

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Power line communication systems for power utility applications –
Part 2: Analogue power line carrier terminals or APLC**

**Systèmes de communication sur lignes d'énergie pour les applications des
compagnies d'électricité –
Partie 2: Équipements terminaux à courants porteurs sur lignes d'énergie
analogiques ou APLC**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.200

ISBN 978-2-8322-7948-9

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
1 Scope	10
2 Normative references	11
3 Terms, definitions and abbreviations	13
3.1 Terms and definitions	13
3.2 Abbreviations	15
4 Low frequency side interfaces	16
4.1 General	16
4.2 Analogue interfaces	17
4.2.1 General	17
4.2.2 Voice frequency band	17
4.2.3 Nominal impedance	17
4.2.4 Return loss	17
4.2.5 Degree of unbalance to Earth	17
4.2.6 ITU-T voice channel interface	17
4.2.7 Subscriber interface	17
4.2.8 PBX interconnection interface	18
4.2.9 Narrowband telegraphic channel interface	18
4.3 Analogue teleprotection system interface	19
4.3.1 Description	19
4.3.2 Integrated teleprotection	20
4.3.3 Teleprotection interface frequency band	20
4.3.4 Teleprotection interface impedance	20
4.3.5 Teleprotection interface reflection	20
4.3.6 Teleprotection interface signal levels	20
4.3.7 Teleprotection interface control circuits	20
4.4 Digital interfaces	21
4.4.1 Telephony signaling interface	21
4.4.2 Internal data modem	21
5 Transmission line side high frequency interface	24
5.1 APLC high frequency band and channelling	24
5.2 Frequency accuracy	25
5.3 Signal levels	25
5.4 Nominal impedance	25
5.5 Return loss	25
5.6 Degree of unbalance to earth	25
5.7 Tapping loss	25
5.8 Spurious emissions	26
6 Quality and Performance	27
6.1 General	27
6.2 APLC internally generated noise	28
6.3 Automatic gain control	28
6.4 Limiter action	28
6.5 Transmit/Receive frequency difference	28
6.6 Attenuation distortion	28

6.7	Group-delay distortion.....	30
6.8	Harmonic distortion.....	31
6.9	Selectivity.....	31
6.10	Crosstalk attenuation.....	31
6.10.1	Co-channel crosstalk attenuation.....	31
6.10.2	Inter-channel crosstalk attenuation.....	31
7	Testing.....	32
7.1	General.....	32
7.2	Test setup for APLC link tests.....	32
7.3	Return loss.....	32
7.4	Degree of unbalance to earth.....	33
7.4.1	General.....	33
7.4.2	LCL.....	34
7.4.3	OSB.....	34
7.5	Tapping loss.....	35
7.6	Spurious emissions.....	36
7.6.1	Single channel terminals.....	36
7.6.2	Multi-channel terminals.....	36
7.7	Selectivity.....	36
7.8	Co-channel and inter-channel crosstalk attenuation.....	37
8	Configuration and management.....	37
8.1	General.....	37
8.2	Configuration.....	37
8.3	Network management system.....	38
8.4	Local terminal alarms.....	38
9	Cyber security.....	38
9.1	General.....	38
9.2	Authentication.....	39
10	APLC safety.....	39
10.1	General.....	39
10.2	Safety reference standard.....	39
10.3	Classification of APLC Terminals.....	39
10.4	Ingress protection.....	41
10.5	Type and routine tests.....	41
11	Storage and transportation, operating conditions, power supply.....	43
11.1	Storage and transportation.....	43
11.1.1	Climatic conditions.....	43
11.1.2	Mechanical.....	44
11.2	Operating conditions.....	45
11.2.1	Climatic conditions.....	45
11.2.2	Mechanical.....	46
11.2.3	Operating conditions set of tests.....	47
11.3	Power supply.....	48
11.3.1	AC supply.....	48
11.3.2	DC supply.....	48
12	EMC.....	49
12.1	Emission and Immunity reference standards.....	49
12.2	Emission.....	50

12.2.1	Radiated and conducted emission	50
12.2.2	Low frequency disturbance emission	54
12.3	Immunity	54
12.3.1	EMC Environment.....	54
12.3.2	Functional requirements	56
12.3.3	Immunity test list	56
Annex A (normative) Characteristics of compandors for telephony (based on the withdrawn ITU-T Recommendation G.162)		59
A.1	General.....	59
A.2	Characteristics of compandors	59
A.3	Definition and value of the unaffected level.....	59
A.4	Ratio of compression and expansion.....	59
A.5	Range of level.....	60
A.6	Signal to noise ratio	60
Annex B (informative) APLC communication model.....		61
B.1	General.....	61
B.2	AM-SSB modulation technique.....	64
B.3	Functional blocks of an APLC terminal.....	65
Annex C (informative) HF modulated power signal		67
C.1	General.....	67
C.2	Discrete tone signals	67
C.3	Voice channels	69
C.4	Composite channels.....	70
C.5	Calculation examples	72
C.5.1	General	72
C.5.2	Calculation example 1: Load capacity and PEP	72
C.5.3	Calculation example 2: Power distribution adjustment.....	72
Bibliography.....		74
Figure 1 – Schematic representation of the scope of IEC 62488-2		10
Figure 2 – Generic architecture of an APLC terminal.....		16
Figure 3 – Subscriber PBX interfaces local and remote.....		18
Figure 4 – Interfaces for PBX trunk interconnection through APLC link		18
Figure 5 – Low symbol rate ITU-T telegraphic channelling		19
Figure 6 – Commonly used EIA RS-232 connector.....		22
Figure 7 – Commonly used V.11 connector		22
Figure 8 – ETH IEEE 802.3 RJ45 type connector		24
Figure 9 – ETH IEEE 802.3 SC type connector		24
Figure 10 – Tapping loss limits for APLC terminals		26
Figure 11 – Maximum level of spurious emissions outside the high frequency band		27
Figure 12 – Reference points for measuring APLC parameters		28
Figure 13 – Attenuation distortion limits for the voice frequency band of 300 Hz to 3400 Hz (ITU-T G.232)		29
Figure 14 – Attenuation distortion limits for the voice frequency band of 300 Hz to 2400 Hz		29
Figure 15 – Attenuation distortion limits for the voice frequency band of 300 Hz to 2000 Hz		29

Figure 16 – Group delay distortion limits for the voice frequency band of 300 Hz to 3400 Hz	30
Figure 17 – Group delay distortion limits for the voice frequency band of 300 Hz to 2400 Hz	30
Figure 18 – Group delay distortion limits for the voice frequency band of 300 Hz to 2000 Hz	31
Figure 19 – Test circuit for return loss measurement.....	33
Figure 20 – Test circuit for LCL measurement (Tx port)	34
Figure 21 – Test circuit for OSB measurement (Rx port)	35
Figure 22 – Test circuit for Tapping Loss measurement	35
Figure 23 – Test circuit for selectivity measurement.....	37
Figure 24 – LF disturbances measurement setup	54
Figure B.1 – Basic components of the APLC Terminal	61
Figure B.2 – Baseband and pass band signals correspondence in SSB modulation	61
Figure B.3 – APLC Terminal LF, baseband and HF interfaces identification	62
Figure B.4 – Examples for low frequency signals with bandwidth 4 kHz (IEC 62488-1).....	62
Figure B.5 – Composition of the modulating baseband for eight telephony channels with signalling APLC terminal (source Japan NC).....	62
Figure B.6 – Line-up limits of circuits for a 4 kHz channel terminal (ITU-T G.120)	63
Figure B.7 – Example of HF channelling plan (4 kHz based – IEC 62488-1).....	64
Figure B.8 – Principle of phasing SSB modulator	64
Figure B.9 – Principle of phasing SSB demodulator	65
Figure B.10 – Generic APLC terminal main functional blocks	66
Figure C.1 – Sine wave and its probability distribution	68
Figure C.2 – Probability of combined sine waves	69
Figure C.3 – Nominal high frequency band output power of multichannel PLC terminals.....	70
Table 1 – FSK symbol rate and related narrowband standards	23
Table 2 – Basic insulation [Table C.6 of IEC 60255-27:2013]	40
Table 3 – Double or reinforced insulation [Table C.10 of IEC 60255-27:2013]	40
Table 4 – List of Type and Routine Tests [Table 12 of IEC 60255-27:2013]	42
Table 5 – Classification of climatic conditions [Table 1 of IEC 60721-3-1:1997]	43
Table 6 – Climatic tests for storage and transportation.....	44
Table 7 – Classification of climatic conditions from Table 1 of IEC 60721-3-3:2002	46
Table 8 – Classification of mechanical conditions from Table 6 of IEC 60721-3-3:2002.....	47
Table 9 – Climatic tests	47
Table 10 – Sinusoidal vibration test	48
Table 11 – Non-repetitive shock test.....	48
Table 12 – Emission – Enclosure port [Table 1 of IEC 61000-6-4:2011 (ed.2.1)]	50
Table 13 – Emission – Low voltage AC mains port [Table 2 of IEC 61000-6-4:2011 (ed.2.1)].....	52
Table 14 – Emission – Telecommunications/network port [Table 3 of IEC 61000-6-4:2011 (ed.2.1)]	53
Table 15 – Characterization of the electromagnetic phenomena [Table 1 of IEC 61000-6-5:2015]	55

Table 16 – Port classification	56
Table 17 – Performance criteria	56
Table 18 – Immunity test list	57
Table C.1 – Load capacity of voice channels	71

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**POWER LINE COMMUNICATION SYSTEMS
FOR POWER UTILITY APPLICATIONS –****Part 2: Analogue power line carrier terminals or APLC**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62488-2 has been prepared by IEC technical committee 57: Power systems management and associated information exchange.

This first edition of IEC 62488-2 cancels and replaces the relevant parts of IEC 60663 and IEC 60495, which will be withdrawn at a later date.

This standard is to be used in conjunction with IEC 62488-1.

This bilingual version (2020-03) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-07.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
57/1867/FDIS	57/1891/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 62488 series, published under the general title *Power line communication systems for power utility applications*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigenda 1 (2020-01) and 2 (2023-03) have been included in this copy.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

IEC 62488 series is a family of standards dealing with all aspects of power line communication systems operating over electricity power lines.

These international standards apply 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. Both analogue and digital modulation as well as narrow and broadband systems will be included.

The complexity and extensive size of present-day electricity generation, transmission and distribution systems are such that it is possible to control them only by means of an associated and often equally large and complex telecommunication system having a high order of reliability.

The control of electrical networks and transmission and reception of data are through a combination of analogue and digital communication systems controlling devices and systems distributed throughout the electrical network.

The emergence of digital communication systems for controlling the devices of the electrical distribution network enables faster data transmission. The traditional analogue communication systems mainly due to legacy applications are still extensively used.

The ability to represent the various electrical parameters as an analogue signal and/or a digital signal ensures the quality and quantitative aspects of seamless communication to be maintained throughout the electrical power network.

Therefore, by using either analogue power line communication, digital power line communication or a combination of both types of systems, seamless efficient communication may be maintained throughout the power network.

In many countries, Power Line Carrier (PLC) channels represent a main part of the utility-owned telecommunication system. A circuit which would normally be routed via a PLC channel can also be routed via a channel using a different transmission medium, such as a point to point radio or open-wire circuit. Since, in many cases, automatic switching is used, the actual rerouting, although predetermined, is unpredictable.

It is important, therefore, that the input and output signals and criteria exchanged among all terminal used in the communications system are compatible. This compatibility is also beneficial in creating the ability to interchange and interconnect terminals from different sources.

This document has been prepared to enable compatibility between APLC links from different sources or between APLC links and other transmission medium to be achieved and to define the terminal performance required in APLC networks.

POWER LINE COMMUNICATION SYSTEMS FOR POWER UTILITY APPLICATIONS –

Part 2: Analogue power line carrier terminals or APLC

1 Scope

This part of IEC 62488 applies to Amplitude Modulation Single Sideband (AM-SSB) Analogue Power Line Carrier (APLC) Terminals and Systems used to transmit information over power lines (EHV/HV/MV).

In particular this document covers basically baseband signals with bandwidths of 4 kHz and 2,5 kHz, or multiples thereof, corresponding to the same high frequency bandwidth/s for single or multi-channel APLC terminals.

Figure 1 shows a schematic representation of the scope of the IEC 62488-2 standard within a complete power line communication system installation.

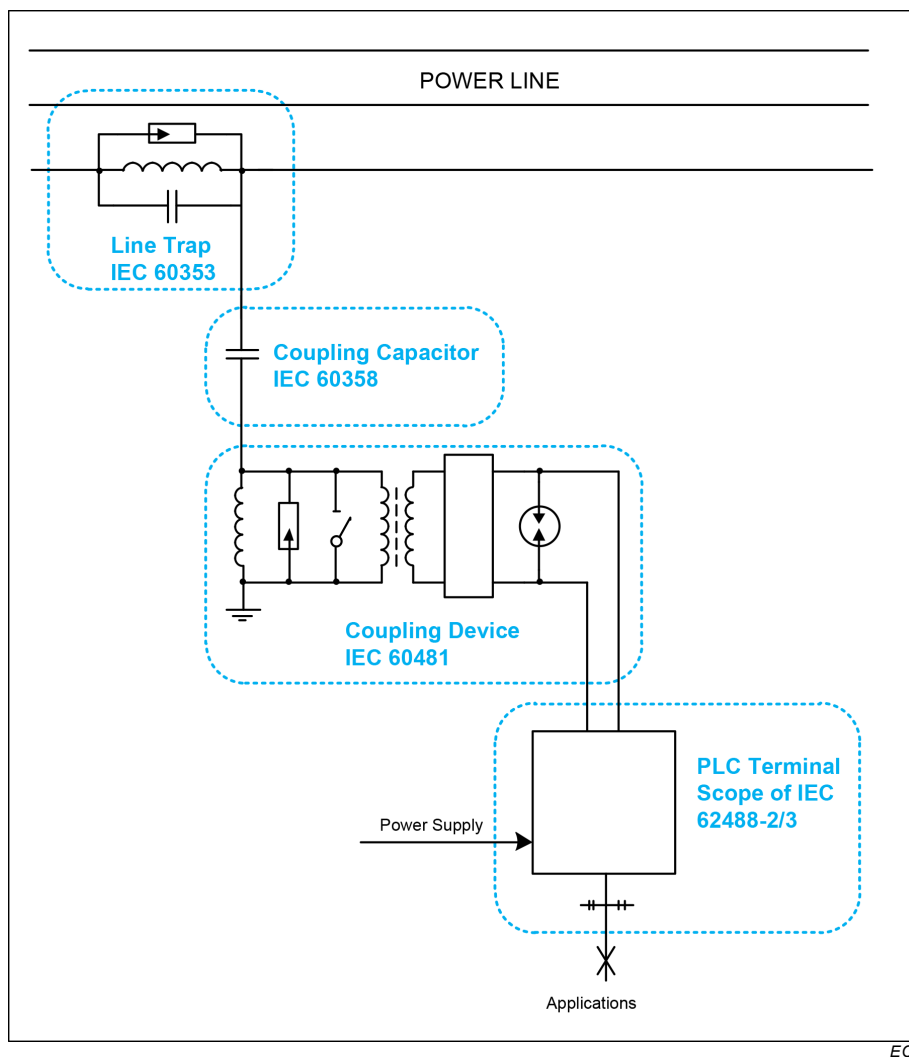


Figure 1 – Schematic representation of the scope of IEC 62488-2

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 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

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

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

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

IEC 60721-3-2:1997, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 60721-3-3:1994/AMD1:1995

IEC 60721-3-3:1994/AMD2:1996

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

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

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 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-16, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz*

IEC 61000-4-17, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques – Ripple on d.c. input power port immunity test*

IEC 61000-4-18, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-18: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory wave immunity test*

IEC 61000-4-20:2010, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*

IEC 61000-4-29, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests*

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

IEC 61000-6-4:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61000-6-4:2006/AMD1:2010

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

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*

CISPR 16-1-1:2015, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-1-2:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements*

CISPR 16-1-4:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-1:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

CISPR 16-2-3:2016, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 14-1:2016, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

CISPR 22:2008, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	83
INTRODUCTION.....	85
1 Domaine d'application	86
2 Références normatives	87
3 Termes, définitions et abréviations	90
3.1 Termes et définitions	90
3.2 Abréviations.....	92
4 Interfaces côté basse fréquence	93
4.1 Généralités	93
4.2 Interfaces analogiques.....	94
4.2.1 Généralités.....	94
4.2.2 Bande de fréquences vocales	94
4.2.3 Impédance nominale.....	94
4.2.4 Affaiblissement de réflexion.....	94
4.2.5 Degré de dissymétrie par rapport à la terre.....	95
4.2.6 Interface de canal téléphonique UIT-T	95
4.2.7 Interface d'abonnés	95
4.2.8 Interface d'interconnexion PBX.....	95
4.2.9 Interface de canal télégraphique à bande étroite	96
4.3 Interface du système analogique de téléprotection.....	97
4.3.1 Description	97
4.3.2 Téléprotection intégrée	98
4.3.3 Bande de fréquences de l'interface de téléprotection.....	98
4.3.4 Impédance de l'interface de téléprotection.....	98
4.3.5 Affaiblissement de réflexion de l'interface de téléprotection.....	98
4.3.6 Niveaux de signal de l'interface de téléprotection	98
4.3.7 Circuits de commande de l'interface de téléprotection	98
4.4 Interfaces numériques	99
4.4.1 Interface de signalisation téléphonique.....	99
4.4.2 Modem de données interne.....	99
5 Interface haute fréquence côté ligne de transmission	103
5.1 Bande APLC haute fréquence et disposition des canaux.....	103
5.2 Exactitude de la fréquence.....	104
5.3 Niveaux de signal	104
5.4 Impédance nominale.....	104
5.5 Affaiblissement de réflexion	104
5.6 Degré de dissymétrie par rapport à la terre.....	104
5.7 Affaiblissement dû à une dérivation.....	104
5.8 Rayonnements non essentiels	105
6 Qualité et performances	106
6.1 Généralités	106
6.2 Bruit généré en interne par APLC	107
6.3 Commande automatique de gain.....	107
6.4 Action du limiteur	107
6.5 Différence de fréquence d'émission/réception.....	107
6.6 Distorsion d'affaiblissement	108

6.7	Distorsion de retard de groupe.....	109
6.8	Distorsion harmonique	110
6.9	Sélectivité	110
6.10	Affaiblissement diaphonique	111
6.10.1	Affaiblissement diaphonique dans un même canal	111
6.10.2	Affaiblissement diaphonique entre canaux	111
7	Essais	111
7.1	Généralités	111
7.2	Montage d'essai pour les essais de liaison APLC.....	111
7.3	Affaiblissement de réflexion	112
7.4	Degré de dissymétrie par rapport à la terre	113
7.4.1	Généralités	113
7.4.2	LCL	113
7.4.3	OSB	114
7.5	Affaiblissement dû à une dérivation.....	114
7.6	Rayonnements non essentiels	115
7.6.1	Terminaux monovoies.....	115
7.6.2	Terminaux multivoies.....	116
7.7	Sélectivité	116
7.8	Affaiblissement diaphonique sur un même canal et entre canaux	116
8	Configuration et gestion.....	117
8.1	Généralités	117
8.2	Configuration	117
8.3	Système de gestion de réseau	117
8.4	Alarmes du terminal local.....	117
9	Cybersécurité	118
9.1	Généralités	118
9.2	Authentification	118
10	Sécurité de l'APLC	119
10.1	Généralités	119
10.2	Norme de référence en matière de sécurité.....	119
10.3	Classification des terminaux APLC	119
10.4	Protection contre les pénétrations.....	120
10.5	Essais de type et essais individuels de série.....	121
11	Stockage et transport, conditions de fonctionnement, alimentation	123
11.1	Stockage et transport.....	123
11.1.1	Conditions climatiques.....	123
11.1.2	Conditions mécaniques.....	125
11.2	Conditions de fonctionnement.....	126
11.2.1	Conditions climatiques.....	126
11.2.2	Conditions mécaniques.....	128
11.2.3	Ensemble d'essais de vérification des conditions de fonctionnement	128
11.3	Alimentation.....	129
11.3.1	Alimentation en courant alternatif	129
11.3.2	Alimentation en courant continu	129
12	CEM.....	130
12.1	Normes de référence en matière d'émission et d'immunité.....	130
12.2	Émission.....	131

12.2.1	Émission rayonnée et conduite	131
12.2.2	Émission de perturbations basse fréquence	136
12.3	Immunité	136
12.3.1	Environnement CEM	136
12.3.2	Exigences de fonctionnement	138
12.3.3	Liste des essais d'immunité	138
Annexe A (normative) Caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour la téléphonie (sur la base de la Recommandation UIT-T G.162 supprimée)		141
A.1	Généralités	141
A.2	Caractéristiques des compresseurs-extenseurs	141
A.3	Définition et valeur du niveau inchangé	141
A.4	Taux de compression et d'extension	141
A.5	Intervalle de variation de niveau	142
A.6	Rapport signal-bruit	142
Annexe B (informative) Modèle de communication APLC		143
B.1	Généralités	143
B.2	Technique de modulation AM-SSB	147
B.3	Blocs fonctionnels d'un terminal APLC	148
Annexe C (informative) Signal électrique modulé HF		150
C.1	Généralités	150
C.2	Tonalités discrètes	151
C.3	Canaux vocaux	153
C.4	Canaux composites	154
C.5	Exemples de calcul	156
C.5.1	Généralités	156
C.5.2	Exemple de calcul 1: Capacité de charge et PEP	156
C.5.3	Exemple de calcul 2: Ajustement de la distribution de puissance	157
Bibliographie		158
Figure 1 – Représentation schématique du domaine d'application de l'IEC 62488-2		87
Figure 2 – Architecture générique d'un terminal APLC		94
Figure 3 – Interfaces PBX d'abonnés locales et distantes		95
Figure 4 – Interfaces pour l'interconnexion à la ligne principale PBX par liaison APLC		96
Figure 5 – Disposition des canaux télégraphiques UIT-T à faible débit de symboles		97
Figure 6 – Connecteur EIA RS-232 couramment utilisé		100
Figure 7 – Connecteur V.11 couramment utilisé		101
Figure 8 – Connecteur de type ETH IEEE 802.3 RJ45		102
Figure 9 – Connecteur de type ETH IEEE 802.3 SC		103
Figure 10 – Limites d'affaiblissement dû à une dérivation pour les terminaux APLC		105
Figure 11 – Niveau maximal des rayonnements non essentiels hors de la bande haute fréquence		106
Figure 12 – Points de référence pour le mesurage des paramètres APLC		107
Figure 13 – Limites de distorsion d'affaiblissement pour la bande de fréquences vocales comprise entre 300 Hz et 3 400 Hz (UIT-T G.232)		108
Figure 14 – Limites de distorsion d'affaiblissement pour la bande de fréquences vocales comprise entre 300 Hz et 2 400 Hz		108

Figure 15 – Limites de distorsion d'affaiblissement pour la bande de fréquences vocales comprise entre 300 Hz et 2 000 Hz	109
Figure 16 – Limites de distorsion de retard de groupe pour la bande de fréquences vocales comprise entre 300 Hz et 3 400 Hz	109
Figure 17 – Limites de distorsion de retard de groupe pour la bande de fréquences vocales comprise entre 300 Hz et 2 400 Hz	110
Figure 18 – Limites de distorsion de retard de groupe pour la bande de fréquences vocales comprise entre 300 Hz et 2 000 Hz	110
Figure 19 – Circuit d'essai pour le mesurage de l'affaiblissement de réflexion	112
Figure 20 – Circuit d'essai pour le mesurage de la LCL (accès Tx)	113
Figure 21 – Circuit d'essai pour le mesurage de l'OSB (accès Rx)	114
Figure 22 – Circuit d'essai pour le mesurage de l'affaiblissement dû à une dérivation.....	115
Figure 23 – Circuit d'essai pour le mesurage de la sélectivité	116
Figure 24 – Montage de mesure des perturbations BF	136
Figure B.1 – Composants de base du terminal APLC	143
Figure B.2 – Correspondance entre signaux de bande de base et de bande passante en modulation BLU	143
Figure B.3 – Identification des interfaces BF, bande de base et HF du terminal APLC	144
Figure B.4 – Exemples de signaux basse fréquence avec une bande passante de 4 kHz (IEC 62488-1)	144
Figure B.5 – Composition de la bande de base de modulation pour huit canaux vocaux avec un terminal APLC de signalisation (source Japon NC)	145
Figure B.6 – Limites de réglage de circuits pour un terminal de voie à 4 kHz (UIT-T G.120)	146
Figure B.7 – Exemple de plan de disposition des canaux (fondé sur une bande de 4 kHz – IEC 62488-1)	147
Figure B.8 – Principe de mise en phase d'un modulateur BLU	147
Figure B.9 – Principe de mise en phase d'un démodulateur BLU	148
Figure B.10 – Principaux blocs fonctionnels d'un terminal APLC générique	149
Figure C.1 – Onde sinusoïdale et sa distribution de probabilité	151
Figure C.2– Probabilité d'ondes sinusoïdales combinées	152
Figure C.3 – Puissance de sortie de la bande haute fréquence nominale des terminaux CPL multivoies.....	154
Tableau 1 – Débit de symboles FSK et normes de bande étroite associées	101
Tableau 2 – Isolation principale [Tableau C.6 de l'IEC 60255-27:2013].....	119
Tableau 3 – Double isolation ou isolation renforcée [Tableau C.10 de l'IEC 60255-27:2013]	120
Tableau 4 – Liste des essais de type et des essais individuels de série [Tableau 12 de l'IEC 60255-27:2013]	122
Tableau 5 – Classification des conditions climatiques [Tableau 1 de l'IEC 60721-3-1:1997]	124
Tableau 6 – Essais climatiques pour le stockage et le transport.....	125
Tableau 7 – Classification des conditions climatiques à partir du Tableau 1 de l'IEC 60721-3-3:2002	127
Tableau 8 – Classification des conditions mécaniques à partir du Tableau 6 de l'IEC 60721-3-3:2002	128
Tableau 9 – Essais climatiques	129

Tableau 10 – Essai aux vibrations sinusoïdales	129
Tableau 11 – Essai de chocs non répétitifs	129
Tableau 12 – Émission – Accès par l’enveloppe [Tableau 1 de l’IEC 61000-6-4:2011 (éd.2.1)].....	131
Tableau 13 – Émission – Accès au réseau d’alimentation en courant alternatif à basse tension [Tableau 2 de l’IEC 61000-6-4:2011 (éd.2.1)]	134
Tableau 14 – Émission – Accès de télécommunication/par le réseau [Tableau 3 de l’IEC 61000-6-4:2011 (éd.2.1)].....	135
Tableau 15 – Caractérisation des phénomènes électromagnétiques [Tableau 1 de l’IEC 61000-6-5:2015]	137
Tableau 16 – Classification des accès	138
Tableau 17 – Critères de performance	138
Tableau 18 – Liste des essais d’immunité	139
Tableau C.1 – Capacité de charge des canaux vocaux	156

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES DE COMMUNICATION SUR LIGNES D'ÉNERGIE
POUR LES APPLICATIONS DES COMPAGNIES D'ÉLECTRICITÉ –****Partie 2: Équipements terminaux à courants porteurs
sur lignes d'énergie analogiques ou APLC**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62488-2 a été établie par le comité d'études 57 de l'IEC: Gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés.

Cette première édition de l'IEC 62488-2 annule et remplace les parties concernées de l'IEC 60663 et de l'IEC 60495, qui seront supprimées à l'avenir.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62488-1.

La présente version bilingue (2020-03) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 57/1867/FDIS et 57/1891/RVD.

Le rapport de vote 57/1891/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62488, publiées sous le titre général *Systèmes de communication sur lignes d'énergie pour les applications des compagnies d'électricité*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

Le contenu du corrigendum de janvier 2020 a été pris en considération dans cet exemplaire (seule la version anglaise du corrigendum a été publiée).

Le contenu du corrigendum 2 (2023-03) a été pris en considération dans cet exemplaire.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La série IEC 62488 est une famille de normes traitant de tous les aspects des systèmes de communication sur lignes d'énergie fonctionnant sur des lignes électriques.

Ces normes internationales s'appliquent aux équipements et systèmes terminaux à courants porteurs sur lignes d'énergie (CPL) utilisés pour émettre des informations sur les réseaux électriques, ce qui englobe les lignes d'énergie Extra Haute, Haute et Moyenne Tension (EHT/HT/MT). Les systèmes de modulation analogiques et numériques ainsi que les systèmes à bande étroite et large y sont inclus.

La complexité et la taille importante des systèmes actuels de production, de transport et de distribution d'électricité sont telles qu'il est possible de contrôler ces systèmes uniquement au moyen d'un système de télécommunication associé, souvent également étendu et complexe, présentant une fiabilité très élevée.

Le contrôle des réseaux électriques et l'émission et la réception de données s'effectuent au moyen d'une combinaison de systèmes de communication analogiques et numériques qui contrôlent les dispositifs et systèmes répartis sur le réseau électrique.

L'émergence de systèmes de communication numériques pour contrôler les dispositifs du réseau de distribution électrique permet une émission plus rapide des données. Toutefois, les systèmes de communication analogiques traditionnels sont encore largement utilisés en raison des anciennes applications.

La capacité à représenter les différents paramètres électriques sous forme de signal analogique et/ou de signal numérique garantit les aspects qualitatifs et quantitatifs d'une communication sans raccord à maintenir dans le réseau électrique.

Par conséquent, à l'aide d'une communication sur lignes d'énergie analogiques, d'une communication sur lignes d'énergie numériques ou d'une combinaison des deux types de systèmes, une communication efficace sans raccord peut être maintenue sur l'ensemble du réseau électrique.

Dans de nombreux pays, les canaux à courants porteurs sur lignes d'énergie (CPL) constituent une partie essentielle du système de télécommunication propre aux compagnies d'électricité. Un circuit normalement établi par un canal CPL peut aussi être acheminé par un canal utilisant un support de transmission différent, tel qu'une liaison radio point-à-point ou une ligne filaire. Étant donné que dans de nombreux cas, la commutation est automatique, le reroutage effectif bien que prédéterminé est imprévisible.

Il est donc important que les signaux et critères d'entrée et de sortie échangés entre tous les terminaux utilisés dans le système de communication soient compatibles. Cette compatibilité est également bénéfique car elle donne la possibilité d'interchanger et d'interconnecter des terminaux d'origines différentes.

Le présent document a été établi pour permettre la compatibilité entre des liaisons APLC d'origines différentes ou entre des liaisons APLC et d'autres supports de transmission, et pour définir les performances exigées des équipements terminaux dans les réseaux APLC.

SYSTÈMES DE COMMUNICATION SUR LIGNES D'ÉNERGIE POUR LES APPLICATIONS DES COMPAGNIES D'ÉLECTRICITÉ –

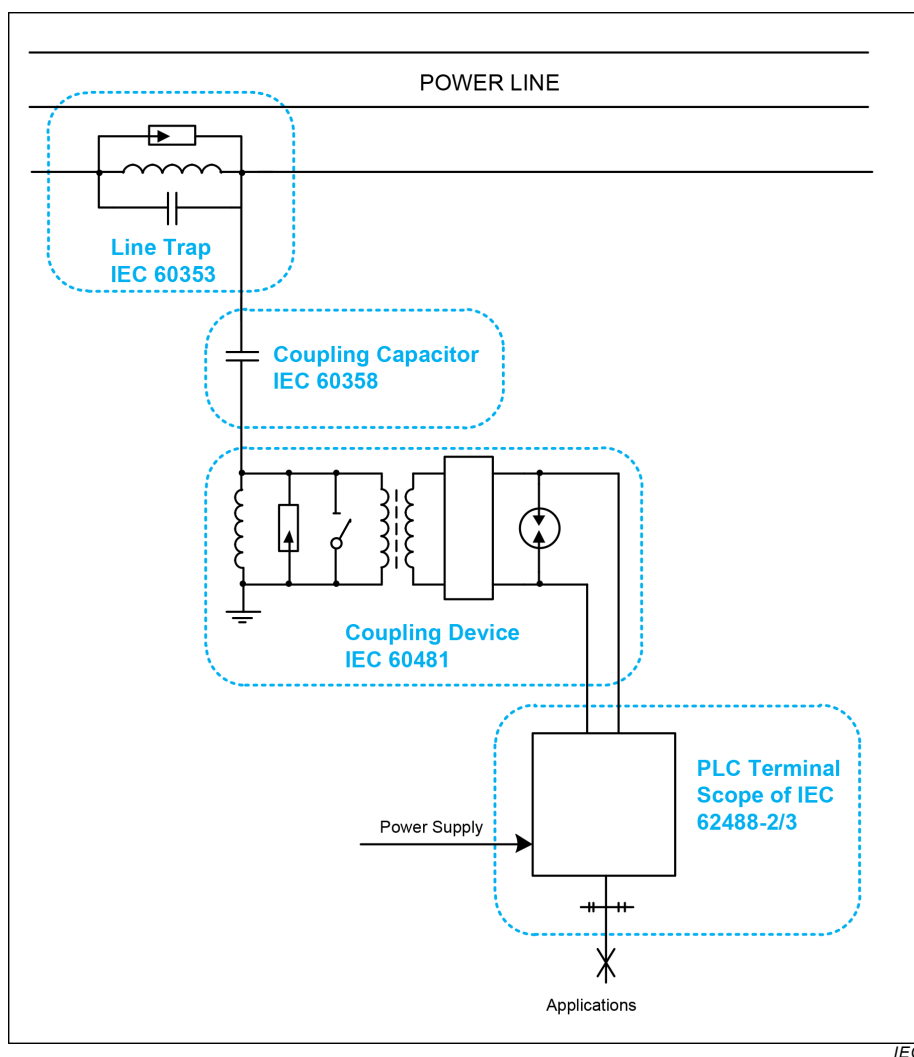
Partie 2: Équipements terminaux à courants porteurs sur lignes d'énergie analogiques ou APLC

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62488 s'applique aux équipements terminaux et systèmes à courants porteurs sur lignes d'énergie analogiques (APLC) à modulation d'amplitude à bande latérale unique (AM-SSB) utilisés pour émettre des informations sur des lignes d'énergie (EHT/HT/MT).

Le présent document couvre fondamentalement les signaux de bande de base de largeur de bande 4 kHz et 2,5 kHz, ou des multiples de ces valeurs, correspondant à la même largeur de bande/s haute fréquence pour les terminaux APLC monovoie ou multivoies.

La Figure 1 donne une représentation schématique du domaine d'application de l'IEC 62488-2 dans le cadre d'une installation complète d'un système de communication sur lignes d'énergie.



Anglais	Français
Power line	Ligne d'énergie
Line trap IEC 60358	Circuit bouchon IEC 60358
Coupling capacitor IEC 60358	Condensateur de couplage IEC 60358
Coupling device IEC 60481	Dispositif de couplage IEC 60481
Power supply	Alimentation
PLC terminal Scope of IEC 62488-2/3	Terminal CPL Domaine d'application de l'IEC 62488-2/3
Applications	Applications

Figure 1 – Représentation schématique du domaine d'application de l'IEC 62488-2

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60038, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-31, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60255-27:2013, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 27: Exigences de sécurité*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60721-3-1:1997, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 1: Stockage*

IEC 60721-3-2:1997, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 2: Transport*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 3: Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

IEC 60721-3-3:1994/AMD1:1995

IEC 60721-3-3:1994/AMD2:1996

IEC 60834-1, *Matériels de téléprotection des réseaux d'énergie électrique – Performances et essais – Partie 1: Systèmes de commande*

IEC 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61000-4-16, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquences de 0 Hz à 150 kHz*

IEC 61000-4-17, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-17: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'ondulation résiduelle sur entrée de puissance à courant continu*

IEC 61000-4-18, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-18: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde oscillatoire amortie*

IEC 61000-4-20:2010, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-20: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'émission et d'immunité dans les guides d'onde TEM*

IEC 61000-4-29, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension sur les accès d'alimentation en courant continu*

IEC 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-4:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*
IEC 61000-6-4:2006/AMD1:2010

IEC 61000-6-5:2015, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes*

IEC 62488-1:2012, *Systèmes de communication sur lignes d'énergie pour les applications des compagnies d'électricité – Partie 1: Conception des systèmes à courants porteurs de lignes d'énergie analogiques et numériques fonctionnant sur des réseaux d'électricité EHT/HT/MT*

CISPR 16-1-1:2015, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-1-2:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites*

CISPR 16-1-4:2010, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-2-1:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites*

CISPR 16-2-3:2016, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesurages des perturbations rayonnées*

CISPR 14-1:2016, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Émission*

CISPR 22:2008, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*