

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Adjustable speed electrical power drive systems –
Part 3: EMC requirements and specific test methods**

**Entraînements électriques de puissance à vitesse variable –
Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essai spécifiques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.200; 33.100.01

ISBN 978-2-8322-3888-2

**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
1 Scope	9
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	12
3.1 Installation and its content	12
3.2 Intended use	13
3.3 Location, ports and interfaces	14
3.4 Components of the PDS	17
3.5 Phenomena-related definitions	18
4 Common requirements	19
4.1 General conditions	19
4.2 Tests	20
4.2.1 Conditions	20
4.2.2 Test report	20
4.3 Documentation for the user	21
5 Immunity requirements	22
5.1 General conditions	22
5.1.1 Acceptance criteria (performance criteria)	22
5.1.2 Selection of performance type	22
5.1.3 Conditions during the test	24
5.2 Basic immunity requirements – low-frequency disturbances	25
5.2.1 Common principle	25
5.2.2 Harmonics and commutation notches/voltage distortion	25
5.2.3 Voltage deviations, dips and short interruptions	27
5.2.4 Voltage unbalance and frequency variations	30
5.2.5 Supply influences – Magnetic fields	31
5.3 Basic immunity requirements – High-frequency disturbances	32
5.3.1 Conditions	32
5.3.2 First environment	32
5.3.3 Second environment	33
5.3.4 Immunity against electromagnetic fields	35
5.4 Application of immunity requirements – Statistical aspect	35
6 Emission	35
6.1 General emission requirements	35
6.2 Basic low-frequency emission limits	37
6.2.1 Compliance method	37
6.2.2 Commutation notches	37
6.2.3 Harmonics and interharmonics	37
6.2.4 Voltage fluctuations	38
6.2.5 Emissions in the frequency range from 2 kHz to 9 kHz	39
6.2.6 Common mode harmonic emission (low-frequency common mode voltage)	39
6.3 Conditions related to high-frequency emission measurement	39
6.3.1 General requirements	39
6.3.2 Connection requirements	44

6.4	Basic high-frequency emission limits.....	44
6.4.1	Equipment of categories C1 and C2.....	44
6.4.2	Equipment of category C3	47
6.5	Engineering practice	48
6.5.1	PDS of category C4	48
6.5.2	Limits outside the boundary of an installation, for a PDS of category C4 – Example of propagation of disturbances	49
6.6	Application of emission requirements – Statistical aspects.....	52
Annex A (informative)	EMC techniques	53
A.1	Application of PDSs and EMC	53
A.2	Load conditions regarding high-frequency phenomena.....	53
A.2.1	Load conditions during emission tests	53
A.2.2	Load conditions during immunity tests	54
A.2.3	Load test	54
A.3	Immunity to power frequency magnetic fields	54
A.4	High-frequency emission measurement techniques	54
A.4.1	Impedance/artificial mains network (AMN)	54
A.4.2	Performing high-frequency in situ emission tests	56
A.4.3	Established experience with high power PDSs.....	56
Annex B (informative)	Low-frequency phenomena	57
B.1	Commutation notches	57
B.1.1	Occurrence – description	57
B.1.2	Calculation	59
B.1.3	Recommendations regarding commutation notches	60
B.2	Definitions related to harmonics and interharmonics	61
B.2.1	General discussion	61
B.2.2	Phenomena related definitions.....	62
B.2.3	Conditions of application.....	64
B.3	Application of harmonic emission standards.....	68
B.3.1	General	68
B.3.2	Public networks	69
B.3.3	Summation methods for harmonics in an installation – Practical rules.....	73
B.4	Installation rules – Assessment of harmonic compatibility	75
B.4.1	Low power industrial three-phase system	75
B.4.2	Large industrial system.....	78
B.4.3	Interharmonics and voltages or currents at higher frequencies	80
B.5	Voltage unbalance	80
B.5.1	Origin	80
B.5.2	Definition and assessment.....	81
B.5.3	Effect on PDSs	83
B.6	Voltage dips – Voltage fluctuations	83
B.6.1	Voltage dips	83
B.6.2	Voltage fluctuation.....	85
B.7	Verification of immunity to low frequency disturbances.....	86
Annex C (informative)	Reactive power compensation – Filtering	87
C.1	Installation	87
C.1.1	Usual operation	87
C.1.2	Power definitions under distorted conditions	87

C.1.3	Practical solutions	88
C.1.4	Reactive power compensation	89
C.1.5	Filtering methods	93
C.2	Reactive power and harmonics	95
C.2.1	Usual installation mitigation methods	95
C.2.2	Other solutions	97
Annex D (informative)	Considerations on high-frequency emission	101
D.1	User guidelines	101
D.1.1	Expected emission of PDSs	101
D.1.2	Guidelines	103
D.2	Safety and RFI-filtering in power supply systems	105
D.2.1	Safety and leakage currents	105
D.2.2	Safety and RFI-filtering in power supply systems isolated from earth	105
Annex E (informative)	EMC analysis and EMC plan for PDS of category C4	107
E.1	General – System EMC analysis applied to PDSs	107
E.1.1	Electromagnetic environment	107
E.1.2	System EMC analysis techniques	108
E.2	Example of EMC plan	109
E.2.1	Project data and description	109
E.2.2	Electromagnetic environment analysis	110
E.2.3	EMC analysis	111
E.2.4	Establishment of installation rules	111
E.2.5	Formal result and maintenance	113
E.3	Example of supplement to EMC plan for particular application	113
E.3.1	Electromagnetic environment complementary analysis	113
E.3.2	EMC analysis	115
Bibliography	117
Figure 1	–Installation and its content	12
Figure 2	– Internal interfaces of the PDS and examples of ports	15
Figure 3	– Power interfaces of a PDS with common DC BUS	16
Figure 4	– Power interfaces with common input transformer	17
Figure 5	– Example for a typical cable arrangement for measurements in 3 m separation distance, for a table-top or wall-mounted equipment, top view	43
Figure 6	– Example for a typical cable arrangement for measurements in 3 m separation distance for a table-top or wall-mounted equipment, side view	43
Figure 7	– Example for a typical test set up for measurement of conducted and/or radiated disturbances from a floor-standing PDS, 3D view	44
Figure 8	– Propagation of disturbances	50
Figure 9	– Propagation of disturbances in installation with a PDS rated > 1 000 V	50
Figure B.1	– Typical waveform of commutation notches – Distinction from non-repetitive transient	57
Figure B.2	– PCC, IPC, installation current ratio and R_{SI}	67
Figure B.3	– PCC, IPC, installation current ratio and R_{SC}	68
Figure B.4	– Assessment of the harmonic emission of a PDS	70
Figure B.5	– Test set-up with mechanical load	71
Figure B.6	– Test set-up with electrical load replacing the loaded motor	72

Figure B.7 – Test set-up with resistive load.....	72
Figure B.8 – Assessment of harmonic emission where PDS is used (apparatus, systems or installations)	77
Figure C.1 – Reactive power compensation	90
Figure C.2 – Simplified diagram of an industrial network.....	92
Figure C.3 – Impedance versus frequency of the simplified network.....	92
Figure C.4 – Example of passive filter battery	94
Figure C.5 – Example of inadequate solution in reactive power compensation	96
Figure C.6 – VSI PWM active filter topologies	98
Figure C.7 – Boost mode converter.....	98
Figure C.8 – Front-End inverter system.....	99
Figure D.1 – Conducted emission of various unfiltered PDSs	102
Figure D.2 – Expected radiated emission of PDS up to rated voltage 400 V Peak values normalised at 10 m	103
Figure D.3 – Safety and filtering.....	106
Figure E.1 – Interaction between systems and EM environment.....	107
Figure E.2 – Zone concept.....	108
Figure E.3 – Example of drive	109
Table 1 – Subclauses containing alternative test methods	21
Table 2 – Criteria to prove the acceptance of a PDS against electromagnetic disturbances	24
Table 3 – Minimum immunity requirements for total harmonic distortion on power ports of low voltage PDSs.....	26
Table 4 – Minimum immunity requirements for individual harmonic orders on power ports of low voltage PDSs.....	26
Table 5 – Minimum immunity requirements for commutation notches on power ports of low voltage PDSs.....	27
Table 6 – Minimum immunity requirements for harmonics and commutation notches/ voltage distortion on main power ports of PDSs of rated voltage above 1 000 V.....	27
Table 7 – Minimum immunity requirements for voltage deviations, dips and short interruptions on power ports of low voltage PDSs	28
Table 8 – Minimum immunity requirements for voltage deviations, dips and short interruptions on main power ports of rated voltage above 1 000 V of PDSs.....	29
Table 9 – Minimum immunity requirements for voltage deviations, dips and short interruptions on auxiliary low voltage power ports of PDSs	30
Table 10 – Minimum immunity requirements for voltage unbalance and frequency variations on power ports of low voltage PDSs.....	30
Table 11 – Minimum immunity requirements for voltage unbalance and frequency variations on main power ports of rated voltage above 1 000 V of PDSs	31
Table 12 – Minimum immunity requirements for voltage unbalance and frequency variations on auxiliary low voltage power ports of PDSs.....	31
Table 13 – Minimum immunity requirements for PDSs intended for use in the first environment.....	32
Table 14 – Minimum immunity requirements for PDSs intended for use in the second environment.....	34
Table 15 – Summary of emission requirements	36

Table 16 – Limits for mains terminal disturbance voltage in the frequency band 150 kHz to 30 MHz	45
Table 17 – Limits for electromagnetic radiation disturbance in the frequency band 30 MHz to 1 000 MHz	46
Table 18 – Limits of disturbance voltage on the power interface.....	46
Table 19 – Limits for mains terminal disturbance voltage in the frequency band 150 kHz to 30 MHz for a PDS in the second environment – PDS of category C3.....	47
Table 20 – Limits for electromagnetic radiation disturbance in the frequency band 30 MHz to 1 000 MHz for a PDS in the second environment – PDS of category C3.....	48
Table 21 – Limits for propagated disturbance voltage ("outside" in the first environment)	51
Table 22 – Limits for propagated disturbance voltage ("outside" in the second environment).....	51
Table 23 – Limits for propagated electromagnetic disturbance above 30 MHz.....	51
Table 24 – Limits for electromagnetic disturbance below 30 MHz.....	52
Table B.1 – Maximum allowable depth of commutation notches at the PC.....	60
Table B.2 – Harmonic current emission requirements relative to the total current of the agreed power at the PCC or IPC.....	79
Table B.3 – Verification plan for immunity to low frequency disturbances	86
Table E.1 – EM interaction between subsystems and environment.....	109
Table E.2 – Frequency analysis	115

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER
DRIVE SYSTEMS –****Part 3: EMC requirements and specific test methods**

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 61800-3 has been prepared by subcommittee 22G: Adjustable speed electric drive systems incorporating semiconductor power converters, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2004 and Amendment 1:2011. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) clarification of requirements for the test report, particularly when a number of alternative test methods exist;
- b) introduction of a more detailed test setup for radiated emission measurements, along with the introduction of a 3 m measurement distance for small size equipment;
- c) general updates in the informative annexes.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
22G/347/FDIS	22G/350/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2, and with IEC Guide 107.

A list of all parts in the IEC 61800 series, published under the general title *Adjustable speed electrical power drive systems*, 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.

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 publication using a colour printer.

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 3: EMC requirements and specific test methods

1 Scope

This part of IEC 61800 specifies electromagnetic compatibility (EMC) requirements for power drive systems (PDSs, defined in 3.1). These are adjustable speed AC or DC motor drives. Requirements are stated for PDSs with converter input and/or output voltages (line-to-line voltage), up to 35 kV AC RMS.

PDSs covered by this document are those installed in residential, commercial and industrial locations with the exception of traction applications, and electric vehicles. PDSs can be connected to either industrial or public power distribution networks. Industrial networks are supplied by a dedicated distribution transformer, which is usually adjacent to or inside the industrial location, and supplies only industrial customers. Industrial networks can also be supplied by their own electric generating equipment. On the other hand, PDSs can be directly connected to low-voltage public mains networks which also supply residential premises, and in which the neutral is generally earthed (grounded).

The scope of this part of IEC 61800, related to EMC, includes a broad range of PDSs from a few hundred watts to hundreds of megawatts. PDSs are often included in a larger system. The system aspect is not covered by this document but guidance is provided in the informative annexes.

The requirements have been selected so as to ensure EMC for PDSs at residential, commercial and industrial locations. The requirements cannot, however, cover extreme cases which can occur with an extremely low probability. Changes in the EMC behaviour of a PDS, as a result of fault conditions, are not taken into account.

The object of this document is to define the limits and test methods for a PDS according to its intended use. This document includes immunity requirements and requirements for electromagnetic emissions.

NOTE 1 Emission can cause interference in other electronic equipment (for example radio receivers, measuring and computing devices). Immunity is meant to protect the equipment from continuous and transient conducted and radiated disturbances including electrostatic discharges. The emission and immunity requirements are balanced against each other and against the actual environment of the PDS.

This document defines the minimum EMC requirements for a PDS.

Immunity requirements are given according to the environment classification. Low-frequency emission requirements are given according to the nature of the supply network. High-frequency emission requirements are given according to four categories of intended use, which cover both environment and bringing into operation.

As a product standard, this document can be used for the assessment of PDS. It can also be used for the assessment of complete drive modules (CDM) or basic drive modules (BDM) (see 3.1), which can be marketed separately.

This document contains

- conformity assessment requirements for products to be placed on the market, and

- recommended engineering practice (see 6.5) for cases where high frequency emissions cannot be measured before the equipment is placed on the market (such PDSs are defined in 3.2.7 as category C4).

NOTE 2 The first edition of IEC 61800-3 identified that the intended use could require engineering for putting into service. This was done by the “restricted distribution mode”. Equipment formerly identified under “restricted distribution mode” is now covered by categories C2 and C4 (see 3.2).

This document is intended as a complete EMC product standard for the EMC conformity assessment of products of categories C1, C2 and C3, when placing them on the market (see definitions 3.2.4 to 3.2.6).

Radio frequency emission of equipment of category C4 is only assessed when it is installed in its intended location. It is therefore treated as a fixed installation, for which this document gives rules of engineering practice in 6.5 and Annex E, although it gives no defined emission limits (except in case of complaint).

This document does not specify any safety requirements for the equipment such as protection against electric shocks, insulation co-ordination and related dielectric tests, unsafe operation, or unsafe consequences of a failure. It also does not cover safety and functional safety implications of electromagnetic phenomena.

In special cases, when highly susceptible apparatus is being used in proximity, additional mitigation measures can have to be employed to reduce the electromagnetic emission further below the specified levels or additional countermeasures can have to be employed to increase the immunity of the highly susceptible apparatus.

As an EMC product standard for PDSs, this document takes precedence over all aspects of the generic standards, and no additional EMC tests are performed. If a PDS is included as part of equipment covered by a separate EMC product standard, the EMC standard of the complete equipment applies.

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 60146-1-1:2009, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*

IEC 61000-2-2:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 61000-2-4:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 61000-3-2:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-3-11:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection*

IEC 61000-3-12: 2011, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits – Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests*

IEC 61000-4-34:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase*

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

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

CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	127
1 Domaine d'application	129
2 Références normatives	130
3 Termes et définitions	132
3.1 Installation et son contenu	132
3.2 Utilisation prévue	134
3.3 Emplacements, accès et interfaces	135
3.4 Composants du PDS	139
3.5 Définitions relatives aux phénomènes	139
4 Exigences communes	141
4.1 Conditions générales	141
4.2 Essais	141
4.2.1 Conditions	141
4.2.2 Rapport d'essai	141
4.3 Documentation destinée à l'utilisateur	142
5 Exigences d'immunité	143
5.1 Conditions générales	143
5.1.1 Critères de qualification (critères de performance)	143
5.1.2 Choix d'un type de performance	144
5.1.3 Conditions pendant l'essai	145
5.2 Exigences d'immunité de base – perturbations basses fréquences	146
5.2.1 Principe commun	146
5.2.2 Harmoniques et encoches de commutation/distorsion de tension	147
5.2.3 Ecart de tension, creux de tensions et coupures brèves	149
5.2.4 Déséquilibre de tension et variations de fréquence	152
5.2.5 Effets de l'alimentation – Champs magnétiques	154
5.3 Exigences d'immunité de base – perturbations hautes fréquences	154
5.3.1 Conditions	154
5.3.2 Premier environnement	154
5.3.3 Deuxième environnement	155
5.3.4 Immunité aux champs électromagnétiques	158
5.4 Application des exigences d'immunité – Aspect statistique	158
6 Emission	159
6.1 Généralités sur les exigences d'émission	159
6.2 Limites de base des émissions basse fréquence	161
6.2.1 Méthode de mise en conformité	161
6.2.2 Encoches de commutation	161
6.2.3 Harmoniques et interharmoniques	161
6.2.4 Fluctuations de tension	162
6.2.5 Emissions dans la plage de fréquences comprise entre 2 kHz et 9 kHz	163
6.2.6 Emission harmonique en mode commun (tension de mode commun basse fréquence)	163
6.3 Conditions liées à la mesure des émissions hautes fréquences	164
6.3.1 Exigences générales	164
6.3.2 Exigences concernant les connexions	169

6.4	Limites de base des émissions hautes fréquences	169
6.4.1	Equipements de catégorie C1 et C2.....	169
6.4.2	Equipement de catégorie C3.....	172
6.5	Règles d'ingénierie	173
6.5.1	PDS de catégorie C4	173
6.5.2	Limites situées en dehors de celles d'une installation, pour un PDS de catégorie C4 – Exemple de propagation des perturbations	174
6.6	Application des exigences d'émissions – Aspects statistiques.....	177
Annexe A	(informative) Techniques CEM	178
A.1	CEM et applications des entraînements (PDS).....	178
A.2	Conditions de charge vis-à-vis des phénomènes hautes fréquences	178
A.2.1	Conditions de charge relatives aux essais d'émission.....	178
A.2.2	Conditions de charge relatives aux essais d'immunité.....	179
A.2.3	Essai en charge.....	179
A.3	Immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau	179
A.4	Techniques de mesure des émissions hautes fréquences	180
A.4.1	Impédance/réseau fictif d'alimentation (AMN)	180
A.4.2	Exécution des essais d'émissions hautes fréquences <i>in situ</i>	181
A.4.3	Expérience acquise avec les PDS de grande puissance	181
Annexe B	(informative) Phénomènes basse fréquence.....	183
B.1	Encoches de commutation	183
B.1.1	Occurrence – description	183
B.1.2	Calcul	185
B.1.3	Recommandations relatives aux encoches de commutation	186
B.2	Définitions liées aux harmoniques et interharmoniques	188
B.2.1	Discussion générale	188
B.2.2	Définitions relatives aux phénomènes.....	188
B.2.3	Conditions d'application.....	191
B.3	Application des normes relatives au rayonnement harmonique	195
B.3.1	Généralités.....	195
B.3.2	Réseaux publics	196
B.3.3	Méthodes de sommation pour les harmoniques d'une installation – Règles pratiques.....	202
B.4	Règles d'installation – Evaluation de la compatibilité harmonique	204
B.4.1	Système industriel triphasé de faible puissance	204
B.4.2	Grand système industriel	206
B.4.3	Interharmoniques et tensions ou courants à des fréquences supérieures.....	208
B.5	Déséquilibre de tension	208
B.5.1	Origine	208
B.5.2	Définition et appréciation	209
B.5.3	Effets sur les PDS	211
B.6	Creux de tension – Fluctuations de tension.....	211
B.6.1	Creux de tension	211
B.6.2	Fluctuation de tension	214
B.7	Vérification de l'immunité aux perturbations basses fréquences	214
Annexe C	(informative) Compensation de puissance réactive – Filtrage.....	216
C.1	Installation	216
C.1.1	Pratique usuelle.....	216
C.1.2	Définitions de puissance en conditions de distorsion	216

C.1.3	Solutions pratiques	217
C.1.4	Compensation de puissance réactive	218
C.1.5	Méthodes de filtrage	222
C.2	Puissance réactive et harmoniques	224
C.2.1	Méthodes usuelles d'atténuation dans l'installation	224
C.2.2	Autres solutions	226
Annexe D (informative)	Considérations relatives aux émissions hautes fréquences	230
D.1	Guide d'utilisation	230
D.1.1	Emission prévisible des entraînements (PDS)	230
D.1.2	Directives	232
D.2	Sécurité et filtrage RF sur les réseaux de puissance	234
D.2.1	Sécurité et courants de fuite	234
D.2.2	Sécurité et filtrage des fréquences radioélectriques sur un réseau isolé	234
Annexe E (informative)	Analyse CEM et plan CEM pour équipement de catégorie C4	236
E.1	Généralités – Analyse CEM du système appliquée aux PDS	236
E.1.1	Environnement électromagnétique	236
E.1.2	Techniques d'analyse CEM du système	237
E.2	Exemple de plan CEM	239
E.2.1	Données et description du projet	239
E.2.2	Analyse de l'environnement électromagnétique	240
E.2.3	Analyse CEM	241
E.2.4	Etablissement des règles d'installation	241
E.2.5	Résultat formel et maintenance	243
E.3	Exemple de supplément au plan CEM pour une application particulière	243
E.3.1	Analyse complémentaire de l'environnement électromagnétique	243
E.3.2	Analyse CEM	245
Bibliographie	247
Figure 1	– Installation et son contenu	133
Figure 2	– Interfaces internes d'un PDS et exemples d'accès	136
Figure 3	– Interfaces de puissance d'un PDS avec BUS continu commun	137
Figure 4	– Interfaces de puissance avec transformateur d'entrée commun	138
Figure 5	– Exemple de disposition type du câblage pour les mesures à une distance de séparation de 3 m pour un équipement placé sur une table ou à montage mural – vue du dessus	167
Figure 6	– Exemple de disposition type du câblage pour les mesures à une distance de séparation de 3 m pour un équipement placé sur une table ou à montage mural – vue latérale	168
Figure 7	– Exemple de configuration type d'essai pour la mesure des perturbations conduites et/ou rayonnées par un PDS placé au sol, vue 3D	169
Figure 8	– Propagation des perturbations	175
Figure 9	– Propagation des perturbations dans une installation avec un PDS de tension assignée > 1 000 V	175
Figure B.1	– Forme d'onde typique des encoches de commutation – Distinction par rapport aux transitoires non répétitifs	183
Figure B.2	– PCC, IPC, rapport des courants de l'installation et R_{SI}	194
Figure B.3	– PCC, IPC, rapport des courants de l'installation et R_{SC}	195
Figure B.4	– Evaluation du rayonnement harmonique d'un PDS	198

Figure B.5 – Configuration d'essai avec une charge mécanique.....	199
Figure B.6 – Configuration d'essai avec une charge électrique remplaçant le moteur chargé	200
Figure B.7 – Configuration d'essai avec une charge résistive	200
Figure B.8 – Evaluation du rayonnement harmonique pour l'utilisation d'un PDS (appareils, systèmes ou installations)	205
Figure C.1 – Compensation de puissance réactive.....	219
Figure C.2 – Schéma simplifié d'un réseau industriel	221
Figure C.3 – Impédance en fonction de la fréquence du réseau simplifié	221
Figure C.4 – Exemple de batterie de filtres passifs	223
Figure C.5 – Exemple de solution inappropriée de compensation de puissance réactive	225
Figure C.6 – Topologies de filtre actif VSI MLI	227
Figure C.7 – Convertisseur élévateur.....	228
Figure C.8 – Système onduleur à étage d'entrée actif.....	228
Figure D.1 – Emission conduite, mesurée sur divers PDS non filtrés.....	231
Figure D.2 – Emission rayonnée probable d'un PDS de tension assignée jusqu'à 400 V Valeurs de crêtes normalisées à 10 m	232
Figure D.3 – Sécurité et filtrage	235
Figure E.1 – Interaction entre les systèmes et l'environnement EM	236
Figure E.2 – Concept de zone.....	238
Figure E.3 – Exemple d'entraînement	239
Tableau 1 – Paragraphes contenant des méthodes d'essai alternatives	142
Tableau 2 – Critères de qualification d'un PDS soumis aux perturbations électromagnétiques.....	145
Tableau 3 – Exigences minimales d'immunité en distorsion harmonique totale sur les accès de puissance des PDS basse tension	147
Tableau 4 – Exigences minimales d'immunité pour les rangs harmoniques individuels sur les accès de puissance des PDS basse tension	148
Tableau 5 – Exigences minimales d'immunité pour les encoches de commutation sur les accès de puissance des PDS basse tension.....	148
Tableau 6 – Exigences minimales d'immunité pour les harmoniques et les encoches de commutation/la distorsion de tension sur les accès de puissance principaux des PDS de tension assignée supérieure à 1 000 V.....	149
Tableau 7 – Exigences minimales d'immunité pour les écarts de tension, les creux de tension et les coupures brèves sur les accès de puissance des PDS basse tension.....	150
Tableau 8 – Exigences minimales d'immunité pour les écarts de tension, les creux de tension et les coupures brèves sur les accès de puissance principaux des PDS de tension assignée supérieure à 1 000 V	151
Tableau 9 – Exigences minimales d'immunité pour les écarts de tension, les creux de tension et les coupures brèves sur les accès de puissance auxiliaires des PDS basse tension.....	152
Tableau 10 – Exigences minimales d'immunité pour le déséquilibre de tension et les variations de fréquence sur les accès de puissance des PDS basse tension.....	153
Tableau 11 – Exigences minimales d'immunité pour le déséquilibre de tension et les variations de fréquence sur les accès de puissance principaux des PDS de tension assignée supérieure à 1 000 V.....	153

Tableau 12 – Exigences minimales d'immunité pour le déséquilibre de tension et les variations de fréquence sur les accès de puissance auxiliaires des PDS basse tension	154
Tableau 13 – Exigences minimales d'immunité pour les PDS destinés à être utilisés dans le premier environnement	155
Tableau 14 – Exigences minimales d'immunité pour les PDS destinés à être utilisés dans le deuxième environnement	157
Tableau 15 – Résumé des exigences d'émission	160
Tableau 16 – Limites de la tension perturbatrice sur les bornes réseau dans la bande de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz	170
Tableau 17 – Limites de la perturbation par rayonnement électromagnétique dans la bande de fréquences comprise entre 30 MHz et 1 000 MHz	171
Tableau 18 – Limites de la tension perturbatrice sur l'interface de puissance	172
Tableau 19 – Limites de la tension perturbatrice sur les bornes réseau dans la bande de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz pour un PDS dans le deuxième environnement – PDS de catégorie C3	172
Tableau 20 – Limites de perturbation par rayonnement électromagnétique dans la bande de fréquences comprise entre 30 MHz et 1 000 MHz pour un PDS dans le deuxième environnement – PDS de catégorie C3	173
Tableau 21 – Limites de la tension perturbatrice propagée ("à l'extérieur" dans le premier environnement)	176
Tableau 22 – Limites de la tension perturbatrice propagée ("à l'extérieur" dans le deuxième environnement)	176
Tableau 23 – Limites des perturbations électromagnétiques propagées au-dessus de 30 MHz	176
Tableau 24 – Limites des perturbations électromagnétiques en dessous de 30 MHz	177
Tableau B.1 – Profondeur maximale admissible des encoches de commutation au PC	187
Tableau B.2 – Exigences d'émission de courant harmonique par rapport au courant total de la puissance souscrite au PCC ou à l'IPC	207
Tableau B.3 – Plan de vérification de l'immunité aux perturbations basses fréquences	215
Tableau E.1 – Interaction EM entre les sous-systèmes et l'environnement	239
Tableau E.2 – Analyse des fréquences	245

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ELECTRIQUES DE PUISSANCE A VITESSE VARIABLE –**Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essai spécifiques****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique 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 61800-3 a été établie par le sous-comité 22G: Systèmes d'entraînement électrique à vitesse variable comprenant des convertisseurs à semiconducteurs, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition parue en 2004 et l'Amendement 1:2011. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) éclaircissement des exigences concernant le rapport d'essai, notamment quand il existe plusieurs autres méthodes d'essai;

- b) introduction d'une configuration d'essai plus détaillée pour les mesures des émissions rayonnées, ainsi que d'une distance de mesure de 3 m pour les petits matériels;
- c) mises à jour générales des annexes informatives.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Report on voting
22G/347/FDIS	22G/350/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, et le Guide IEC 107.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61800, publiées sous le titre général *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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 cette publication en utilisant une imprimante couleur.

ENTRAÎNEMENTS ELECTRIQUES DE PUISSANCE A VITESSE VARIABLE –

Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essai spécifiques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61800 spécifie les exigences de compatibilité électromagnétique (CEM) applicables aux entraînements de puissance (PDS, définis en 3.1). Il s'agit d'entraînements à vitesse variable pour moteurs électriques à courant alternatif ou continu. Le présent document spécifie les exigences relatives aux PDS avec convertisseurs ayant des tensions d'entrée et/ou sortie (tensions entre phases) d'une valeur efficace allant jusqu'à 35 kV en courant alternatif.

Les PDS couverts par le présent document sont ceux installés dans des locaux résidentiels, commerciaux et industriels, à l'exception des applications de traction et des véhicules électriques. Les PDS peuvent être connectés à un réseau de distribution industriel ou public. Les réseaux industriels sont alimentés par un transformateur de distribution dédié qui se trouve normalement à proximité ou à l'intérieur du site industriel; ils n'alimentent que des clients industriels. Ces réseaux industriels peuvent aussi être alimentés par leurs propres équipements de génération électrique. Les PDS peuvent, par ailleurs, être aussi raccordés directement au réseau public basse tension qui alimente également des locaux résidentiels et dont le neutre est généralement relié à la terre.

Le domaine d'application de la présente partie de l'IEC 61800, traitant de la CEM, comprend une vaste gamme de PDS qui va de quelques centaines de watts à des centaines de mégawatts. Les PDS font souvent partie intégrante d'un système plus important. L'aspect système n'est pas couvert par le présent document, mais ses annexes informatives fournissent des préconisations.

Les exigences ont été choisies de façon à assurer la CEM des PDS dans les locaux résidentiels, commerciaux et industriels. Les exigences ne peuvent toutefois pas couvrir les cas extrêmes qui peuvent survenir avec une très faible probabilité. Les changements de comportement CEM d'un PDS résultant de conditions de défaut ne sont pas pris en considération.

Le présent document a pour objet de définir les limites et les méthodes d'essai des PDS en fonction de leur utilisation prévue. Il comporte des exigences d'immunité et des exigences concernant les émissions électromagnétiques.

NOTE 1 Les émissions peuvent perturber d'autres équipements électroniques (par exemple les récepteurs radio, appareils de mesure et calculateurs). L'immunité vise à protéger l'équipement contre les perturbations continues et transitoires, conduites et rayonnées, y compris les décharges électrostatiques. Les exigences d'émissions et d'immunité sont homogènes entre elles et avec l'environnement réel du PDS.

Le présent document définit les exigences minimales de CEM auxquelles chaque PDS doit répondre.

Les exigences d'immunité sont données selon des classes d'environnement. Les exigences d'émission basses fréquences sont données selon la nature du réseau d'alimentation. Les exigences d'émission hautes fréquences sont données selon quatre catégories d'utilisation prévue qui couvrent à la fois l'environnement et la mise en fonctionnement.

En tant que norme de produit, le présent document peut être utilisée pour l'évaluation des PDS. Elle peut aussi être utilisée pour l'évaluation des modules d'entraînement principal

(BDM) ou modules d'entraînement complet (CDM) (voir 3.1), qui peuvent être mis sur le marché séparément.

Le présent document contient

- des exigences relatives à l'évaluation de conformité des produits qui sont mis sur le marché, et
- des règles d'ingénierie recommandées (voir 6.5) pour les cas où les émissions haute fréquence ne peuvent pas être mesurées avant que l'équipement soit mis sur le marché (ces PDS sont définis comme des PDS de la catégorie C4 en 3.2.7).

NOTE 2 La première édition de l'IEC 61800-3 a identifié que l'utilisation prévue pourrait nécessiter des études d'ingénierie pour la mise en service. Cela était établi par le "mode de distribution restreinte". Les équipements qui étaient couverts par le "mode de distribution restreinte" se retrouvent aujourd'hui dans les catégories C2 et C4 (voir 3.2).

Le présent document est conçue comme une norme de produit CEM complète destinée évaluer la conformité CEM des produits des catégories C1, C2 et C3 quand ils sont mis sur le marché (voir définitions 3.2.4 à 3.2.6).

L'émission radiofréquence d'un équipement de catégorie C4 est uniquement mesurée lorsqu'il est installé sur son lieu d'utilisation. L'équipement est alors considéré comme une installation fixe, pour laquelle le présent document donne des règles d'ingénierie et des recommandations techniques en 6.5 et à l'Annexe E, bien qu'elle ne définit pas de limites d'émission (excepté en cas de plainte).

Le présent document ne spécifie aucune exigence de sécurité pour les équipements, par exemple en matière de protection contre les chocs électriques, de coordination d'isolement et d'essais diélectriques associés, ni concernant un fonctionnement dangereux ou les conséquences dangereuses d'une défaillance. Elle ne couvre pas non plus les conséquences des phénomènes électromagnétiques sur la sécurité et la sécurité fonctionnelle.

Dans des cas spécifiques, par exemple lorsqu'un appareil de grande susceptibilité électromagnétique est utilisé dans le voisinage immédiat d'un PDS, des mesures d'atténuation supplémentaires peuvent devoir être mises en place pour réduire les émissions électromagnétiques à des niveaux inférieurs à ceux spécifiés ou pour augmenter l'immunité de l'appareil très susceptible.

En tant que norme de produit CEM, le présent document prévaut sur tous les aspects spécifiés par les normes génériques, et aucun essai CEM supplémentaire n'est effectué. Lorsqu'un PDS est incorporé dans un équipement couvert par une norme de produit CEM spécifique, la norme CEM pour l'équipement complet s'applique.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60146-1-1:2009, *Convertisseurs à semiconducteurs – Exigences générales et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécification des exigences de base*

IEC 61000-2-2:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension*

IEC 61000-2-4:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-4: Environnement – Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

IEC 61000-3-2:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-11:2000, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Equipements ayant un courant appelé ≤ 75 A et soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-12:2011, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé > 16 A et ≤ 75 A par phase*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11:2004, *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 61000-4-13:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*

IEC 61000-4-34:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-34: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant d'alimentation de plus de 16 A par phase*

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

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

CISPR 32:2015, *Compatibilité électromagnétique des équipements multimédia – Exigences d'émission*