 60529	1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	EN 60529	1991
-	-		+ corrigendum May	1993
IEC 61000-4-2	-	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test	EN 61000-4-2	-
IEC 61000-4-3	-	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3 : Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test	EN IEC 61000-4-3	-
IEC 61000-4-4	-	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test	EN 61000-4-4	-
IEC 61000-4-5	-	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test	EN 61000-4-5	-
IEC 61000-6-2	-	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity standard for industrial environments	EN IEC 61000-6-2	-
IEC 60721-3-1	1997	Classification of environmental conditions -- Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities -- Section 1: Storage	-	-
IEC 60721-3-3	2002	Classification of environmental conditions - Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their	-	-

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
		severities - Stationary use at weatherprotected locations		
IEC 60834-1	1999	Teleprotection equipment of power systems - Performance and testing - Part 1: Command systems	EN 60834-1	1999
IEC 61000-6-4	2018	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments	EN IEC 61000-6-4	2019
IEC 61000-6-5	2015	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-5: Generic standards - Immunity for equipment used in power station and substation environment	EN 61000-6-5	2015
IEC 62488-1	2012	Power line communication systems for power utility applications - Part 1: Planning of analogue and digital power line carrier systems operating over EHV/HV/MV electricity grids	EN 62488-1	2013
IEC/TS 62351-1	2007	Power systems management and associated information exchange - Data and communications security - Part 1: Communication network and system security - Introduction to security issues	-	-
IEC/TS 62351-8	2011	Power systems management and associated information exchange - Data and communications security - Part 8: Role-based access control	-	-
IEC 62488-2	2017	Power line communication systems for power utility applications – Part 2: Analogue power line carrier terminals or APLC	EN 62488-2	2017
CISPR 32:2015/A1	2019	Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements	EN 55032/A1	2020

CONTENTS

European foreword	10
Annex ZA (normative) Normative references to international publications with their corresponding European publications	11
INTRODUCTION	18
1 Scope	19
2 Normative references	20
3 Terms, definitions and abbreviated terms	21
3.1 Terms and definitions	21
3.2 Abbreviated terms	22
4 Generic structure of DPLC and ADPLC terminals	23
5 Access side interfaces	25
5.1 General	25
5.2 Digital interfaces	25
5.2.1 Ethernet IEEE 802.3 interface	25
5.2.2 Serial interface	26
5.3 Analogue interfaces	26
5.4 Teleprotection system interface	27
5.4.1 Description	27
5.4.2 Integrated teleprotection	27
5.4.3 Teleprotection interface frequency band	27
5.4.4 Teleprotection interface impedance	27
5.4.5 Teleprotection interface reflection	27
5.4.6 Teleprotection interface signal levels	28
5.4.7 Teleprotection interface control circuits	28
6 HF line interface	28
6.1 DPLC high frequency band & channeling	28
6.2 Frequency accuracy	29
6.3 Signal levels	29
6.4 In-band emissions	29
6.5 Nominal impedance	29
6.6 Return loss	29
6.7 Degree of unbalance to earth	29
6.8 Tapping loss	29
6.9 Spurious emissions	30
6.10 Nominal output power in the high frequency band	31
7 Quality and performance	31
7.1 General	31
7.2 Dynamic range of the DPLC receiver	32

7.3	Bit rate	32
7.4	Start-up time	32
7.5	Recovery time after synchronization loss.....	32
7.6	Sensitivity	33
7.7	Selectivity	33
7.8	Adaptability to line conditions	33
7.9	Quality of voice channels	33
7.10	Telephone signalling transmission.....	33
7.11	Quality on the serial DATA channels	34
7.11.1	General.....	34
7.11.2	Bit rate	34
7.11.3	BER.....	34
7.11.4	Nominal transmission link delay	34
7.12	Quality of the frame transmission using Ethernet interfaces	35
7.12.1	General.....	35
7.12.2	LAN to LAN Speed.....	35
7.12.3	LAN to LAN latency.....	35
7.12.4	Packet loss on the LAN transfer	35
8	Testing.....	35
8.1	General.....	35
8.2	Test setup for DPLC link tests	35
8.3	Signal to noise ratio	36
8.4	Return loss	36
8.5	Degree of unbalance to earth	37
8.5.1	General.....	37
8.5.2	Longitudinal conversion loss	37
8.5.3	Output signal balance	38
8.6	Tapping loss	39
8.7	Spurious and in-band emissions.....	40
8.8	Selectivity	41
8.9	Bit error rate.....	43
8.10	Serial data transmission delay.....	44
8.11	Dynamic range of the DPLC receiver	45
8.12	LAN to LAN testing	45
8.12.1	General.....	45
8.12.2	Maximum LAN to LAN throughput	46
8.12.3	LAN to LAN latency.....	46
8.13	Start-up time	46
8.14	Recovery time after synchronization loss.....	47

9	Configuration and management	47
9.1	General.....	47
9.2	Configuration	47
9.3	Network management system	47
9.4	Local terminal alarms	47
9.5	Event logging	48
10	Cyber security	48
10.1	General.....	48
10.2	Transmitted payload.....	48
10.3	Management interface.....	48
10.3.1	General.....	48
10.3.2	Legacy-style management interfaces / Manufacturer-specific management interfaces	49
10.3.3	LAN/WAN connected management interfaces	49
10.3.4	Authentication and role-base model.....	49
10.4	Network management system interface	49
10.5	Security-related event logging	50
11	DPLC safety.....	50
11.1	General.....	50
11.2	Safety reference standard	50
11.3	Classification of DPLC terminals.....	50
11.4	Ingress protection.....	51
11.5	Type and routine tests.....	51
12	Storage and transportation, operating conditions, power supply.....	53
12.1	Storage and transportation	53
12.1.1	Climatic conditions	53
12.1.2	Mechanical.....	55
12.2	Operating conditions	57
12.2.1	Climatic conditions	57
12.2.2	Mechanical.....	58
12.2.3	Operating conditions set of tests.....	58
12.3	Power supply	59
12.3.1	AC supply	59
12.3.2	DC supply	59
13	EMC	60
13.1	Emission and immunity reference standards.....	60
13.2	Emission	60
13.2.1	Radiated and conducted emission.....	60
13.2.2	Low frequency disturbance emission	66
13.3	Immunity	66

13.3.1 EMC environment	66
13.3.2 Functional requirements.....	68
13.3.3 Immunity test list	68
Anhang A (informative) HF modulated power signal for ADPLC.....	72
A.1 General.....	72
A.2 Computation model of ADPLC	72
A.3 Distribution of E/U ratio of voice channels	74
A.4 Distribution of E/U ratio of sinusoidal waves	76
A.5 Example of E/U ratio of a digital signal	76
A.6 Composite distribution of E/U ratios.....	78
A.7 RMS power and load capacity of voice signals	79
A.8 Comprehensive load capacity for ADPLC	81
A.9 Simplified computation method for comprehensive load capacity	82
Bibliography	83

Figures

Figure 1 – Schematic representation of the elements needed to implement a PLC system	20
Figure 2 – Generic architecture of a DPLC terminal.....	23
Figure 3 – Generic structure of an ADPLC terminal	24
Figure 4 – ETH IEEE 802.3 RJ45 type connector	25
Figure 5 – ETH IEEE 802.3 SC type connector	26
Figure 6 – Tapping loss limits for DPLC terminals	30
Figure 7 – Max level of spurious emissions outside the high frequency band	31
Figure 8 – Reference points for measuring DPLC parameters	31
Figure 9 – Block diagram of a serial data channel	34
Figure 10 – Test circuit for return loss measurement	36
Figure 11 – Test circuit for LCL measurement (transmission port)	38
Figure 12 – Test circuit for OSB measurement (Rx port).....	39
Figure 13 – Test circuit for tapping loss measurement.....	39
Figure 14 – Test circuit for spurious and in-band emissions measurement.....	40
Figure 15 – Test circuit for selectivity measurement	42
Figure 16 – Test circuit for bit error rate measurement	43
Figure 17 – Test circuit for serial data transmission delay measurement with a data tester	44
Figure 18 – Test circuit for serial data transmission delay measurement.....	45
Figure 19 – Test circuit for maximal throughput and latency measurement	46
Figure 20 – LF disturbances measurement setup	66
Figure A.1 – Calculation model of load capacity for ADPLC.....	73
Figure A.2 – Cumulative distributions of E/U ratio of voice channels for positive half.....	75
Figure A.3 – Probability density of combined sine waves.....	76
Figure A.4 – Constellation diagram of 64 QAM.....	77

Figure A.5 – Amplitude spectra of unmodulated OFDM sub-carriers	77
Figure A.6 – Probability of constellation point power in 64 QAM	77
Figure A.7 – Cumulative distribution of comprehensive E/U ratios	79
Figure A.8 – Cumulative distribution of equivalent volume for N system channel.....	80

Tables

Table 1 – Dependence of voice channel quality vs. DPLC capacity	33
Table 2 – Basic insulation (Table C.6 of IEC 60255-27:2013)	50
Table 3 – Double or reinforced insulation (Table C.10 of IEC 60255-27:2013)	51
Table 4 – List of Type and Routine Tests (Table 12 of IEC 60255-27:2013).....	52
Table 5 – Classification of climatic conditions (Table 1 of IEC 60721-3-1:1997)	54
Table 6 – Climatic tests for storage and transportation	55
Table 7 – Classification of mechanical conditions for transportation (Table 5 of IEC 60721-3-2:1997)	56
Table 8 – Classification of climatic conditions from Table 1 of IEC 60721-3-3:2002.....	57
Table 9 – Classification of mechanical conditions from Table 6 of IEC 60721-3-3:2002.....	58
Table 10 – Climatic Tests	58
Table 11 – Sinusoidal vibration test	59
Table 12 – Non-repetitive shock test	59
Table 13 – Emission – Enclosure port (Table 1 of IEC 61000-6-4:2011)	61
Table 14 – Emission – Low voltage AC and DC mains port (Table 2 of IEC 61000-6-4:2011)	63
Table 15 – Emission – Telecommunications/network port (Table 3 of IEC 61000-6-4:2011).....	64
Table 16 – Characterization of the electromagnetic phenomena (Table 1 of IEC 61000-6-5:2015).....	67
Table 17 – Port classification.....	67
Table 18 – Performance criteria	68
Table 19 – Immunity test list.....	69
Table A.1 – Approximation formula for E/U cumulative distribution of speech	75
Table A.2 – PDF of constellation point power in 64 QAM constellation diagram	78
Table A.3 – Calculation of $P_{RMS}(1\%)$ and load capacity	81

INTRODUCTION

Since the first introduction of power line carrier communications in the power systems industry this form of communication has become widely spread throughout the world. This worldwide development will be covered by new standards reflecting the current state of the art in digital PLC communications.

The communication services offered by modern digital power line carrier links and networks enable a high efficiency of data transmission and therefore a low level of operational costs of automation equipment especially for long high-voltage power transmission lines.

Analogue and digital PLC terminals may co-exist using principles of frequency division multiplexing, allowing a successive digitalization of PLC based communications.

Digital PLC terminals may also be combined with traditional analogue PLC transmission paths as hybrid analog & digital PLC equipment, offering reliable and seamless communication for control and/or protection operating at extra high-, high- and medium-voltage levels of the electrical transmission networks and at high-voltage electrical distribution networks.

IEC 62488 consists of four parts dealing with all aspects of power line communication systems operating over electricity power lines.

IEC 62488 applies to power line carrier terminals and systems (PLC) used to transmit information over power networks including extra high, high and medium voltage (EHV/HV/MV) power lines.

Currently this standard series is organised as follows:

- IEC 62488-1, *Planning of analogue and digital power line carrier systems operating over EHV/HV/MV electricity grids*
- IEC 62488-2, *Analogue Power Line Carrier terminals or APLC*
- IEC 62488-3, *Digital Power Line Carrier terminals or DPLC and hybrid ADPLC Terminals*
- IEC 62488-4, *Broadband Power Line systems or BPL*

NOTE IEC 62488-4 has not yet been published.

This document is the third part of IEC 62488 and is composed of the following Clauses:

- Clause 1 – Scope of IEC 62488-3
- Clause 2 – Normative references
- Clause 3 – Terms, definitions and abbreviation contains newly introduce in this document additionally to IEC 62488-1 and IEC 62488-2
- Clause 4 – Introduces generic architectures of DPLC and hybrid ADPLC terminals.
- Clause 5 – Defines access side interfaces of DPLC and hybrid ADPLC terminals.
- Clause 6 – Describes transmission line side high frequency interface and defines related parameters
- Clause 7 – Gives several requirements concerning quality and performance of a single or a couple of interconnected DPLC terminals
- Clause 8 – Defines test setup and describes testing methodology
- Clause 9 – Describes configuration and management requirements for DPLC terminals
- Clause 10 – Describes general requirements regarding cyber security
- Clause 11 – Specifies safety requirements
- Clause 12 – Specifies requirements for storage and transportation, operating conditions, power supply
- Clause 13 – Specifies EMC requirements

POWER LINE COMMUNICATION SYSTEMS FOR POWER UTILITY APPLICATIONS –

Part 3: Digital Power Line Carrier (DPLC) Terminals and hybrid ADPLC Terminals

1 Scope

This part of IEC 62488 applies to power line carrier terminals and networks used to transmit information over power networks including extra high, high and medium voltage (EHV/HV/MV) power lines using both digital and optionally analogue modulation systems in a frequency range between 16 kHz and 1 MHz (see also IEC 62488-1).

In many countries, power line carrier (PLC) channels represent a significant part of the utility-owned telecommunication system. A circuit normally routed via a PLC channel can also be routed via a channel using a different transmission medium such as point to point radio, optical fibre or open wire circuit.

It is therefore important that the input and output interfaces that are used between terminals in the communication system are standardised.

The issues requiring consideration of DPLC and/or APLC devices as parts of a telecommunication network can be found in IEC 62488-1.

Figure shows the correspondence between the elements needed to implement PLC systems and the related International Standards.

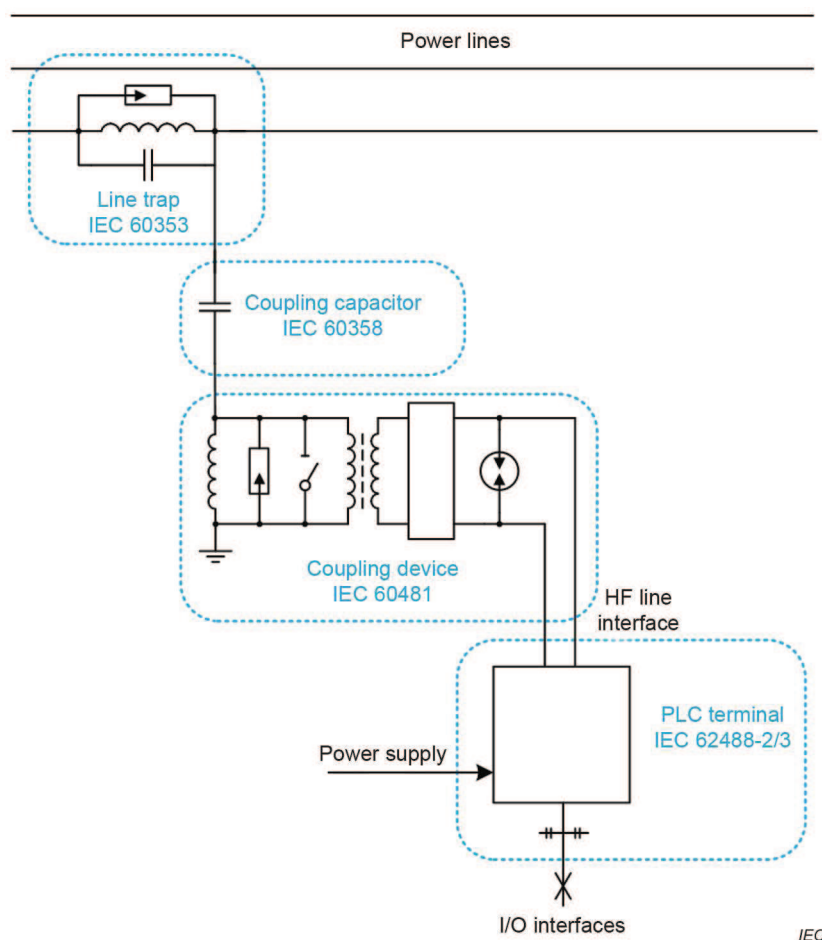


Figure 1 – Schematic representation of the elements needed to implement a PLC system

The scope of this document also includes the description of I/O interfaces and test set-ups that are necessary to qualify characteristics of DPLC or ADPLC terminal at link level.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038, IEC standard voltages

IEC 60050-151:2001, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices

IEC 60255-27:2013, Measuring relays and protection equipment – Part 27: Product safety requirements

IEC 60529:1989, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 61000-4-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test

IEC 61000-4-3, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

IEC 61000-4-4, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test

IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test

IEC 61000-6-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments

IEC 60721-3-1:1997, Classification of environmental conditions – Part 3-1: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Storage

IEC 60721-3-3:2002, Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weather protected locations

IEC 60834-1:1999, Teleprotection equipment of power systems – Performance and testing – Part 1: Command systems

IEC 61000-6-4:2018, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments

IEC 61000-6-5:2015, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment

IEC TS 62351-1:2007, Power systems management and associated information exchange – Data and communications security – Part 1: Communication network and system security – Introduction to security issues

IEC TS 62351-8:2011, Power systems management and associated information exchange – Data and communications security – Part 8: Role-based access control

IEC 62488-1:2012, Power line communication systems for power utility applications – Part 1: Planning of analogue and digital power line carrier systems operating over EHV/HV/MV electricity grids

IEC 62488-2:2017, Power line communication systems for power utility applications – Part 2: Analogue power line carrier terminals or APLC

CISPR 32:2015/AMD1:2019, Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62488-1, IEC 62488-2 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

DPLC equipment

PLC equipment transmitting information such as digital data or digitized analog signals over the power line using digital modulation techniques

3.1.2

HPLC

any combination of APLC, DPLC and BPLC elements in a single device

3.1.3 ADPLC

PLC equipment containing elements of APLC and DPLC. ADPLC is a sub-class of HPLC

3.1.4 nominal high frequency band for DPLC or HPLC

frequency band in which a particular DPLC or HPLC transmitter or receiver is operating within the carrier frequency range

3.1.5 nominal output power in the high frequency band for DPLC or HPLC

output power of an DPLC or HPLC terminal in the nominal high frequency band (L_{nom}) expressed as PEP for which the terminal has been designed, compatible with the requirements for spurious emissions and inter-channel interference (for multi-channel PLC terminals), available at the high frequency interface output across a resistive load equal to the nominal impedance

3.2 Abbreviated terms

AC	alternating current
AGC	automatic gain control
APLC	analogue PLC
ADPLC	analogue and digital PLC
AWGN	additive white Gaussian noise
BPLC	broadband PLC
BLER	block error rate
BER	bit error rate
B_{nom}	nominal high frequency band for DPLC or HPLC
CDF	cumulative distribution function
CPF	composite peak factor
DC	direct current
DPLC	digital PLC
DSP	digital signal processing
HF	high frequency
HPLC	hybrid PLC
LAN	local area network
LCL	longitudinal conversion loss
LED	light-emitting diode
LF	low frequency
L_{nom}	Output power of an DPLC or HPLC terminal in the nominal high frequency band
L_{DPLC}	Output power of an DPLC terminal in the nominal high frequency band
MIB	management information base
OFDM	orthogonal frequency division multiplexing
OSB	output signal balance
PEP	peak envelope power
PDF	probability density function
PLC	power line carrier

QAM	quadrature amplitude modulation
RMS	root-mean-square
Rx	receiver, receive
SNMP	Simple Network Management Protocol
SNR	signal-to-noise ratio
SSB	single side band
TP	twisted pair
Tx	transmitter, transmit
UDP	User Datagram Protocol
WAN	wide area network

4 Generic structure of DPLC and ADPLC terminals

The generic structure describes the main building blocks of DPLC and ADPLC terminals. All other building blocks which are necessary for proper functioning (e.g. power supply, device control units) are not considered in Clause 4.

Figure 2 shows the block diagram of a DPLC terminal with the digital and analog interfaces on the left side and the HF line interface on the right side. If only one interface is available, the function of the time division multiplexer / demultiplexer and optional Ethernet switch may be replaced by a simple direct connection to the digital PLC modem. The resulting pass band signal is amplified and matched to the coupling device using the power line interface.

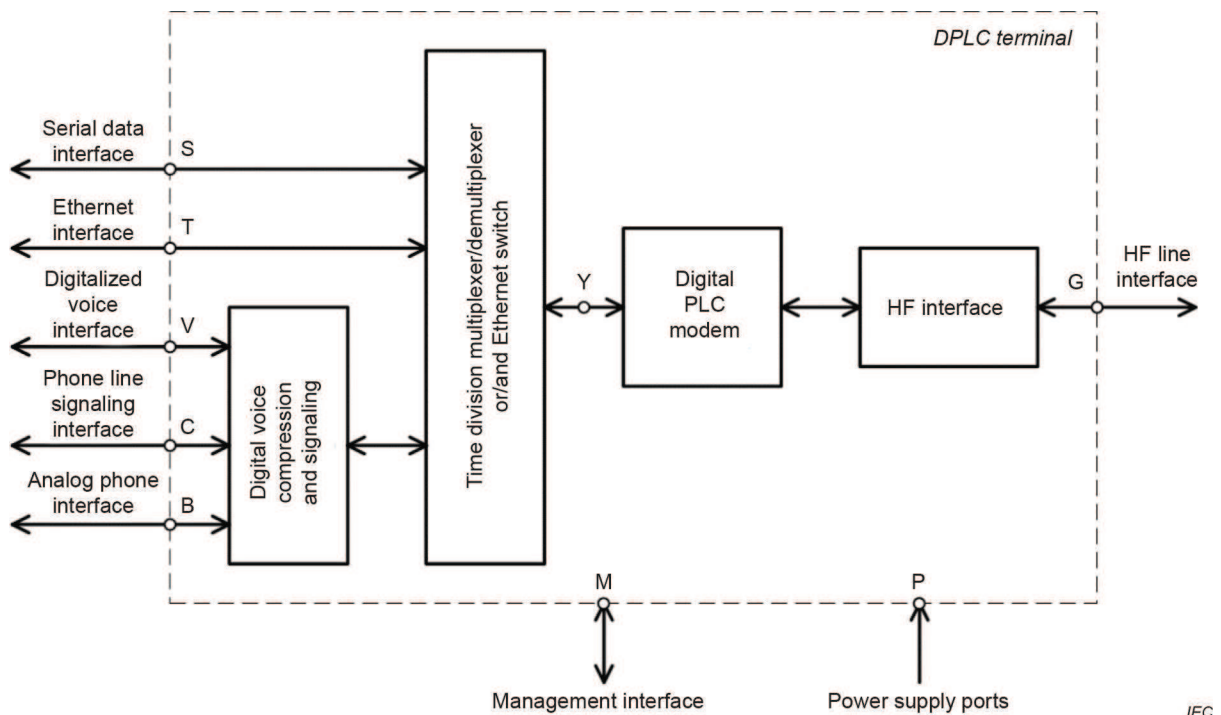


Figure 2 – Generic architecture of a DPLC terminal

Figure 3 shows the block diagram of an ADPLC terminal, which contains both a digital PLC modem as well as an analogue SSB modem, compliant with IEC 62488-2, that shall be used to convey signals coming from teleprotection or analogue I/O interfaces, with the digital and analogue interfaces on the left side and the HF line interface on the right side. An ADPLC terminal contains a digital PLC path, that was introduced above and shown in Figure 2, and may contain a teleprotection path and/or an APLC path according to IEC 62488-2. The output pass band signal of the digital PLC modem may be combined in the frequency domain with the output

pass band signals of the optional teleprotection and/or APLC paths. The resulting pass band signal is amplified and matched to the coupling device using the power line interface.

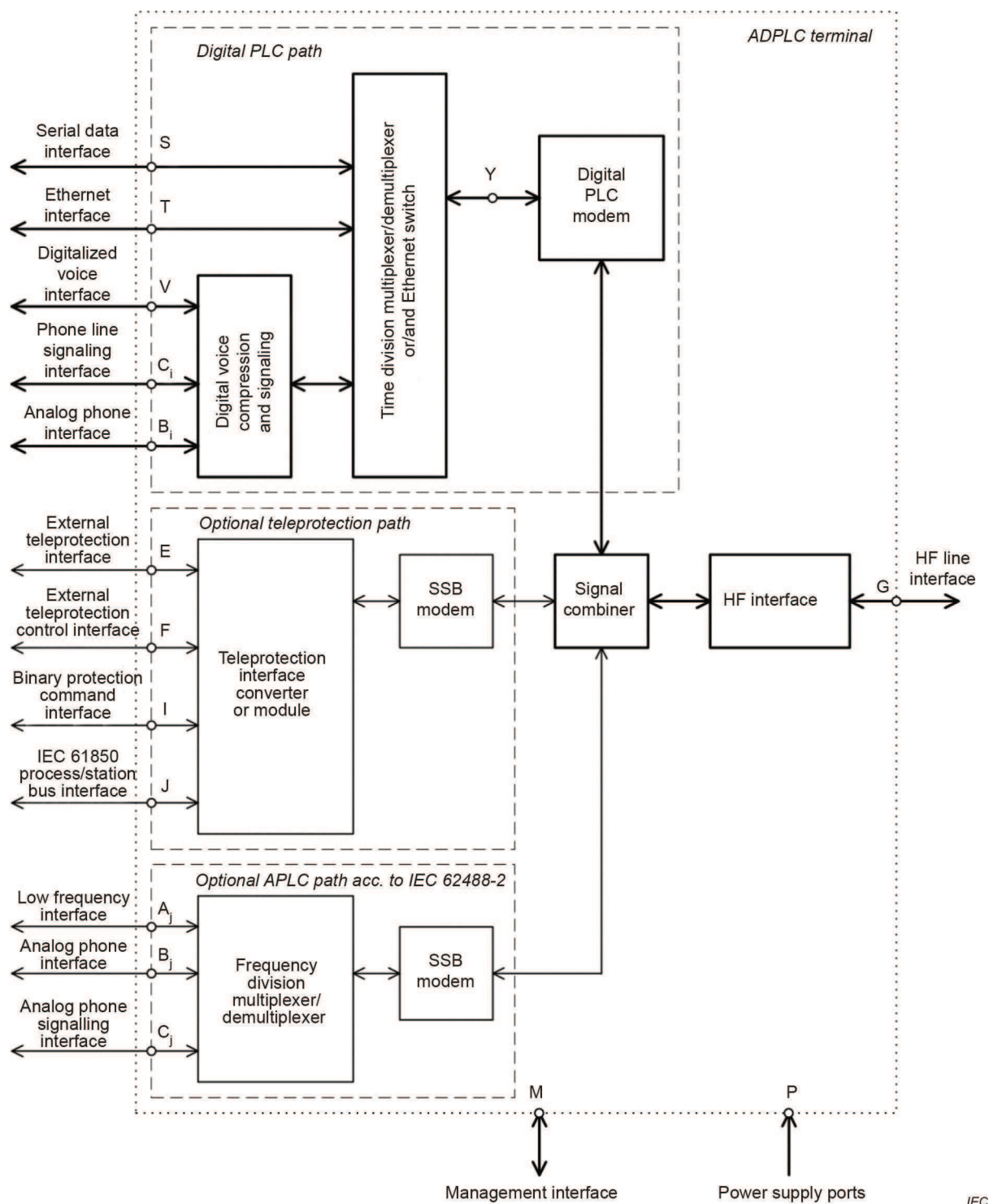


Figure 3 – Generic structure of an ADPLC terminal

NOTE Digital PLC modems use QAM-, OFDM-based digital modulation schemes or other types of digital modulation methods. IEC 62488-1 contains more details.

For planning of a point-to-point DPLC links the manufacturer of the DPLC terminals shall specify the following characteristic of the DPLC terminal:

- Set of transmission efficiency levels in bit/s/Hz under condition of equal bit-loading for all used carriers in a transmission scheme (e. g. OFDM);
- A typical dependence of BER or BLER from SNR for each transmission efficiency level;
- Possible RMS output power of the DPLC terminal;
- Typical time delay of a point-to-point DPLC link.
- If applicable, a typical delay of the voice signal on interfaces B_i and/or V in a point-to-point DPLC link.

5 Access side interfaces

5.1 General

Access side interfaces related to DPLC equipment are described in Clause 5.

5.2 Digital interfaces

5.2.1 Ethernet IEEE 802.3 interface

5.2.1.1 General

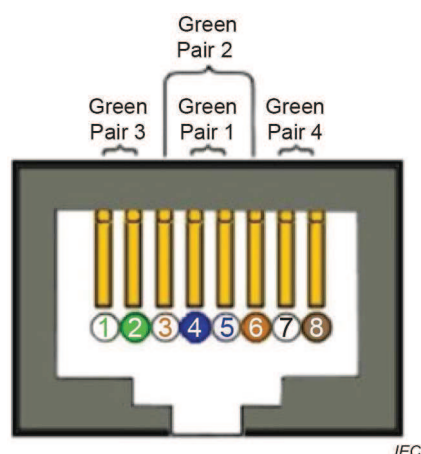
In some cases, it is required to interface DPLC links with local area networks in order to implement switching or bridging functionalities.

This integrated interface often implements both the Ethernet 10/100BaseT (copper) as well as 100FX (optical) standard interfaces.

Ethernet frames are first serialized, elaborated and then transmitted through an internal integrated high-speed data serial modem connected to the DPLC terminal.

5.2.1.2 Physical layer

For Ethernet interfaces, TP (twisted pair copper) or optical connectors are commonly used. Possible examples of these connectors are given in Figure 4 and Figure 5.



Key

1	TX +	2	TX -	3	RX +	4	NC
5	NC	6	RX -	7	NC	8	NC

Figure 4 – ETH IEEE 802.3 RJ45 type connector