

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1800-3**

Première édition
First edition
1996-06

**Entraînements électriques de puissance
à vitesse variable –**

**Partie 3:
Norme de produit relative à la CEM incluant
des méthodes d'essais spécifiques**

**Adjustable speed electrical
power drive systems –**

**Part 3:
EMC product standard including specific
test methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1800-3: 1996

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1800-3**

Première édition
First edition
1996-06

**Entraînements électriques de puissance
à vitesse variable –**

**Partie 3:
Norme de produit relative à la CEM incluant
des méthodes d'essais spécifiques**

**Adjustable speed electrical
power drive systems –**

**Part 3:
EMC product standard including specific
test methods**

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XC**

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	10
3 Définitions	14
4 Prescriptions communes	22
4.1 Aspects système	22
4.2 Essais	22
4.2.1 Conditions générales	22
4.2.2 Rapport d'essais	24
4.3 Documentation pour l'utilisateur	24
5 Prescriptions d'immunité	26
5.1 Conditions générales	26
5.1.1 Critères de qualification (critères de performance)	26
5.1.2 Sélection des critères de qualification intrinsèque ou spécifique	28
5.1.3 Conditions pendant l'essai	30
5.2 Prescriptions d'immunité de base – perturbations basse fréquence	30
5.2.1 Harmoniques et encoches de commutation / distorsion en tension	30
5.2.2 Variations, fluctuations, creux de tension et coupures brèves	32
5.2.3 Déséquilibre de tension et variations de fréquence	34
5.2.4 Influences de l'alimentation	34
5.3 Prescriptions d'immunité de base – perturbations haute fréquence	36
5.3.1 Premier environnement	36
5.3.2 Deuxième environnement	38
5.3.3 Immunité contre les champs électromagnétiques	40
5.4 Application des prescriptions d'immunité – aspect statistique	44
6 Prescriptions d'émission	44
6.1 Limites d'émission de base en de basse fréquence	46
6.1.1 Encoches de commutation	46
6.1.2 Harmoniques et interharmoniques	48
6.1.3 Fluctuations de tension	50
6.1.4 Emission harmonique de mode commun (tension de mode commun à basse fréquence)	50
6.2 Conditions pendant les essais en haute fréquence	50
6.2.1 Prescriptions générales de mesure	50
6.2.2 Prescriptions de raccordement	52

CONTENTS

	Pages
FOREWORD.....	7
Clause	
1 Scope and object.....	9
2 Normative references	11
3 Definitions	15
4 Common requirements	23
4.1 System aspects	23
4.2 Tests	23
4.2.1 General conditions	23
4.2.2 Test report	25
4.3 Documentation for the user	25
5 Immunity requirements	27
5.1 General conditions.....	27
5.1.1 Acceptance criteria (performance criteria)	27
5.1.2 Selection of intrinsic or specific performance	29
5.1.3 Conditions during the test.....	31
5.2 Basic immunity requirements – low-frequency disturbances	31
5.2.1 Harmonics and commutation notches / voltage distortion	31
5.2.2 Voltage changes, fluctuations, dips and short interruptions	33
5.2.3 Voltage unbalance and frequency variations	35
5.2.4 Supply influences	35
5.3 Basic immunity requirements – high-frequency disturbances	37
5.3.1 First environment	37
5.3.2 Second environment.....	39
5.3.3 Immunity against electromagnetic fields.....	41
5.4 Application of immunity requirements – statistical aspect	45
6 Emission requirements	45
6.1 Basic emission limits in the low-frequency area.....	47
6.1.1 Commutation notches.....	47
6.1.2 Harmonics and interharmonics	49
6.1.3 Voltage fluctuations	51
6.1.4 Common mode harmonic emission (low-frequency common mode voltage)	51
6.2 Conditions during high-frequency tests.....	51
6.2.1 General measurement requirements.....	51
6.2.2 Connection requirements.....	53

Articles	Pages
6.3 Limites d'émission de base en haute fréquence	52
6.3.1 Premier environnement	52
6.3.2 Deuxième environnement	56
6.4 Application des prescriptions d'émission – aspects statistiques	60
7 Prescriptions minimales sur les aspects de sécurité	62
7.1 Sécurité pendant les essais d'immunité	62
7.2 Sécurité pendant le fonctionnement	62
7.3 Sécurité relative à cette norme	62
Annexes	
A Techniques de CEM	64
B Phénomènes basse fréquence	96
C Compensation de la puissance réactive – filtrage	130
D Considérations sur l'émission en haute fréquence	154
E Bibliographie	170

Withdrawing

Clause	Page
6.3 Basic emission limits in the high-frequency area	53
6.3.1 First environment	53
6.3.2 Second environment.....	57
6.4 Application of emission requirements – statistical aspects.....	61
7 Minimum requirements for safety aspects	63
7.1 Safety during immunity tests	63
7.2 Safety during operation.....	63
7.3 Safety related to this standard	63
Annexes	
A EMC techniques	65
B Low-frequency phenomena.....	97
C Reactive power compensation – filtering	131
D Considerations on high-frequency emission	155
E Bibliography	171

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 3: Norme de produit relative à la CEM incluant des méthodes d'essais spécifiques

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 1800-3 a été établie par le sous-comité d'études 22G de la CEI: Convertisseurs à semiconducteurs pour les systèmes d'entraînement électriques à vitesse variable du comité d'études 22 de la CEI: Electronique de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22G/31/FDIS	22G/34/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.

Les annexes A, B, C, D et E sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER
DRIVE SYSTEMS –****Part 3: EMC product standard
including specific test methods**

FOREWORD

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

International Standard IEC 1800-3 has been prepared by IEC technical subcommittee 22G: Semiconductor power converters for adjustable speed electric drive systems, of IEC technical committee 22: Power electronics.

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

FDIS	Report on voting
22G/31/FDIS	22G/34/RVD

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

Annexes A, B, C, D and E are for information only.

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 3: Norme de produit relative à la CEM incluant des méthodes d'essais spécifiques

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale spécifie les prescriptions de compatibilité électromagnétique (CEM) applicables aux entraînements de puissance (PDS). Ce sont des entraînements à vitesse variable pour moteurs électriques à courant alternatif ou continu. Les prescriptions sont données pour les entraînements raccordés à des réseaux «alternatifs» de tension nominale inférieure à 1 000 V (en valeur efficace). Pour les tensions d'alimentation en courant alternatif, dont la valeur efficace est supérieure à 1 000 V, les prescriptions CEM sont à l'étude et, dans l'attente d'une nouvelle publication, elles feront l'objet d'un accord entre le constructeur (fournisseur) et l'utilisateur.

Les PDS couverts par cette norme sont installés aussi bien en environnement industriel que résidentiel, à l'exception des applications de traction et des véhicules électriques. Ils peuvent être raccordés soit à un réseau de distribution industriel, soit à un réseau 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, et n'alimente que des clients industriels. Ces entraînements peuvent aussi être raccordés directement au réseau public basse tension qui alimente également des locaux d'habitation, et dont le neutre est généralement relié à la terre.

Les entraînements couverts par cette norme sont souvent inclus dans un système plus grand; l'aspect système n'est pas l'objet de la présente norme, cependant les annexes informatives fournissent quelques indications à ce sujet.

Les prescriptions ont été choisies de manière à assurer des niveaux de CEM appropriés aux PDS sur sites industriels ou publics. Néanmoins, ces niveaux ne peuvent pas couvrir les cas extrêmes dont la probabilité d'apparition est très faible. Les changements de comportement CEM de l'entraînement pouvant résulter de défaillance du matériel ne sont pas pris en compte.

Cette norme a pour objet de définir les limites et les moyens d'essai pour les PDS. Elle comporte des prescriptions d'immunité et des prescriptions d'émissions électromagnétiques. L'émission peut perturber d'autres équipements électroniques (par exemple les récepteurs de radio, appareils de mesure et calculateurs). L'immunité est nécessaire pour protéger l'équipement des perturbations continues et transitoires, conduites et rayonnées, comprenant aussi les décharges électrostatiques. Pour d'évidentes raisons économiques, les prescriptions d'émission et d'immunité doivent résulter d'un compromis qui tient aussi compte de l'environnement réel du PDS.

La présente norme définit les prescriptions minimales de compatibilité électromagnétique auxquelles chaque PDS doit répondre.

Elle ne précise pas toutes les prescriptions de sécurité des équipements telles que la protection contre les chocs électriques, la coordination d'isolement et les essais diélectriques qui en découlent, ou les prescriptions relatives à un fonctionnement dangereux, ou encore concernant les conséquences dangereuses d'une défaillance.

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 3: EMC product standard including specific test methods

1 Scope and object

This International Standard specifies electromagnetic compatibility (EMC) requirements for power drive systems (PDSs). These are adjustable speed a.c. or d.c. motor drives. Requirements are stated for PDSs which are connected to mains supplies with a rated voltage of up to 1 000 V a.c. r.m.s. For supply voltages higher than 1 000 V a.c. r.m.s. EMC requirements are under consideration and, until a new publication is produced, they will result from agreement between manufacturer/supplier and user.

PDSs covered by this standard are those installed in industrial and residential environments with the exception of traction applications and electric vehicles. PDSs may 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. On the other hand, PDSs can be directly connected to low-voltage public mains networks which also supply domestic premises, and in which the neutral is generally earthed (grounded).

PDSs covered by this standard are often included in a larger system, the system aspect is not covered by this standard, but guidance is provided in the informative annexes.

The requirements have been selected so as to ensure an adequate level of electromagnetic compatibility (EMC) for PDSs in industrial and public locations. The levels cannot, however, cover extreme cases which are most unlikely to occur. Changes in the EMC behaviour of a PDS, as a result of fault conditions, are not taken into account.

The object of this standard is to define the limits and test methods for a PDS. It includes immunity requirements and requirements against electromagnetic emissions. Emission can cause interference in other electronic equipment (for example radio receivers, measuring and computing devices). Immunity is required to protect the equipment from continuous and transient conducted and radiated disturbances, including electrostatic discharges. For evident economic reasons, the emission and immunity requirements should be balanced against each other and against the actual environment of the PDS.

This standard defines the minimum electromagnetic compatibility requirements for a PDS.

This standard does not specify all 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.

Dans des cas spécifiques, par exemple lorsqu'on utilise un appareil de grande susceptibilité électromagnétique dans le voisinage immédiat d'un PDS, il est possible qu'il faille mettre en place des protections supplémentaires pour réduire l'émission électromagnétique en dessous des niveaux spécifiés ou pour augmenter l'immunité de l'appareil très susceptible.

Cette norme CEM de produit pour PDS prévaut devant tous les aspects des normes génériques et des essais CEM supplémentaires ne sont ni demandés ni nécessaires. Lorsqu'un PDS est incorporé dans un équipement couvert par sa propre norme CEM de produit, cette dernière s'applique pleinement à cet équipement.

2 Références normatives

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

CEI 50(131): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

CEI 50(151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 50(161): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 146-1-1: 1991, *Convertisseurs à semiconducteurs. Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base*

CEI 364-3: 1993, *Installations électriques des bâtiments – Partie 3: Détermination des caractéristiques générales*

CEI 664-1: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 1000-2-1: 1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 1: Description de l'environnement – Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation*

CEI 1000-2-2: 1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation à basse tension*

CEI 1000-2-4: 1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 4: Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

CEI 1000-2-6: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 6: Evaluation des niveaux d'émission dans l'alimentation des centrales industrielles tenant compte des perturbations conduites à basse fréquence*

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

This product EMC standard for PDSs takes precedence over all aspects of the generic standards, and no additional EMC tests are required or necessary. 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 normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(131): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 50(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 50(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 146-1-1: 1991, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*

IEC 364-3: 1993, *Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics*

IEC 664-1: 1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 1000-2-1: 1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*

IEC 1000-2-2: 1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 2: Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 1000-2-4: 1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 1000-2-6: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 6: Assessment of the emission levels in the power supply of industrial plants as regards low-frequency conducted disturbances*

CEI 1000-3-2: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 2: Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

CEI 1000-3-3: 1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 3: Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant assigné ≤ 16 A*

CEI 1000-3-5: 1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 5: Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant assigné supérieur à 16 A*

CEI 1000-4-2: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques*. Publication fondamentale en CEM

CEI 1000-4-3: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 1000-4-4: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en sèves* – Publication fondamentale en CEM
Amendement 1 (1995)

CEI 1000-4-5: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essais d'immunité aux ondes de choc*

CEI/FDIS 1000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Essais d'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*¹⁾

CEI 1000-4-8: 1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 8: Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau* – Publication fondamentale en CEM

CEI 1000-4-9: 1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 9: Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel* – Publication fondamentale en CEM

CEI 1000-4-10: 1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 10: Essai d'immunité au champ magnétique oscillatoire amorti* – Publication fondamentale en CEM

CEI CISPR 11: 1990, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations électromagnétiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique*

CEI CISPR 16-1: 1993, *Spécification des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

¹⁾ Actuellement au stade de projet final de Norme internationale (65A/165/FDIS)

IEC 1000-3-2: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 2: Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 1000-3-3: 1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A*

IEC 1000-3-5: 1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 5: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A*

IEC 1000-4-2: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test* – Basic EMC Publication

IEC 1000-4-3: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 1000-4-4: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test* – Basic EMC publication Amendment 1 (1995)

IEC 1000-4-5: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*

IEC/FDIS 1000-4-6: *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
1)

IEC 1000-4-8: 1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test* – Basic EMC publication

IEC 1000-4-9: 1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 9: Pulse magnetic field immunity test* – Basic EMC publication

IEC 1000-4-10: 1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 10: Damped oscillatory magnetic field immunity test* – Basic EMC publication

IEC CISPR 11: 1990, *Limits and methods of measurement of electromagnetic disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment*

IEC CISPR 16-1: 1993, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

1) At present at the stage of Final Draft International Standard (65A/165/FDIS)

3 Définitions

Les définitions relatives à la CEM et aux phénomènes concernés sont données au chapitre 161 du VEI (CEI 50), dans les publications CISPR, ainsi que dans d'autres publications de la CEI (voir article 2). Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions supplémentaires suivantes sont applicables.

Un entraînement de puissance ou «puissance d'entraînement système» (PDS) est constitué d'un moteur et d'un équipement variateur ou «composition de motorisation» (CDM). Il ne comprend pas le matériel entraîné par le moteur. L'équipement variateur (CDM) est composé d'un variateur ou «base de motorisation» (BDM) et de ses extensions possibles telles que la section d'alimentation ou certains auxiliaires (exemple: ventilation). Le variateur (BDM) comporte le convertisseur de puissance, l'ensemble commande-contrôle et les fonctions de protection propres. La figure 1 montre les limites entre un entraînement (PDS), le reste de l'installation et/ou les processus de fabrication.

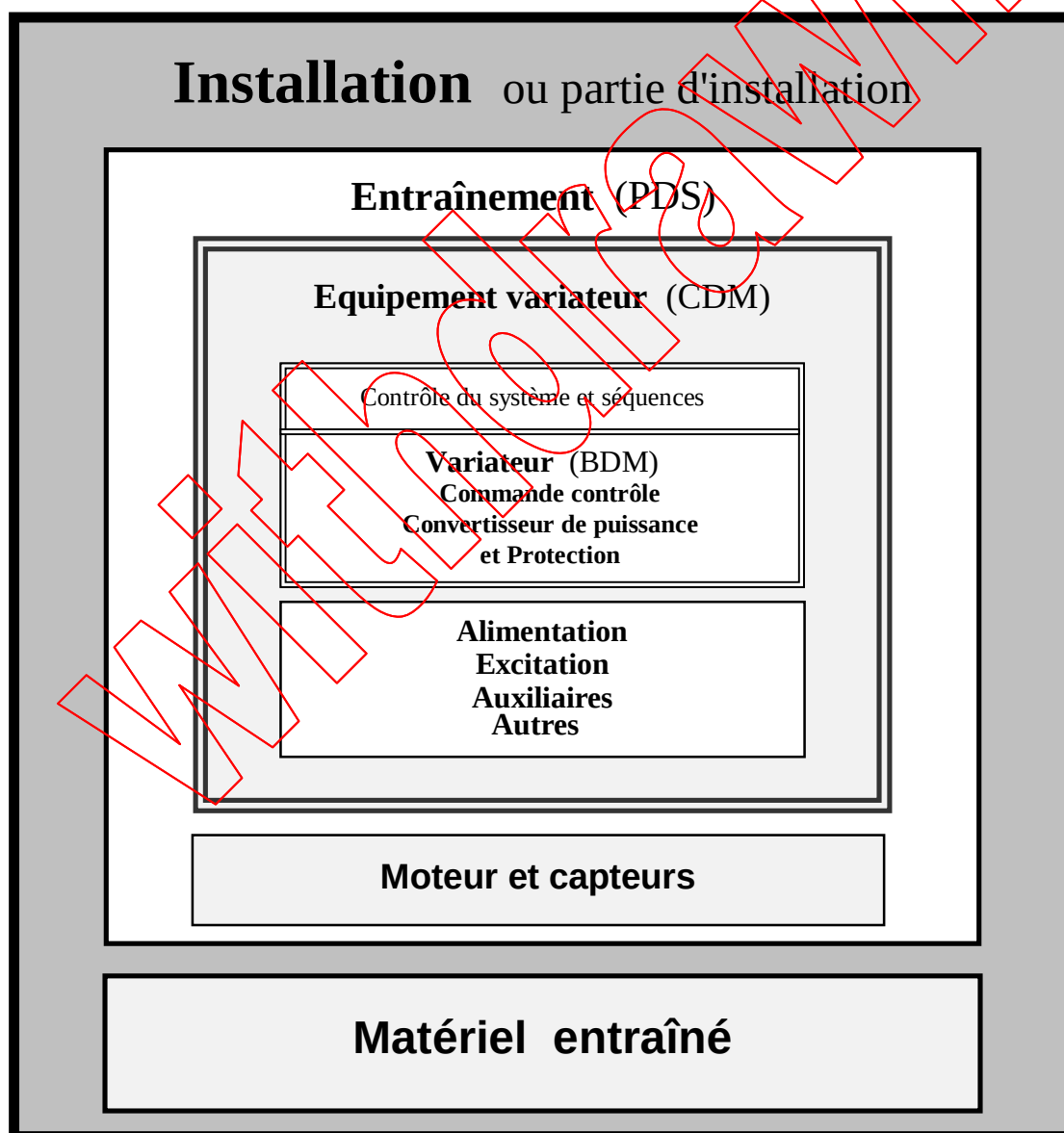


Figure 1 – Définition de l'installation et de son contenu

3 Definitions

Definitions related to EMC and to relevant phenomena may be found in chapter 161 of the IECV (IEC 50), in CISPR, and other IEC publications (see clause 2). For the purpose of this International Standard, the following additional definitions apply.

A power drive system (PDS) consists of a motor and a complete drive module (CDM). It does not include the equipment driven by the motor. The CDM consists of a basic drive module (BDM) and its possible extensions, such as the feeding section or some auxiliaries (for example ventilation). The BDM contains converter, control and self protection functions. Figure 1 shows the boundary between the PDS and the rest of the installation and/or manufacturing process.

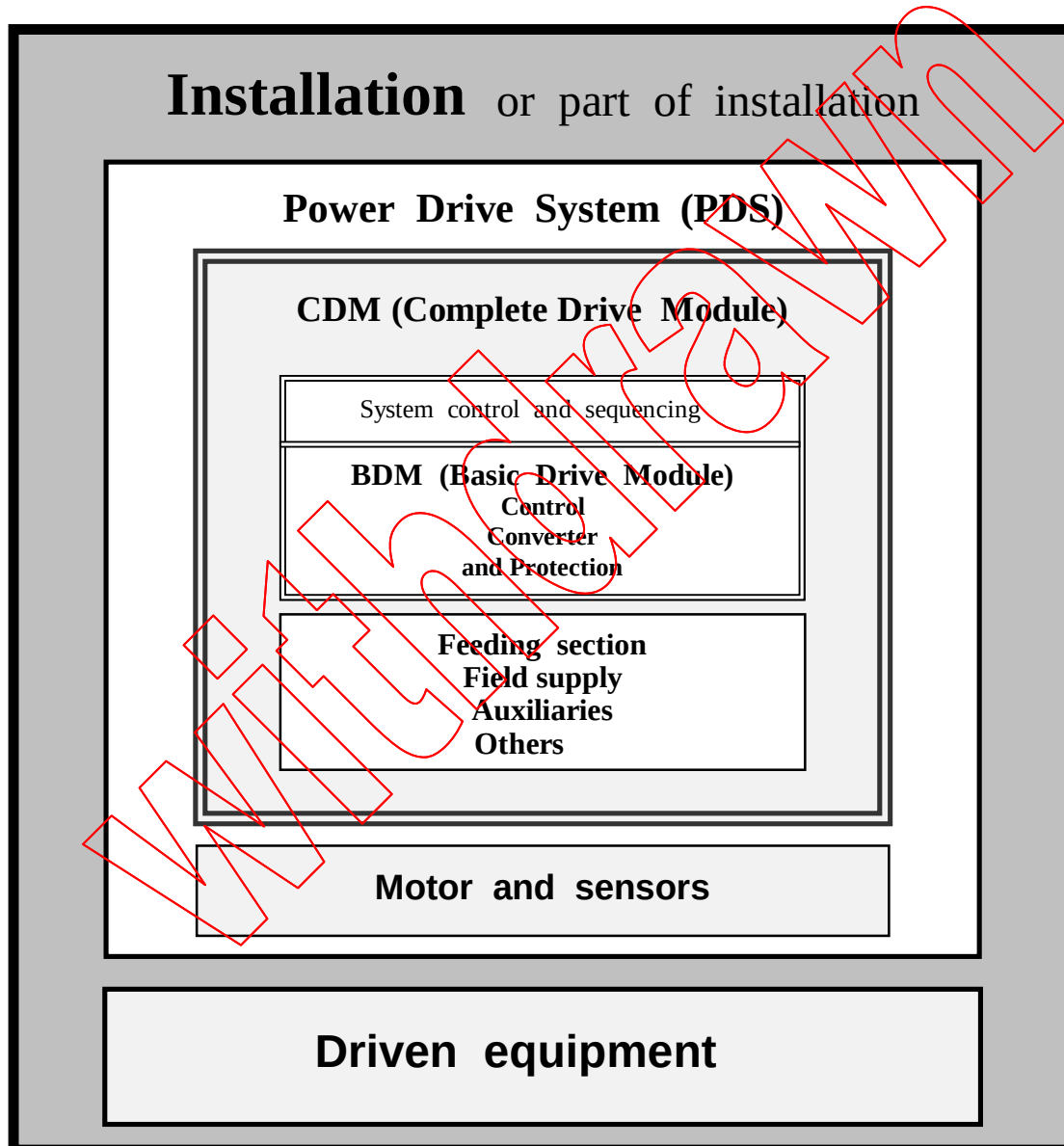


Figure 1 – Definition of the installation and its contents

Si le (PDS) comporte son propre transformateur, celui-ci est considéré comme une partie du (CDM).

3.1 distribution non restreinte: Mode de commercialisation dans lequel la fourniture de l'équipement ne dépend pas de la compétence de l'acheteur ou de l'utilisateur en matière de CEM et de mise en oeuvre des entraînements.

NOTE – Cela implique des limites d'émission strictes, en accord avec les prescriptions essentielles de protection CEM.

3.2 distribution restreinte: Mode de commercialisation dans lequel le fabricant limite la fourniture des équipements à des distributeurs, clients ou utilisateurs, qui individuellement ou conjointement ont la compétence technique nécessaire pour appliquer les prescriptions CEM relatives à la mise en oeuvre des entraînements.

NOTE – Pour des raisons économiques évidentes, il est souhaitable que les partenaires satisfassent aux exigences essentielles CEM de protection pour l'installation spécifique qui les concerne, par le choix d'une classe d'émission appropriée, par des mesures *in situ* prenant en compte les conditions de voisinage effectives et par l'échange de spécifications techniques.

3.3 premier environnement: Lieu à usage domestique, ou dont l'alimentation électrique est directement fournie sans transformateur intermédiaire, par un réseau public basse tension qui alimente aussi des bâtiments à usage domestique.

3.4 deuxième environnement: Lieu autre que pris parmi ceux qui sont directement alimentés en électricité par un réseau public basse tension qui alimente aussi des bâtiments à usage domestique.

3.5 plate-forme (d'essais) constructeur: Lieu situé à l'intérieur de l'atelier ou du laboratoire du constructeur et dédié aux essais des équipements fabriqués par ce dernier. Ces équipements peuvent être un entraînement (PDS), un équipement variateur (CDM) ou un variateur (BDM).

3.6 (essai) *in situ*: Lieu où l'équipement est installé pour son usage normal par l'utilisateur final, l'équipement peut être essayé en ce lieu.

3.7 site d'essais (de rayonnement): Emplacement satisfaisant aux conditions nécessaires pour effectuer la mesure correcte, dans des conditions définies, des champs électromagnétiques rayonnés par des appareils en essai. [VEI 161-04-28]

3.8 accès: Limite particulière entre l'entraînement (PDS) et l'environnement électromagnétique du processus (voir figure 2). [VEI 131-02-21 modifié]

3.9 accès enveloppe: Limite physique de l'entraînement (PDS) à travers laquelle les champs électromagnétiques peuvent rayonner ou être absorbés (voir figure 2).

3.10 accès mesure et commande de processus: Borne d'entrée ou de sortie (E/S) pour une connexion entre le processus et l'entraînement (PDS) comme défini à l'article 3 (voir figure 2).

3.11 accès puissance: Accès par lequel l'entraînement (PDS) est raccordé à l'alimentation de puissance qui alimente aussi d'autres équipements.

3.12 liaison mécanique: Liaison mécanique entre l'arbre du moteur de l'entraînement (PDS) et le matériel entraîné du processus ainsi que défini à l'article 3.

3.13 interface signal: Borne d'entrée ou de sortie (E/S) pour une ligne de connexion entre le variateur ou l'équipement variateur (BDM/CDM) et une autre partie de l'entraînement (PDS) (voir figure 2).

If the power drive system (PDS) has its own dedicated transformer, this transformer is included as a part of the complete drive module (CDM).

3.1 unrestricted distribution: Mode of sales distribution in which the supply of equipment is not dependent on the EMC competence of the customer or user for the application of drives.

NOTE – This implements restrictive emission limits in accordance with essential EMC protection requirements.

3.2 restricted distribution: Mode of sales distribution in which the manufacturer restricts the supply of equipment to suppliers, customers or users who separately or jointly have technical competence in the EMC requirements of the application of drives.

NOTE – For economical reasons, the partners should ensure the essential EMC protection requirements for the specific installation, by choice of suitable emission class, by measurement *in situ* with actual boundary conditions and by exchange of technical specifications.

3.3 first environment: Environment that includes domestic premises. It also includes establishments directly connected without intermediate transformers to a low-voltage power supply network which supplies buildings used for domestic purposes.

3.4 second environment: Environment that includes all establishments other than those directly connected to a low-voltage power supply network which supplies buildings used for domestic purposes.

3.5 manufacturer's premises (for test): Location within manufacturer's workshop or laboratory, dedicated for testing the equipment they manufacture, this equipment may be PDS or CDM or BDM.

3.6 in situ (for test): Location where the equipment is installed for its normal use by the end user. The equipment may be tested there.

3.7 test site (radiation): A site meeting the requirements necessary for correctly measuring, under defined conditions, electromagnetic fields emitted by a device under test. [IEV 161-04-28]

3.8 port: A particular boundary of the specified PDS with the electromagnetic environment of the process (see figure 2). [IEV 131-02-21 modified]

3.9 enclosure port: Physical boundary of the PDS through which electromagnetic fields may radiate or impinge (see figure 2).

3.10 port for process measurement and control: Input/output (I/O) port for a conductor or cable which connects the process to the PDS as defined in clause 3 (see figure 2).

3.11 power port: Port which connects the PDS to the power supply which also feeds other equipment.

3.12 mechanical link: Mechanical connection between the shaft of the motor of the PDS and the driven equipment of the process as defined in clause 3.

3.13 signal interface: Input/output (I/O) connection for a line connecting the basic drive module or complete drive module (BDM/CDM) to another part of the PDS (see figure 2).

3.14 PCC, PCI, PC: Ces définitions sont données dans la CEI 1000-2-4.

NOTE – En bref:

- le PCC est le point de couplage commun sur un réseau public;
- le PCI est le point de couplage dans l'installation;
- le PC est le point de couplage (dans l'un et l'autre cas).

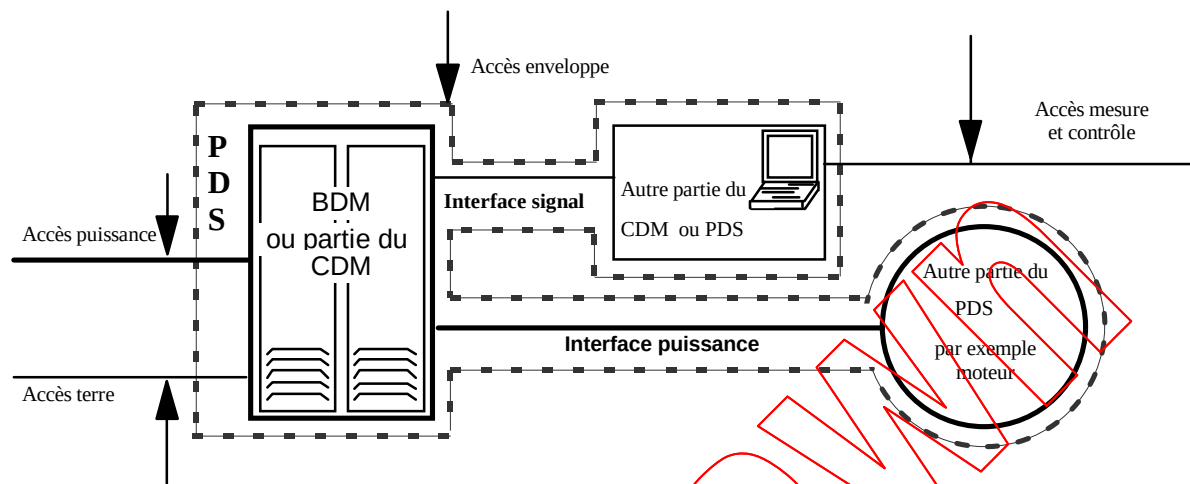


Figure 2 – Interfaces internes d'un PDS et exemples d'accès

3.15 interface puissance: Raccordements nécessaires à la distribution de puissance électrique à l'intérieur de l'entraînement (PDS) (voir figure 3 et explications en A.2).

NOTE – Les interfaces de puissance du PDS peuvent avoir différentes formes et extensions:

- à l'intérieur du BDM/CDM

Une interface de puissance peut être le raccordement destiné à la distribution de la puissance électrique d'une partie du BDM/CDM à une autre partie du BDM/CDM. Une interface puissance peut être commune à différents PDS. En conformité avec l'article 4, on ne tient pas compte des effets cumulatifs. Voir les exemples des figures 3 et 4.

La figure 3 représente une interface de puissance qui distribue la puissance depuis le convertisseur d'entrée (où la puissance est convertie de sa forme disponible sur le réseau en une autre forme [ici courant continu c.c.]) aux convertisseurs de sortie (où la puissance est transformée d'une forme intermédiaire [ici c.c.] en une autre forme [ici c.a.] qui peut alimenter directement des moteurs à courant alternatif).

La figure 4 représente une interface de puissance qui distribue la puissance du secondaire d'un transformateur (faisant partie du CDM) à chaque BDM.

- à l'intérieur du PDS

On remarque que le raccordement entre le convertisseur et le ou les moteurs est lui aussi une interface de puissance. C'est la dernière interface de puissance avant la conversion en puissance mécanique.

3.14 PCC, IPC, PC: These definitions are given in IEC 1000-2-4.

NOTE – Briefly:

- PCC is the point of common coupling on a public network;
- IPC is the in-plant point of coupling;
- PC is the point of coupling (for either of these cases).

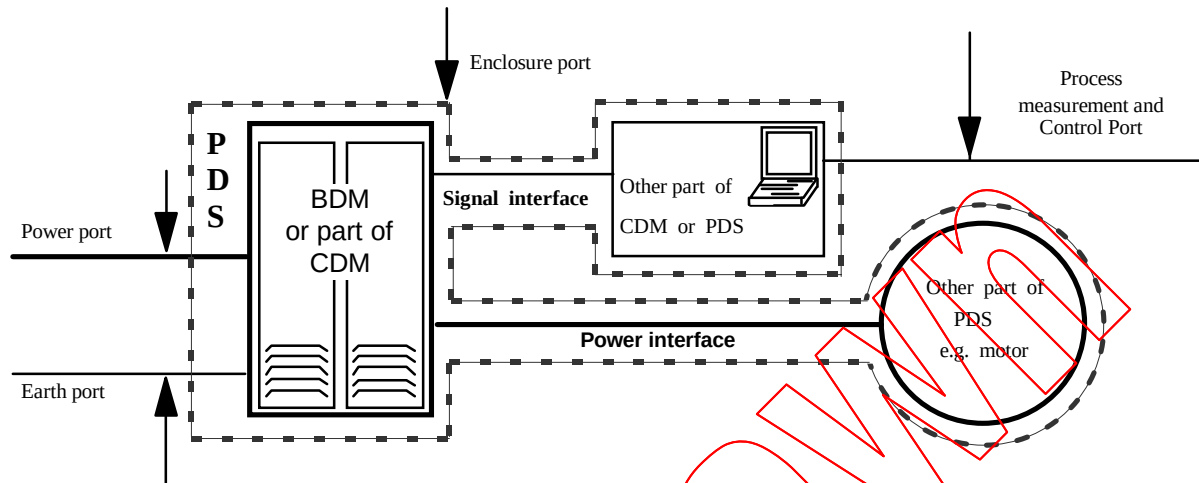


Figure 2 – Internal interfaces of the PDS and examples of ports

3.15 power interface: Connections needed for the distribution of electrical power within the PDS (see figure 3 and explanation in A 2).

NOTE – The power interfaces of the PDS may have different forms and extensions:

- within the CDM/BDM

A power interface may be the connection for distribution of electrical power from one part of the BDM/CDM to another part of the BDM/CDM. One power interface may be common to different PDSs. According to clause 4, no cumulative effects have to be considered. For examples, see figures 3 and 4.

Figure 3 shows a power interface which distributes power from an input converter (where power is converted from the mains to another type [here d.c. power]) to output inverters (where power is converted from an intermediate form [here d.c.] to another type [here a.c.] which can be directly applied to a.c. motors).

Figure 4 shows a power interface which distributes power from the secondary of a transformer (which is part of the CDM) to individual BDMs.

- within the PDS

Note that the connection between the inverter and the motor or the motors is also a power interface. It is the last power interface before the conversion to mechanical power.

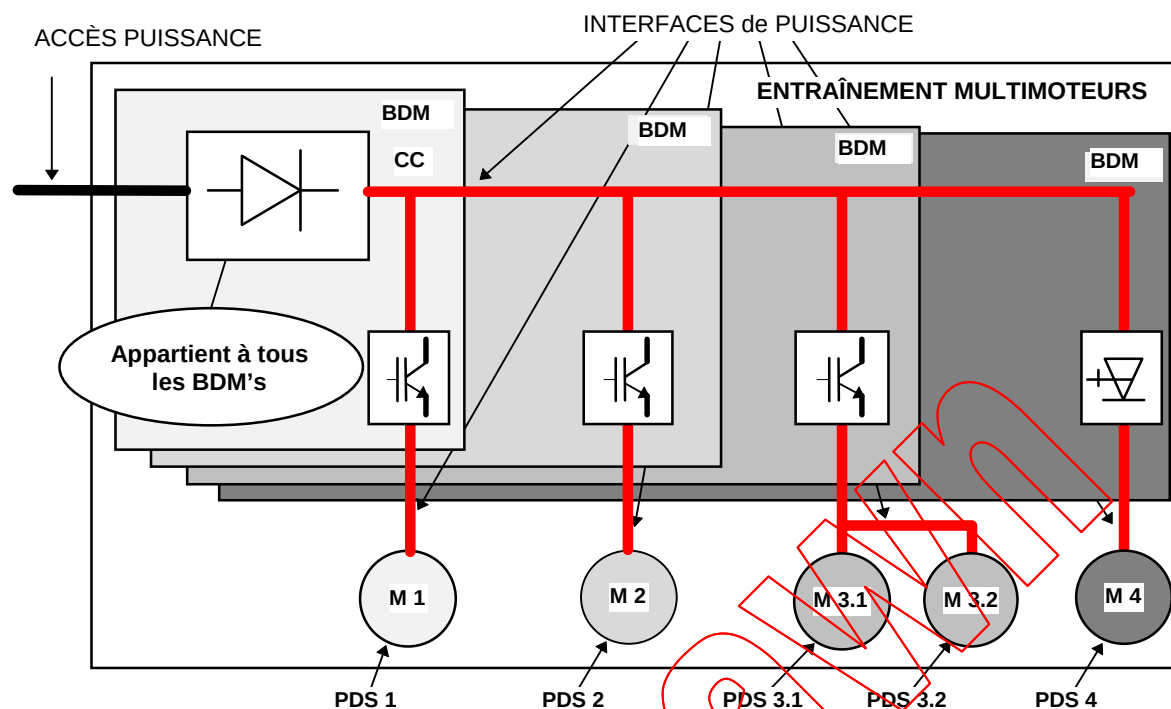


Figure 3 – Interfaces de puissance avec BUS CONTINU commun

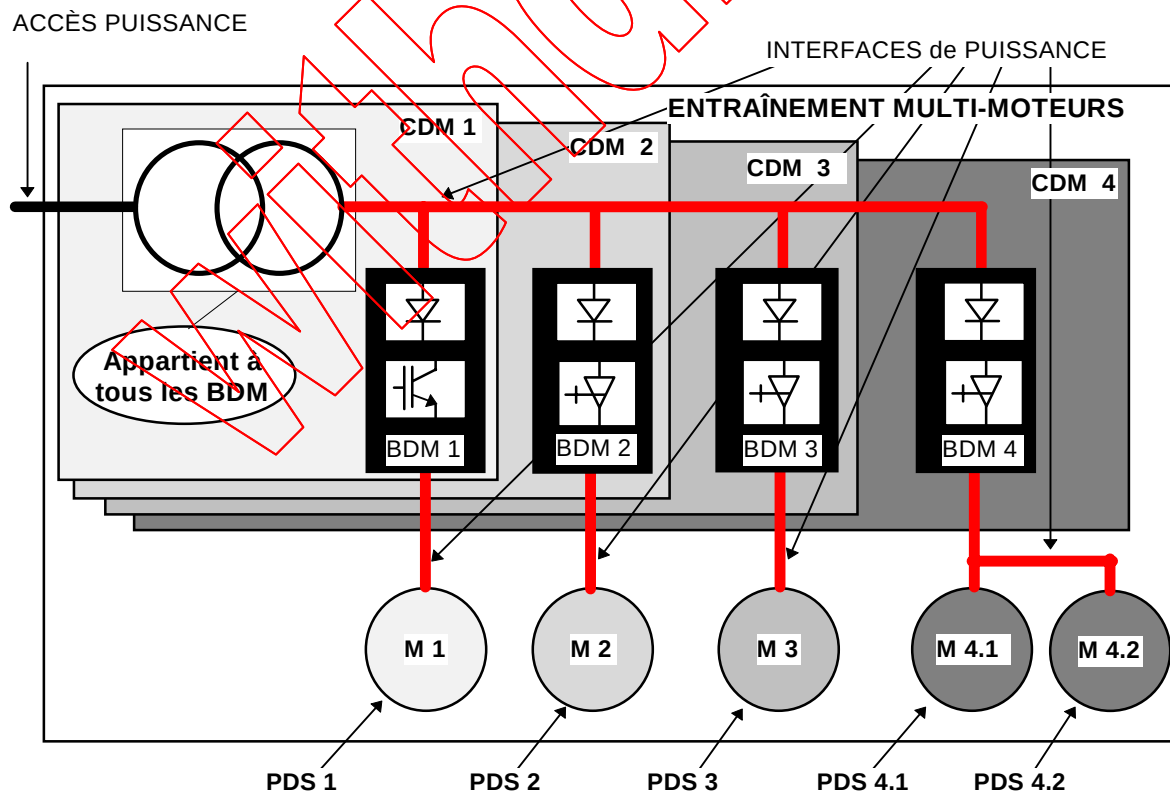


Figure 4 – Interfaces de puissance avec transformateur d'entrée commun

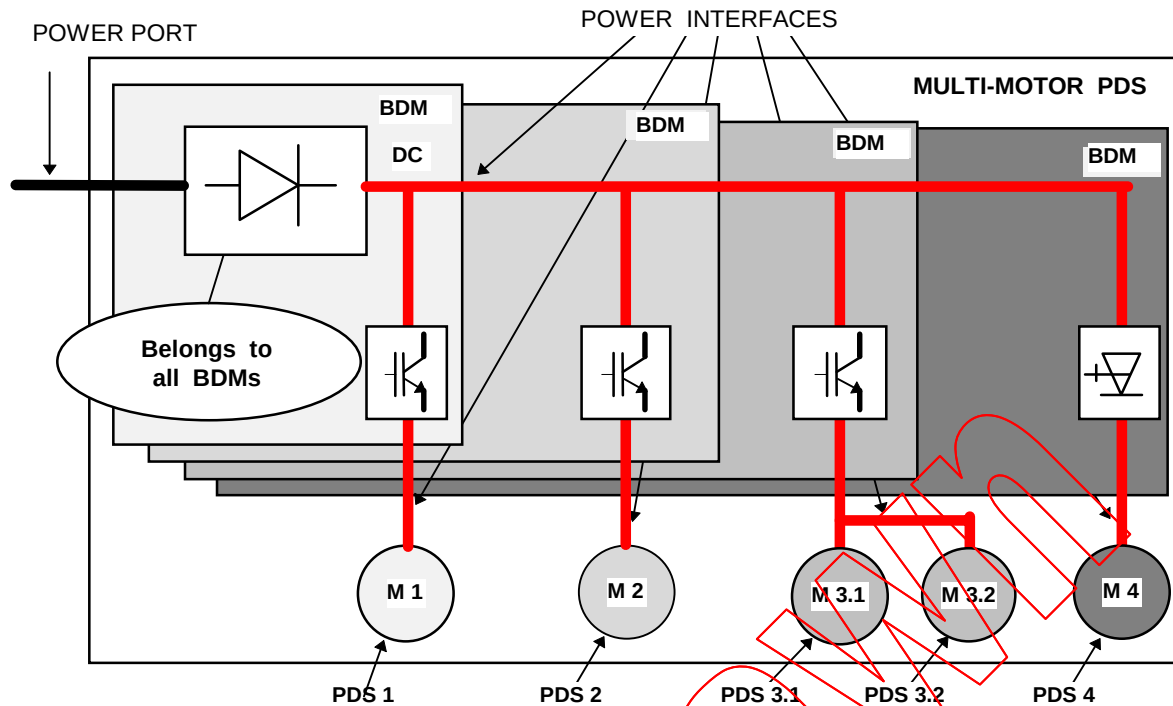


Figure 3 – Power interfaces of a PDS with common DC BUS

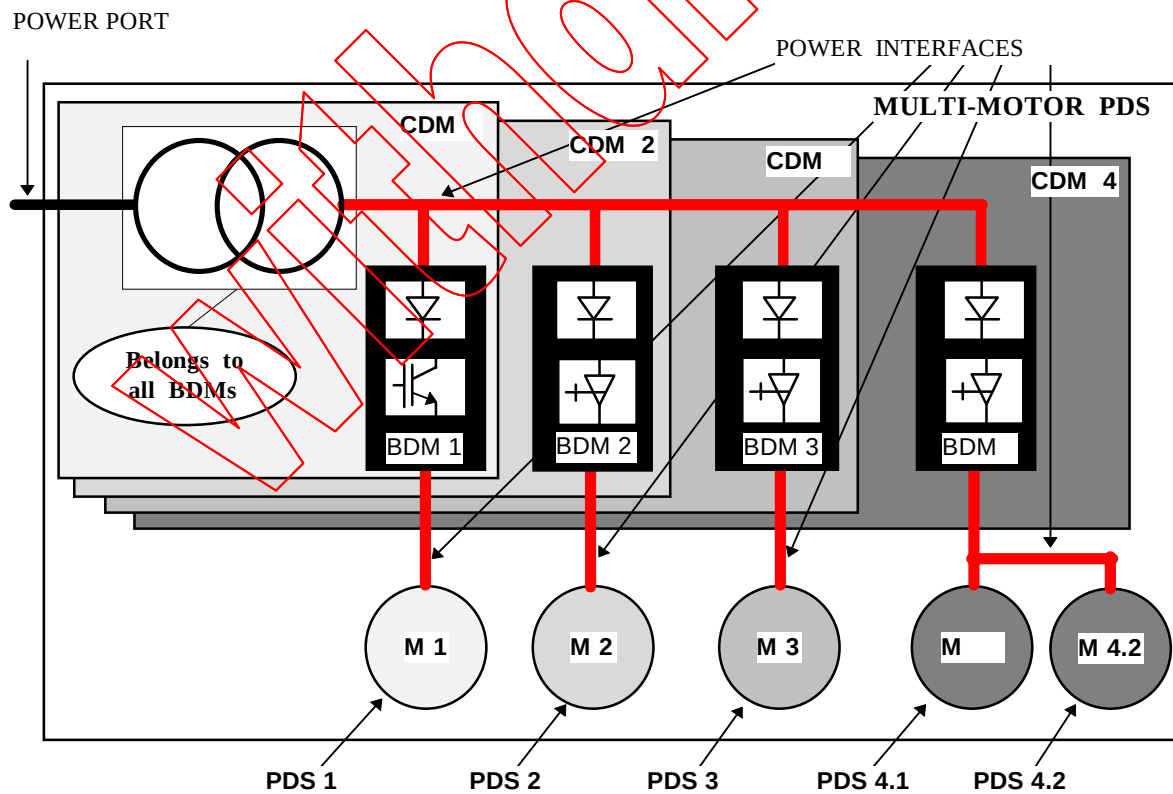


Figure 4 – Power interfaces with common input transformer

3.16 convertisseur (de l'équipement variateur (CDM)): Élément qui transforme la tension et/ou le courant et/ou la fréquence du réseau de distribution en tension et/ou courant et/ou fréquence de l'alimentation du moteur (voir détails en A.2).

NOTES

1 Le convertisseur comprend les dispositifs de commutation électroniques et leurs circuits de commutation associés. Il est commandé par des transistors ou des thyristors ou par tout autre composant de commutation puissance à semiconducteur.

2 Le convertisseur peut être commuté par le réseau, par la charge ou autocommuté et peut être composé, par exemple, d'un ou de plusieurs redresseurs ou convertisseurs.

3.17 moteur (électrique): Machine électrique qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. [VEI 151-01-53]

3.18 moteur (de l'entraînement (PDS)): Pour les besoins de la présente norme, le moteur inclut tous les capteurs associés destinés à permettre le fonctionnement et interagissant avec l'équipement variateur (CDM).

4 Prescriptions communes

On doit examiner individuellement les phénomènes, qu'ils soient relatifs à l'émission ou à l'immunité. Les limites sont établies pour des conditions relatives aux effets non cumulés.

4.1 Aspects système

Souvent, les PDS n'ont pas une configuration fixe. La façon de convertir l'énergie électrique et de la transformer en énergie mécanique peut varier suivant les demandes de l'utilisateur et les conditions économiques, en dépit par exemple, de puissances de sortie assignées identiques. La figure 1 montre que différentes sections d'alimentation ou d'auxiliaires ainsi que différents moteurs et transformateurs peuvent être associés dans l'entraînement. Dans ces conditions, il n'est pas nécessaire d'essayer toutes les configurations possibles. Pour une simulation réaliste de la situation CEM, on doit choisir une configuration typique pour l'essai de type tel que défini en 4.1 de la CEI 146-1-1.

L'application d'essais pour évaluer l'immunité doit dépendre du PDS concerné, de sa configuration, de ses accès, de sa technologie et de ses conditions de fonctionnement (voir annexes).

4.2 Essais

4.2.1 Conditions générales

Tous les essais spécifiés dans cette norme ont pour objet d'assurer la conformité avec les prescriptions essentielles de CEM et sont uniquement des essais de type. L'essai doit être effectué en utilisant les règles de câblage préconisées par le constructeur.

On doit choisir le lieu d'essais de l'équipement *in situ*, chez le constructeur ou sur un site d'essai par application de critères économiques et pratiques. L'équipement doit satisfaire aux prescriptions lorsque les mesures sont effectuées selon la méthode spécifiée.

Aucun essai CEM supplémentaire n'est demandé, ni nécessaire en plus de ceux précisés dans la présente norme.

Des mesures de sécurité doivent être prises contre tout effet non intentionnel sur le processus complet qui pourrait résulter de défaillances au cours d'un quelconque essai CEM.

3.16 converter (of the complete drive module (CDM)): The converter of the CDM is the unit which changes voltage and/or current and/or frequency of the mains supply to the voltage and/or current and/or frequency that feed the network of the motor (see details in A.2).

NOTES

- 1 The converter comprises electronic commutating devices and their associated commutation circuits. It is controlled by transistors or thyristors or any other power switching semiconductor devices.
- 2 The converter can be line, load or self-commutated and can consist, for example, of one or more rectifiers or inverters.

3.17 (electric) motor: An electric machine that converts electric energy into mechanical energy. [IEV 151-01-53]

3.18 motor (of the PDS): For the purpose of this standard, the motor includes all sensors which are mounted on it and which are relevant for supporting the operating mode and interacting with a complete drive module (CDM).

4 Common requirements

All phenomena, from the emission or immunity point of view, shall be considered individually. The limits are given for conditions which do not take into account cumulative effects.

4.1 System aspects

PDSs often do not have a fixed configuration. The way of converting electrical power and transforming it to mechanical power may vary depending on the customers' requirements and economical conditions in spite of, for example, identical output power ratings. Figure 1 shows that different feeding sections or auxiliaries as well as different motors and transformers can be combined inside the drive system. For these conditions, every possible arrangement need not be tested. For a realistic simulation of the EMC situation, a typical configuration for the type test as defined in 4.1 of IEC 146-1-1 shall be chosen.

The application of tests for evaluation of immunity shall depend on the particular PDS, its configuration, its ports, its technology and its operating conditions (see annexes).

4.2 Tests

4.2.1 General conditions

All the tests specified in this standard are dedicated to ensure compliance with the essential EMC requirements and are type tests only. The test shall be performed using the manufacturer's recommended wiring practices.

The equipment shall be tested *in situ*, at the manufacturer's premises, or at a test site, depending on the economic and practical considerations. It shall meet the requirements when measured by the test methods specified.

No additional EMC tests are required or necessary beyond those stated in this standard.

Safeguards shall be taken against any unintended effects on the total process that may result from an equipment failure while an EMC test is being conducted.

Pour l'essai, et sauf spécification contraire du constructeur, le CDM doit être raccordé à un moteur standard de puissance appropriée par un câble et des règles de mise à la terre définies par le constructeur. Dans certains cas, il est permis d'appliquer des charges passives (résistives ou inductives-résistives) additionnelles (pour l'évaluation des émissions basse fréquence, par exemple). Mais dans de tels cas, il est à noter que les configurations de charge passive devraient être blindées pour simuler l'enveloppe métallique d'un moteur. Il faut noter que la capacité parasite entre la charge et la terre n'est pas normalisable mais peut être différente de celle d'un moteur (environ 1 nF... 20 nF ou plus) pour l'évaluation de l'émission haute fréquence.

La description des essais, les méthodes d'essai, les caractéristiques des essais et les dispositifs d'essai sont précisés dans les normes référencées et ne sont pas répétées ici. Néanmoins, si des modifications, prescriptions et informations complémentaires ou procédures d'essais spécifiques sont nécessaires pour la réalisation et la mise en oeuvre des essais, alors celles-ci seront précisées dans cette norme.

4.2.2 Rapport d'essais

Les résultats des essais doivent être consignés dans un rapport d'essais. Le rapport doit présenter clairement et sans ambiguïté toutes les informations relatives aux essais (par exemple les conditions de charge, le cheminement des câbles, etc.). Une description fonctionnelle et une définition des limites de spécification des critères de qualification doivent être fournies par le constructeur et notées dans le rapport d'essais.

Les modalités retenues pour l'essai doivent être justifiées dans le rapport d'essai. On doit employer un nombre de bornes suffisant pour simuler les conditions réelles de fonctionnement et pour s'assurer que tous les types de bornes pouvant être concernés sont pris en compte. Les essais doivent être effectués à la tension assignée d'alimentation et de façon reproductible.

4.3 Documentation pour l'utilisateur

Le constructeur doit fournir à l'installateur ou à l'utilisateur la documentation nécessaire du BDM, CDM ou du PDS, qui permette de réaliser une installation correcte dans un système ou un processus typique. L'utilisateur doit être informé de la nécessité éventuelle de composants additionnels ou de mesures complémentaires qui permettent de satisfaire aux prescriptions CEM d'un environnement donné, par exemple impédance maximale du réseau, utilisation de câbles blindés ou spéciaux ou de longueur maximale, ou encore utilisation de filtres aussi bien que prescriptions de mise à la terre correcte.

Une liste de matériels ou équipements optionnels, qui doivent être ajoutés à l'entraînement pour satisfaire aux prescriptions d'immunité ou d'émission de différents environnements, doit être disponible. De même, la liste des matériels auxiliaires (options et extensions), qui peuvent être ajoutés au PDS et qui satisfont aux prescriptions d'immunité et/ou d'émission, doit aussi être disponible. Le constructeur est responsable du choix de toute information nécessaire à la réalisation correcte d'une installation typique, en fonction de la complexité et des caractéristiques du produit fourni, selon qu'il s'agit d'un BDM, CDM ou PDS, et en tenant compte de la sensibilité de l'environnement (CEM).

Ces informations peuvent aussi figurer au rapport d'essais, afin de clarifier l'association finalement recommandée. Par exemple, ce type d'information complémentaire est indispensable pour l'installation d'un BDM en environnement domestique. Le contenu du guide d'application doit aussi être adapté à la compétence type des utilisateurs.

For the test, unless otherwise specified by the manufacturer, the CDM shall be connected to a standard motor of adequate ratings with a cable and earthing rules defined by the manufacturer. In some cases, passive load conditions (ohmic or inductive-ohmic) may additionally be applied (for example for evaluation of the low-frequency emissions). In this case, however, the passive load configurations should be shielded to simulate the metal housing of a motor. It shall be noted that the parasitic capacitance from load to earth cannot be standardised but could be different from that of a motor (about 1 nF... 20 nF or more) for evaluation of the high-frequency emission.

The description of the tests, the test methods, the characteristics of the tests and the test set-ups are given in the referred standards and are not repeated here. If, however, modifications or additional requirements and information or specific test methods are needed for practical implementation and application of the tests, then they are given in this standard.

4.2.2 Test report

The test results shall be documented in a test report. The report shall clearly and unambiguously present all relevant information of the tests (for example load conditions, cable laying, etc.). A functional description and a definition of specification limits for the acceptance criteria shall be provided by the manufacturer and noted in the test report.

Within the test report, the chosen test arrangements shall be justified. A sufficient number of terminals shall be selected to simulate actual operating conditions and to ensure that all relevant types of termination are covered. The tests shall be carried out at the rated supply voltage and in a reproducible manner.

4.3 Documentation for the user

The manufacturer shall supply the documentation necessary for the installer of a BDM, CDM, or for the user of a PDS for the correct installation into a typical system or process. The user shall be informed if additional components are necessary, and if special measures have to be taken to achieve compliance with the EMC requirements of the dedicated environment; for example, the amount of network impedance, the use of shielded or special cables and maximum length, or the use of filters as well as the correct bonding to functional earth.

A list of optional devices or equipment, which shall be added to the PDS to make it compliant with the immunity and/or emission requirements of different environments, shall be made available. A list of auxiliary equipment (for example options or enhancements) that can be added to the PDS, and which complies with the immunity and/or emission requirements shall be made available. In accordance with the completeness and the character of the delivered product; for example, whether it is a BDM, CDM or a PDS, and depending on the EMC sensitivity of the environment, the manufacturer shall be responsible for choosing the additional information which is necessary to perform the typical installation correctly.

This information may also be mentioned in some part of the test report to clarify the final recommended arrangement. For example, additional information is required, if a BDM should be installed in a domestic environment. The contents of the application guide shall also be adapted to the typical technical competence of the user.

5 Prescriptions d'immunité

5.1 Conditions générales

On peut vérifier par des essais distincts, en utilisant des charges adéquates à la place des parties manquantes là où c'est nécessaire, l'immunité aux perturbations électromagnétiques des divers sous-ensembles d'un PDS, tels que électronique de puissance, déclencheurs, circuits de protection, circuits de contrôle, afficheurs et panneaux de commande. Ces tests vérifient les performances intrinsèques des sous-ensembles en utilisant, si besoin est, des charges significatives à la place des parties manquantes. Les tests des accès ou interfaces du PDS appartenant à ces sous-ensembles peuvent être pratiqués en choisissant dans les tableaux 2 et 3 la méthode d'essai et les valeurs pertinentes. Cette méthode est conseillée pour faciliter l'assurance qualité, et les résultats peuvent être portés aux rapports d'essais.

En alternative, on peut tester les performances spécifiques des BDM, CDM ou PDS complets, en lieu et place des performances intrinsèques de leurs sous-ensembles.

5.1.1 Critères de qualification (critères de performance)

Tableau 1 – Critères de qualification d'un PDS aux perturbations électromagnétiques

Rubriques	Critère de qualification / critère de performance		
	A	B	C
Performance spécifique Générale	Pas de changement sensible des caractéristiques de fonctionnement FONCTIONNE COMME PRÉVU dans les tolérances spécifiées	Changements sensibles (visible ou audible) des caractéristiques de fonctionnement AUTORÉCUPÉRABLE	Arrêt, changements des caractéristiques de fonctionnement Déclenchement des protections (voir note 1 en 5.1.1) NON AUTORÉCUPÉRABLE
Performance spécifique Spéciale Comportement en générateur de couple	Ecart de couple dans les tolérances spécifiées	Ecart de couple temporaire en dehors des tolérances spécifiées AUTORÉCUPÉRABLE	Perte de couple NON AUTORÉCUPÉRABLE
Performance intrinsèque Fonctionnement de l'électronique de puissance et de ses déclencheurs	Pas de dysfonctionnement des semiconducteurs de puissance	Dysfonctionnement temporaire qui ne peut pas provoquer de déclenchement	Arrêt, déclenchement des protections ou fusion fusibles (voir note 1 en 5.1.1) NON AUTORÉCUPÉRABLE
Performance intrinsèque Fonctions de traitement et d'acquisition des données	Non-perturbation de la communication et de l'échange des données avec des matériels externes	Perturbation temporaire de la communication mais pas de message d'erreur des composants internes ou externes qui pourrait provoquer l'arrêt	Erreurs de communication, perte de données et d'information NON AUTORÉCUPÉRABLE
Performance intrinsèque Fonctionnement des afficheurs et panneaux de commande	Pas de changement des informations affichées, seulement une légère fluctuation de la luminosité des DEL, ou un léger mouvement des caractères	Modifications temporaires visibles des informations, illumination intempestive des DEL	Arrêt, perte permanente des informations ou mode de fonctionnement interdit, informations affichées manifestement erronées

5 Immunity requirements

5.1 General conditions

The immunity of the subcomponents of a PDS, such as power electronics, driving circuits, protection circuits, control circuits, displays and control panels, against electromagnetic disturbances may be verified by separate tests, using where necessary suitable loads instead of the missing parts. These tests verify the intrinsic performance of the subcomponents. The tests of the ports or interfaces of the PDS contained in those subcomponents may be performed by choosing the relevant test methods and levels from tables 2 and 3. This method is recommended to support quality assurance, and the results can be included in the test reports.

Alternatively, the specific performance of the BDM, or of the CDM, or of the PDS may be tested instead of the intrinsic performances of their subassemblies.

5.1.1 Acceptance criteria (performance criteria)

Table 1 – Criteria to prove the acceptance of a PDS against electromagnetic disturbances

Item	Acceptance / performance criterion		
	A	B	C
Specific performance General	No noticeable changes of the operating characteristic OPERATING AS INTENDED within specified tolerance	Noticeable changes (visible or audible) of the operating characteristic SELF RECOVERABLE	Shut-down, changes in operating characteristic. Triggering of protective devices (see note 1 in 5.1.1) NOT SELF RECOVERABLE
Specific performance Special Torque generating behaviour	Torque deviation within specified tolerances	Temporary torque deviation outside specified tolerances SELF RECOVERABLE	Loss of torque NOT SELF RECOVERABLE
Intrinsic performance Operating of power electronics and driving circuits	No breakdown of a power semiconductor	Temporary breakdown which cannot cause unintended shut-down of the drive	Shut-down, triggering of protective devices (see note 1, in 5.1.1) NOT SELF RECOVERABLE
Intrinsic performance Information processing and sensing functions	Undisturbed communication and data interchange to external devices	Temporarily disturbed communication, but no error reports of the internal or external devices which could cause shut-down	Errors in communication, loss of data and information NOT SELF RECOVERABLE
Intrinsic performance Operation of displays and control panels	No changes of visible display information only slight light intensity fluctuation of LEDs, or slight movement of characters	Visible temporary changes of information, undesired LED illumination	Shut down, permanent loss of information or unpermitted operating mode, obviously wrong display information

Les critères de qualification doivent être utilisés pour vérifier la tenue d'un PDS aux perturbations externes. Du point de vue de la CEM, toute installation telle que décrite à la figure 1 doit fonctionner correctement. Il est difficile de prévoir les conséquences sur le processus que peuvent causer les modifications de performance du PDS du fait qu'un PDS n'est qu'une partie de la séquence fonctionnelle d'un processus plus vaste.

Les fonctions principales d'un PDS sont la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique et le traitement de l'information nécessaire pour y parvenir. Les critères de qualification intrinsèques doivent être subdivisés en trois parties pour chaque rubrique:

- fonctionnement de l'électronique de puissance et des circuits de déclenchement;
- fonctionnement des circuits de traitement d'information et d'acquisition de données;
- fonctionnement des afficheurs et panneaux de commande.

Le tableau 1 classe les effets d'une perturbation donnée en trois critères de qualification/performance relatifs à une rubrique spécifiée: A, B et C, chacun d'eux définissant un niveau spécifié de performance.

NOTES

1 Critère de qualification C

La fonction peut être récupérée par intervention de l'opérateur (remise en état manuelle). Le remplacement des fusibles est autorisé pour les convertisseurs à thyristors en mode de fonctionnement onduleur.

2 Critères de qualification A, B, C

Les démarrages intempestifs ne sont pas acceptés. Un démarrage intempestif est un changement involontaire de l'état logique «ARRÊT» qui peut provoquer la mise en marche du moteur.

5.1.2 Sélection des critères de qualification intrinsèque ou spécifique

Le test de qualification spécifique général du tableau 1 doit être défini en fonction de l'application spéciale et de la configuration typique du PDS. Le choix de la rubrique est de la responsabilité du constructeur. Il est souhaitable de choisir les tests des sous-ensembles selon les critères de qualification intrinsèques dans les cas où le PDS ne peut pas être mis en oeuvre sur un site d'essais en raison des contraintes de taille, de courant ou de puissance d'alimentation ou de conditions de charge. Dans tous les cas, les matériels de test doivent présenter une immunité suffisante au plus haut niveau de perturbation applicable au PDS ou au sous-ensemble en essai.

Les essais de qualifications intrinsèques doivent être employés lorsque les rubriques de qualification spécifiques, conformes au tableau 1,

- ne sont pas suffisamment applicables, ou
- ne sont pas réalisables pour des raisons techniques ou économiques (exemple: PDS grand et/ou complexe composé d'unités fonctionnelles intégrées qui sont séparables).

L'essai des fonctions de traitement et acquisition des données, comprenant les accessoires optionnels s'ils existent, ne doit être appliqué que lorsque les accès ou interfaces concernés sont disponibles sur le PDS. Les tests de qualification intrinsèque, selon le tableau 1, appliqués aux fonctions présentes, suffisent à déterminer la conformité à cette norme.

On ne pratique l'essai de qualification, en générateur de couple, que lorsqu'il est mentionné explicitement dans les exigences du client. Dans ce cas, la performance de couple peut être testée directement ou indirectement. L'essai direct utilise un couplemètre lui-même suffisamment immunisé du point de vue de la CEM, pour mesurer les perturbations de couple, tandis que les essais indirects ont pour base les performances en courant. L'essai indirect peut en effet faire référence soit aux performances en courant, soit aux performances en vitesse à condition de connaître l'inertie totale. On peut définir la performance de couple par la capacité du contrôle à maintenir le courant constant ou la vitesse constante, c'est-à-dire à l'intérieur de tolérances définies lors de l'application d'une perturbation (voir aussi 5.1.3).

The acceptance criteria shall be used to check the performance of a PDS against external disturbances. From the EMC point of view any installation, according to figure 1, shall be running properly. Since a PDS is part of the functional sequence of a larger process, the effect on this process caused by changes in the performance of the PDS is hard to forecast.

The main functions of a PDS are energy conversion from the electrical to mechanical form and the information processing necessary to perform this. The intrinsic performance shall be subdivided into three parts for every item:

- operation of power electronics and driving circuits;
- information processing and sensing functions;
- operation of displays and control panels.

Table 1 classifies the effects of a given disturbance into three acceptance/performance criteria: A, B and C, each of which defines a specified level of performance.

NOTES

1 Acceptance criterion C

The function can be restored by operator intervention (manual reset). Blowing of fuses is allowed for line commutated converters operating in inverting mode.

2 Acceptance criteria A, B, C

False starts are not acceptable. A false start is an unintended change from the logical state "STOPPED" which can make the motor run.

5.1.2 Selection of intrinsic or specific performance

The general specific performance item from table 1 shall be defined in accordance with the special application and typical configuration of the PDS. It is the responsibility of the manufacturer to select these items. Testing of subcomponents with intrinsic criteria should be used in cases when a PDS cannot be put into service on a test site because of limitation on the physical size of the PDS, on the current or rated supply capability, or load conditions. In any case, the test set-up shall be immune to the highest level of disturbance applied to the PDS or to the subcomponent under test.

Intrinsic performance tests shall be used when the specific performance item according to table 1:

- is not sufficiently applicable; or
- is not practicable for technical or economical reasons (for example large and/or complex PDSs with separate functional units).

Testing of information processing and sensing functions, including optional accessories if any, shall be performed only in cases where the relevant ports or interfaces are available at the PDS. Testing of the intrinsic performance, according to table 1, where the functions exist, is sufficient to determine the compliance with this standard.

The special specific performance, torque generating behaviour, shall be tested only in cases where it is clearly defined by the customer requirements. In that case, the torque generating performance can be directly or indirectly tested. The direct test uses an EMC immune torquemeter to measure torque disturbances, while the indirect test refers to current performances. The indirect test can use current or speed performance, provided the total inertia is specified. Torque performance can be defined through the ability to keep current or speed constant, within specified tolerances when a disturbance is applied (see also 5.1.3).

5.1.3 Conditions pendant l'essai

Des essais à faible charge sont suffisants. Par exemple, dans le cas des circuits déclencheurs internes, une perturbation externe est susceptible de provoquer une défaillance malgré de faibles courants de sortie (exemple: un court-circuit de branche sur une même phase ou un allumage intempestif d'un circuit court-circuiteur). Il en va de même pour tout matériel électronique ou à commande par microprocesseur à l'intérieur du PDS.

Si un essai à pleine charge est demandé (en tant que clause spécifique du contrat) le test de qualification spécifique doit être appliqué au BDM en tant qu'unité complète. Voir A.3.

L'essai de comportement en générateur de couple comme celui des fonctions de traitement et acquisition des données requièrent un matériel de contrôle spécial convenablement immunisé contre le couplage parasite des perturbations d'essai. Cet essai ne peut être pratiqué que si l'immunité du dispositif d'essai peut être établie par des mesures de référence. La performance de couple peut être évaluée soit à l'aide d'un couplemètre, soit par mesure ou calcul du courant générant ce couple, soit par d'autres techniques indirectes; une charge adaptée et suffisamment immunisée doit être disponible sur le site d'essai.

L'essai de qualification des fonctions de traitement et d'acquisition de données exige la disponibilité d'un équipement approprié pour simuler la communication ou l'évaluation des données. Cet équipement doit être doté d'une immunité suffisante pour fonctionner correctement pendant l'essai.

La partie moteur du PDS, à l'exception des capteurs, ne nécessite pas d'essais d'immunité CEM en raison des essais déjà exécutés par son constructeur suivant les normes applicables. Donc, bien que le moteur doive être raccordé au BDM/CDM pour la durée de l'essai, les essais CEM ne sont pas nécessaires sur le moteur même.

Les essais doivent être appliqués aux accès pertinents, lorsqu'ils existent, y compris ceux des options, et se déroulent d'une manière bien définie et reproductible accès par accès. Néanmoins, si plusieurs accès de mesure et de commande du processus ou interfaces de signal sont de configuration physique identique (même schéma), on peut réduire l'essai à un seul cas représentatif.

Les exigences minimales, les essais et les critères de qualification sont énoncés dans les articles suivants. Les critères de qualification font référence à 5.1.1.

5.2 Prescriptions d'immunité de base – perturbations basse fréquence

Les prescriptions de ces paragraphes doivent être utilisées dans la conception de l'immunité d'un PDS aux perturbations basse fréquence. Les essais ou calculs correspondants doivent être définis par chaque constructeur afin de vérifier la conception. Les résultats doivent être fournis en tant que spécification du produit.

Le niveau d'immunité pris en compte pour la conception d'un variateur (BDM) correspondant à une classe de fonctionnement donnée doit être supérieur ou au moins égal au niveau de compatibilité du système auquel il est raccordé. Les niveaux de compatibilité entre systèmes raccordés au même point de couplage (PC) sont définis en fonction du phénomène physique commun, c'est-à-dire la tension. Ils sont indiqués au point de couplage commun (PCC) dans la CEI 1000-2-2 pour les réseaux publics à basse tension, et au PC dans la CEI 1000-2-4 pour les réseaux industriels à basse tension. Le tableau A.4 résume un point de vue pratique.

5.2.1 Harmoniques et encoches de commutation / distorsion en tension

Les niveaux d'immunité de distorsion harmonique totale et individuelle (pour chaque rang) pris en compte pour la conception doivent être au moins égaux aux niveaux de compatibilité en régime permanent tels que définis dans la CEI 1000-2-4 (classe 3: THD = 10 %) ou dans la CEI 1000-2-2 (THD = 8 %). Le critère de qualification est A.

5.1.3 Conditions during the test

A light load test is acceptable. For example, in the case of the built-in gate drive circuit, an external disturbance could cause a failure condition in spite of small output currents (for example an undesired short circuit between two arms of the same phase, or an undesired firing of a crow-bar circuit). The same applies in the case of any electronic or microprocessor controlled equipment inside the PDS.

If a full load test is required (as a contract specific item), the specific performance test shall be used, and the test shall be carried out on the BDM as a complete unit. See A.3.

Testing the torque generating behaviour, as well as the information processing and sensing functions, requires special test equipment with adapted immunity against the parasitic coupling of the test disturbance. It can only be used if the immunity of the test set-up is provable by reference measurements. The evaluation of the torque disturbance can be performed by a torque transducer, or by measurement or calculation of the torque generating current or other indirect techniques; an adapted and immune load shall be available at the test site.

For testing the performance of the information processing or sensing function, suitable equipment shall be available to simulate the data communication or data evaluation. This equipment shall have sufficient immunity to operate correctly during the test.

Since the motor has been tested by its manufacturer according to the relevant standards, the motor section of the PDS, with exception of the sensors, does not need any additional EMC immunity test. Therefore, while the motor is connected to the BDM/CDM for the duration of the test, EMC immunity tests on the motor itself are not required.

The tests shall be applied to the relevant ports where they exist, including those of optional accessories if any, and shall be conducted in a well-defined and reproducible manner on a port-by-port basis. However if several process measurement and control ports or signal interfaces have the same physical configuration (layout), it is sufficient to test one port or interface of that type.

In the following subclauses the minimum requirements, tests and acceptance criteria are stated. The acceptance criteria refer to 5.1.1.

5.2 Basic immunity requirements – low-frequency disturbances

The requirements in these subclauses shall be used for designing the immunity of a PDS against low-frequency disturbances. The corresponding tests or calculations shall be defined by each manufacturer to verify their design. Results shall be given as a specification of their product.

The immunity levels used for design of a basic drive module (BDM), corresponding to a given functioning class shall be higher than or at least equal to the compatibility level of the system in which it is intended to be operated, according to the following cases. The compatibility levels between systems connected to the same point of coupling (PC) are defined with respect to the common physical phenomenon, that is the voltage. They are given in IEC 1000-2-2 for public low-voltage systems at the point of common coupling (PCC), and IEC 1000-2-4 for industrial low-voltage supply systems at the PC. Table A.4 summarises a practical point of view.

5.2.1 Harmonics and commutation notches / voltage distortion

The immunity levels used for design, relative to total harmonic distortion and to individual harmonic orders, shall be at least equal to the permanent compatibility levels of IEC 1000-2-4 (class 3: THD = 10 %) or IEC 1000-2-2 (THD = 8 %) for steady-state conditions. The acceptance criterion shall be A.

Le critère de qualification B est requis en régime transitoire (durée inférieure à 15 s), avec un niveau d'immunité pris en compte pour la conception au moins égal à 1,5 fois le niveau de compatibilité du régime permanent.

La tension de crête calculée par sommation arithmétique des tensions harmoniques et interharmoniques venant des niveaux de compatibilité donnés par la CEI 1000-2-4 ou par la CEI 1000-2-2 n'a pas de sens physique. Ce n'est pas un critère d'immunité.

Sur des réseaux spécifiques dédiés aux convertisseurs de puissance, les niveaux de distorsion harmonique rencontrés peuvent être beaucoup plus grands que les niveaux maximaux de compatibilité (pour calculer la distorsion harmonique totale) de la CEI 1000-2-4. Voir, par exemple, la classe d'immunité A en 2.5.4.1 de la CEI 146-1-1. Si ce niveau élevé est requis, cela doit être spécifié par l'utilisateur.

De nombreux convertisseurs produisent des encoches de commutation. L'effet nocif des encoches sur un PDS peut être beaucoup plus important que ce qu'indiquerait une analyse fréquentielle de la distorsion harmonique. Par conséquent, il faut pratiquer une analyse des encoches de commutation dans le domaine temporel. Une classification des encoches se trouve en 2.5.4.1 de la CEI 146-1-1. Les encoches sont définies par leur profondeur (d , en % de U_{LWM}) et leur surface (en % $\times$ degrés).

Sauf spécification plus sévère prescrite par l'utilisateur, les niveaux d'immunité aux encoches de commutation, pris en compte pour la conception des PDS susceptibles d'être utilisés dans le deuxième environnement, doivent être égaux à ceux de la classe B de la CEI 146-1-1 (profondeur 40 % et surface 250 % $\times$ degrés). Le critère de qualification A est requis.

On remarque que les contraintes dues à la fois aux harmoniques et aux encoches de commutations affectent le commande-contrôle électronique et aussi certains composants de puissance (circuits d'aide à la commutation par exemple). Comme les dysfonctionnements du commande-contrôle électronique apparaissent immédiatement, et que les circuits d'aide à la commutation ont une constante de temps thermique courte, il n'est pas nécessaire que l'essai aux conditions permanentes, s'il est réalisé, dure plus de 1 h. Pour plus d'explications, voir B.1.

5.2.2 Variations, fluctuations, creux de tension et coupures brèves

5.2.2.1 Fluctuations de tension

Les formes typiques de fluctuation de tension sont données aux figures 3 à 6 de la CEI 1000-2-1. Les variations de tension, par rapport à la tension assignée, auxquelles le PDS est susceptible d'être soumis, sont listées au tableau 1 de la CEI 1000-2-4 (classe 2 = ± 10 % et classe 3 = +10 %, -15 %, pour des durées inférieures à 1 min). Les niveaux d'immunité pris en compte pour la conception doivent conduire au critère de qualification A. On peut s'attendre à une réduction de la puissance mécanique de sortie maximale – vitesse et/ou couple – si la tension d'entrée est inférieure à sa valeur assignée (voir tableau A.4).

5.2.2.2 Creux de tension – coupures brèves

Les creux de tension et coupures brèves sont des diminutions de la tension d'alimentation au-delà de la gamme de fluctuation. Elles peuvent avoir des amplitudes comprises entre 10 % et 100 % (tension disponible entre 90 % et 0 %) et sont définies comme ayant une durée inférieure à 1 min (voir CEI 1000-2-1). Même un creux de tension de 30 % à 50 % d'amplitude et d'une durée de 0,3 s à 1,0 s est une perte d'énergie disponible que le PDS ne peut pas convertir.

L'effet d'un creux de tension (réduction d'énergie) sur le processus est difficile à définir sans une connaissance détaillée de ce dernier. Cet effet est lié à un aspect système et dimensionnement, et il est généralement plus important lorsque la demande d'énergie (y compris les pertes) du PDS est supérieure à la puissance disponible.

For transient conditions (duration less than 15 s), the immunity levels used for design, shall be at least 1,5 times the permanent compatibility levels and acceptance criterion B is then required.

A peak voltage calculated by arithmetic summation of harmonic and interharmonic voltages coming from compatibility levels which are stated in IEC 1000-2-4 or IEC 1000-2-2 has no physical meaning. It is not an immunity criterion.

In the case of particular networks dedicated to power converters, the levels of harmonic distortion factor which are encountered may be much greater than the maximum compatibility levels (to calculate the total harmonic distortion) of IEC 1000-2-4. See, for example, immunity class A in 2.5.4.1 of IEC 146-1-1. If this higher level of immunity is required, this shall be stated by the user.

Many converters produce commutation notches. The harmful effect of notches on a PDS may be much greater than that which would be indicated by a frequency domain analysis of their contribution to the total harmonic distortion. Therefore a time domain analysis of commutation notches is required. Notches are classified, for example, in 2.5.4.1 of IEC 146-1-1. Notch measurements are defined in depth (d , in % of U_{LWM}) and in area (in % × degrees).

The immunity levels used for design, against commutation notches of PDSs which are to be used in the second environment, shall be equal to immunity class B of IEC 146-1-1 (depth 40 % and area 250 % × degrees), unless a higher immunity level is specified by the user. The acceptance criterion shall be A.

Note that the stress due to harmonics and commutation notches affects the electronic control and some power devices as well (snubbers for instance). Because electronic control malfunctions will occur immediately, and snubbers have a short thermal time constant, the duration of a test, if any, for permanent conditions need not exceed 1 h. For further explanation, see B.1.

5.2.2 Voltage changes, fluctuations, dips and short interruptions

5.2.2.1 Voltage fluctuations

Typical shapes of voltage fluctuations are given in figures 3 to 6 of IEC 1000-2-1. The amplitude, with respect to the rated voltage which the PDS has to expect, is listed in table 1 of IEC 1000-2-4 (class 2: ±10 % and class 3: +10 %, –15 % for less than 1 min). Immunity levels used for design shall result in acceptance criterion A. A possible reduction of maximum mechanical output ratings – speed and/or torque – can be expected when the input voltage is below rated (see A.1.2 table A.4).

5.2.2.2 Voltage dips – short interruptions

Voltage dips and short interruptions are reductions in the supply voltage which are beyond the fluctuation range. They can have amplitudes between 10 % and 100 % (remaining voltage 90 % to 0 %) and are defined as having durations of less than 1 min (see IEC 1000-2-1). Even a voltage dip of 30 % to 50 % amplitude and 0,3 s to 1,0 s duration is a loss of available energy which cannot be converted by the PDS.

The effect of a voltage dip (energy reduction) on the process is difficult to define without detailed knowledge of this process. This effect is a system and rating aspect, and will generally be greatest when the power demand (including losses) on the PDS is higher than the available power.

Le niveau d'immunité utilisé à la conception, contre les creux de tension et les coupures brèves, doit couvrir le critère d'acceptation C défini au tableau 1. Le constructeur doit définir le comportement du PDS face aux creux de tension et coupures brèves, et tenir cette information disponible pour l'utilisateur.

Conformément à l'état de l'art, le comportement d'un PDS est prévisible par des calculs simples et fiables, et dépend de son mode de fonctionnement et de son dimensionnement. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de réaliser les essais aux creux de tension (qui sont coûteux). Cependant, lorsque cela est possible et sans danger (voir article 7), le comportement d'un PDS pendant les coupures brèves peut être vérifié en coupant et rétablissant le réseau d'alimentation dans des conditions de fonctionnement normales (voir B.4.1).

Les exemples suivants illustrent ce sujet complexe. Une baisse de tension d'entrée, même pendant quelques millisecondes, appliquée à un convertisseur à thyristors commuté par le réseau en mode récupération, peut entraîner une fusion de fusibles. La simple adaptation à la nature du processus des tolérances sur la vitesse et le couple permet une meilleure définition de l'immunité (par exemple les ventilateurs et les enrouleurs doivent être traités différemment).

Si un niveau d'immunité supérieur est requis, il doit faire l'objet d'une spécification particulière de l'utilisateur. Les améliorations (utilisation d'ASI, générateur de secours, déclassement, etc.) peuvent augmenter considérablement la taille et le coût du PDS et peuvent réduire le rendement ou le facteur de puissance. Des opérations telles que le redémarrage automatique peuvent avoir des conséquences sur la sécurité, qui sont de la responsabilité de l'utilisateur ou de l'installateur, et ne sont pas couvertes par cette norme (voir article 7).

5.2.3 Déséquilibre de tension et variations de fréquence

5.2.3.1 Déséquilibre de tension

Le déséquilibre de tension peut être dû à une charge monophasée sur un réseau triphasé. En pratique, il est égal au rapport de la puissance de la charge monophasée résiduelle à la puissance triphasée de court-circuit du réseau. Les niveaux d'immunité pris en compte pour la conception doivent être au moins égaux aux niveaux de compatibilité au point de couplage (PC) considéré, donnés dans le tableau 1 de la CEI 1000-2-4 (classe 3: 3 %) ou dans l'article 6 de la CEI 1000-2-2 (2 %). Voir explications en B.3.

5.2.3.2 Variations de fréquence

Les variations de fréquence sont compensées par l'électronique de commande dans la limite des niveaux de compatibilité. Le point critique pour ces commandes peut être la rapidité de cette variation de fréquence.

Les niveaux de compatibilité sont donnés dans la CEI 1000-2-4 (classe 3: ± 2 % ou ± 4 % pour des réseaux d'alimentation indépendants) et les rapidités de changement respectives sont: 1 % et 2 % par seconde, ou selon l'article 8 de la CEI 1000-2-2 (± 1 Hz).

5.2.4 Influences de l'alimentation

5.2.4.1 Champs magnétiques

Ce paragraphe concerne les champs magnétiques à la fréquence du réseau (voir CEI 1000-4-8) et les champs magnétiques impulsionnels (accès enveloppe). L'expérience bien établie montre à l'évidence qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer ces essais aux circuits de traitement et d'acquisition de données des PDS, en raison même des champs magnétiques élevés à proximité du CDM (par exemple à l'intérieur de l'armoire du CDM).

The immunity level used for design against voltage dips and short interruptions shall result in acceptance criterion C, as defined in table 1. The manufacturer of the PDS shall make available to the user information about the behaviour of the PDS during these conditions.

According to the state of the art, the behaviour of the PDS is predictable with simple and reliable calculations, and depends on its operating mode and on its rating. Therefore, tests against voltage dips (which are uneconomic) need not be performed. Nevertheless, where it is possible and not dangerous (see clause 7), the behaviour of the PDS during short interruptions may be verified by switching off and on the mains supply during the standard operating conditions of the PDS (see B.4.1).

The following examples illustrate this complex matter. The decreasing input voltage, even with a duration of a few milliseconds, may result in blowing of fuses when applied to a line commutated thyristor converter operating under regeneration mode. Adaptation of tolerances, for speed and torque, to the nature of the process simply allows a better definition of immunity (for example fans and winders shall be differentiated).

If a higher level of immunity is required, this shall be stated by the user. Improvements (use of UPS, stand-by generator, derating, etc.) may result in a considerable increase in the size and cost of the PDS and may reduce the efficiency or power factor. Operation such as automatic restart may have safety consequences, which are the installer's or user's responsibility, and are not covered by this standard (see clause 7).

5.2.3 *Voltage unbalance and frequency variations*

5.2.3.1 *Voltage unbalance*

Voltage unbalance can be caused by a single-phase load on a three-phase system. In practice, it is equal to the ratio of the single-phase unbalance load power to the network three-phase short circuit power. The immunity level used for design shall be at least equal to the same value as the compatibility level on the considered point of coupling (PC), given in table 1 of IEC 1000-2-4 (class 3: 3 %) or clause 6 of IEC 1000-2-2 (2 %). For explanation, see B.3.

5.2.3.2 *Frequency variations*

Frequency variations are compensated for by the control electronics within the limit of compatibility levels. The critical point for the control can be the rate of change of such frequency variation.

The compatibility levels are given in IEC 1000-2-4 (class 3: ± 2 % or ± 4 % for separated supply networks) and the corresponding rates of change are 1 % and 2 % per second respectively, or clause 8 of IEC 1000-2-2 (± 1 Hz).

5.2.4 *Supply influences*

5.2.4.1 *Magnetic fields*

This subclause refers to power frequency magnetic fields (see IEC 1000-4-8) and pulse magnetic fields (enclosure port). The evidence of established experience shows that these tests need not be applied to the information processing and sensing functions of the PDS, since they are in close proximity to the high magnetic field of the CDM (for example inside the cabinet of the CDM itself).

NOTE – Les environnements suivants peuvent requérir des essais supplémentaires:

- les centrales de production d'énergie et centres de télétransmission pour lesquels l'essai de champ magnétique impulsionnel suivant la CEI 1000-4-9 peut être nécessaire;
- les sous-stations et postes moyenne ou haute tension pour lesquels l'essai de champ magnétique oscillatoire amorti suivant la CEI 1000-4-10 peut être nécessaire.

5.2.4.2 Mode commun à la fréquence du réseau (accès mesure et commande de processus)

Les liaisons en mode commun sont source de nombreux problèmes d'interférences dans les environnements perturbés dès que les longueurs de câbles dépassent 2 m (voir A.4.1 pour plus d'informations). Il faut noter que même un accès de transmission de signal en mode différentiel pourrait être mal utilisé et s'apparenter à une liaison en mode commun (si une borne est raccordée à la terre).

Dans les cas de transmission de signal en mode différentiel, les conditions et les limites de test pour les applications industrielles sont à l'étude.

5.3 Prescriptions d'immunité de base – perturbations haute fréquence

Les tableaux 2 et 3 ci-dessous donnent les exigences minimales et les critères de qualification aux essais de perturbations haute fréquence. Les critères de qualification font référence au paragraphe 5.1.1. Des explications sont données en A.4.

5.3.1 Premier environnement

Ces niveaux s'appliquent uniquement aux entraînements (PDS) destinés à être raccordés à un réseau public basse tension qui alimente aussi des immeubles à usage domestique.

Si un BDM/CDM est conçu pour avoir une immunité conforme au tableau 2, il doit comporter un avertissement figurant dans le catalogue et sur l'appareil indiquant qu'il n'est pas destiné à être utilisé en environnement industriel.

NOTE – The following environments may require additional tests:

- electrical generating plants, and telecontrol centres may require pulse magnetic field tests according to IEC 1000-4-9 to be performed;
- medium or high-voltage substations may require damped oscillatory magnetic field tests according to IEC 1000-4-10 to be performed.

5.2.4.2 *Power frequency common mode (for process measurement and control)*

Common mode signal transmission is susceptible to interference problems in disturbed environments and with lines which may exceed 2 m (see A.4.1 for further recommendations). Note that even a differential mode signal transmitting port could be misused for common mode transmission (if one terminal is connected to earth).

In the cases of differential mode signal transmission, test conditions and limits for industrial applications are under consideration.

5.3 *Basic immunity requirements – high-frequency disturbances*

In the following tables 2 and 3, the minimum immunity requirements for high-frequency disturbance tests, and acceptance criteria are stated. The acceptance criteria refer to 5.1.1. Explanations are given in A.4.

5.3.1 *First environment*

These levels shall be applied to a PDS which is intended to be connected only to a public low-voltage network which supplies domestic premises.

If a CDM/BDM is designed to have an immunity according to table 2 it shall include a written warning in the catalogue and on the equipment which indicates that it is not intended to be used in an industrial environment.

Witholdown

**Tableau 2 – Prescriptions d'immunité minimales pour entraînement (PDS)
destinés à l'utilisation dans un environnement public et non
sur des réseaux industriels**

Accès	Phénomène	Document de référence	Niveau	Critères de qualification
Accès enveloppe	DES ¹⁾ EMF ⁷⁾	CEI 1000-4-2 Voir 5.3.3	6 kV DC ou 8 kV DA si DC impossible	B A
Accès puissance	Transitoires rapides-salve Choc ³⁾ 1,2/50 µs, 8/20 µs	CEI 1000-4-4 CEI 1000-4-5	1 kV/5 kHz ²⁾ 1 kV ⁴⁾ 2 kV ⁵⁾	B B
Interfaces de puissance	Transitoires rapides-salve	CEI 1000-4-4	1 kV/5 kHz ⁶⁾ Pince capacitive	B
Accès lignes de mesure et de commande et interfaces de signal	Transitoires rapides-salve	CEI 1000-4-4	0,5 kV/5 kHz ⁶⁾ Pince capacitive	B
DC = décharge de contact DA = décharge dans l'air				
1) Les essais sont impossibles et interdits pour des raisons de sécurité si le CDM est sur panneau ou châssis ouvert ou avec un degré de protection IP00. Dans ce cas, le constructeur doit fixer une étiquette d'avertissement appropriée. 2) Accès de puissance pour courant assigné <100 A: couplage direct, utilisant le réseau de couplage-découplage. Accès de puissance pour courant assigné ≥100 A: couplage direct ou pince capacitive sans réseau de découplage. Si l'on emploie la pince capacitive, le niveau d'essai doit être 2 kV/5 kHz. 3) Applicable seulement à l'entrée de puissance c.a. et seulement si l'équipement d'essai approprié est couramment disponible. La tension d'impulsion normalisée d'isolation de base ne doit pas être dépassée (voir CEI 664-1). 4) Couplage de ligne à ligne. 5) Couplage entre ligne et terre. 6) Applicable seulement aux accès ou aux interfaces dont les câbles selon les spécifications fonctionnelles du constructeur peuvent dépasser 2 m. 7) EMF est le symbole du champ électromagnétique.				

5.3.2 Deuxième environnement

Indépendamment des prescriptions ci-dessus, il est possible d'intégrer un niveau d'immunité plus important dans les produits. Les niveaux du tableau 3 doivent être appliqués aux PDS destinés à être utilisés dans le deuxième environnement.

Table 2 – Minimum immunity requirements for power drive systems (PDSs) intended for use in public environment, and not for industrial networks

Port	Phenomenon	Reference document	Level	Acceptance criterion
Enclosure port	ESD ¹⁾ EMF ⁷⁾	IEC 1000-4-2 See 5.3.3	6 kV CD or 8 kV AD if CD impossible	B A
Power ports	Fast transient-burst Surge ³⁾ 1,2/50 μ s, 8/20 μ s	IEC 1000-4-4 IEC 1000-4-5	1 kV/5 kHz ²⁾ 1 kV ⁴⁾ 2 kV ⁵⁾	B B
Power interfaces	Fast transient-burst	IEC 1000-4-4	1 kV/5 kHz ⁶⁾ Capacitive clamp	B
Ports for process measurement control lines and signal interfaces	Fast transient-burst	IEC 1000-4-4	0,5 kV/5 kHz ⁶⁾ Capacitive clamp	B
CD = contact discharge AD = air discharge				
¹⁾ Tests are not possible, and are forbidden for safety reasons, if the CDM is in an open frame or chassis unit or rating IP00. In that case, the manufacturer shall attach a suitable static warning label to the unit. ²⁾ Power ports with current rating <100 A: direct coupling, using the coupling and decoupling network. Power ports with current rating $\geq$100 A: direct coupling or capacitive clamp without decoupling network. If the capacitive clamp is used, test level shall be 2 kV/5 kHz. ³⁾ Applicable only to input-a.c. power ports and only if suitable test equipment is generally available. The rated impulse voltage of the basic insulation shall not be exceeded (see IEC 664-1). ⁴⁾ Coupling line to line. ⁵⁾ Coupling line to earth. ⁶⁾ Applicable only to ports or interfaces with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 2 m. ⁷⁾ EMF is electromagnetic field.				

5.3.2 Second environment

Irrespective of the above-mentioned requirements, a higher degree of immunity can be integrated into products. The levels in table 3 shall be applied to PDSs which are intended to be used in the second environment.

Tableau 3 – Prescriptions d'immunité minimales pour entraînement (PDS) destinés à l'utilisation dans un environnement industriel

Accès	Phénomène	Document de référence	Niveau	Critères de qualification
Accès enveloppe	DES ¹⁾ EMF ⁷⁾	CEI 1000-4-2 Voir 5.3.3	6 kV DC ou 8 kV DA si DC impossible	B A
Accès puissance	Transitoires rapides-salve Choc ³⁾ 1,2/50 µs, 8/20 µs	CEI 1000-4-4 CEI 1000-4-5	2 kV/5 kHz ²⁾ 1 kV ⁴⁾ 2 kV ⁵⁾	B B
Interfaces de puissance	Transitoires rapides-salve	CEI 1000-4-4	2 kV/5 kHz ⁶⁾ Pince capacitive	B
Interfaces signal	Transitoires rapides-salve	CEI 1000-4-4	1 kV/5 kHz ⁶⁾ Pince capacitive	B
Accès lignes de mesure et de commande	Transitoires rapides-salve	CEI 1000-4-4	2 kV/5 kHz ⁶⁾ Pince capacitive	B
DC = décharge de contact DA = décharge dans l'air 1) Les essais sont impossibles et interdits pour des raisons de sécurité, si le CDM est sur panneau ou châssis ouvert ou avec un degré de protection IP00. Dans ce cas, le constructeur doit fixer une étiquette d'avertissement appropriée. 2) Accès de puissance pour courant assigné <100 A: couplage direct, utilisant le réseau de couplage-découplage. Accès de puissance pour courant assigné ≥100 A: couplage direct ou pince capacitive sans réseau de découplage. Si l'on emploie la pince capacitive, le niveau d'essai doit être 4 kV, 2,5 kHz. 3) Applicable seulement à l'entrée de puissance c.a. et seulement si l'équipement d'essai approprié est couramment disponible. La tension d'impulsion normalisée d'isolation de base ne doit pas être dépassée. (voir CEI 664-1). 4) Couplage de ligne à ligne 5) Couplage entre ligne et terre 6) Applicable seulement aux accès ou aux interfaces dont les câbles selon les spécifications fonctionnelles du constructeur peuvent dépasser 2 m. 7) EMF est le symbole pour le champ électromagnétique.				

Il est important de noter que ces essais de qualification sont complémentaires d'autres prescriptions issues de la nature des circuits de puissance. On trouve ces exigences dans les futures CEI 1800-1 et 1800-2 (voir bibliographie).

5.3.3 Immunité contre les champs électromagnétiques

5.3.3.1 Prescriptions générales

Les essais décrits dans cet article doivent être appliqués pour démontrer la compatibilité du PDS avec un environnement comportant des ISM (appareil industriel, scientifique ou médical) ou des systèmes de transmission radio tel que «talkies-walkies» (émetteur-récepteur portables) ou téléphones sans fil.

Les tests définis dans la CEI 1000-4-3 s'appliquent. Cependant pour tenir compte du voisinage possible de systèmes de communication radio, la bande de fréquences doit être élargie à la gamme 26 MHz – 1000 MHz, et l'amplitude doit être 10 V/m, sauf pour le premier environnement où le niveau doit être 3 V/m. En raison de l'extension à 26 MHz, et puisque l'expérience établie montre que la probabilité de perturbation d'un PDS par des signaux de fréquence inférieure à 26 MHz est négligeable, on peut se dispenser des tests d'immunité aux courants de mode commun aux fréquences radioélectriques, tels que décrits dans la CEI/FDIS 1000-4-6. Pour plus d'explications, voir A.4.2.

**Table 3 – Minimum immunity requirements for power drive system (PDSs)
intended for use in industrial environments**

Port	Phenomenon	Reference document	Level	Acceptance criterion
Enclosure port	ESD ¹⁾ EMF ⁷⁾	IEC 1000-4-2 See 5.3.3	6 kV CD or 8 kV AD if CD impossible	B A
Power ports	Fast transient-burst Surge ³⁾ 1,2/50 µs, 8/20 µs	IEC 1000-4-4 IEC 1000-4-5	2 kV/5 kHz ²⁾ 1 kV ⁴⁾ 2 kV ⁵⁾	B B
Power interfaces	Fast transient-burst	IEC 1000-4-4	2 kV/5 kHz ⁶⁾ Capacitive clamp	B
Signal interfaces	Fast transient-burst	IEC 1000-4-4	1 kV/5 kHz ⁶⁾ Capacitive clamp	B
Ports for process measurement control lines	Fast transient-burst	IEC 1000-4-4	2 kV/5 kHz ⁶⁾ Capacitive clamp	B
¹⁾ Tests are not possible, and are forbidden for safety reasons, if the CDM is in an open frame or chassis unit or rating IP00. In this case, the manufacturer shall attach a suitable static warning label to the unit. ²⁾ Power ports with current rating <100 A: direct coupling, using the coupling and decoupling network. Power ports with current rating ≥100 A: direct coupling or capacitive clamp without decoupling network. If the capacitive clamp is used, test level shall be 4 kV/2,5 kHz. ³⁾ Applicable only to input a.c. power ports and only if suitable test equipment is generally available. The rated impulse voltage of the basic insulation shall not be exceeded (see IEC 664-1). ⁴⁾ Coupling line to line. ⁵⁾ Coupling line to earth. ⁶⁾ Applicable only to ports or interfaces with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 2 m. ⁷⁾ EMF is electromagnetic field. CD = contact discharge AD = air discharge				

It is important to note that these acceptance tests are complementary to other requirements due to the nature of power circuits. These requirements are stated in future IEC 1800-1 and future IEC 1800-2 (see bibliography).

5.3.3 Immunity against electromagnetic fields

5.3.3.1 General requirements

The tests in this clause shall be used to demonstrate compatibility of the PDS with an environment comprising ISM (industrial, scientific and medical equipment) or radio transmission systems such as walkie-talkies or cordless telephones.

The tests of IEC 1000-4-3 shall be performed. However, to take into account possible radio communication systems nearby, the frequency band of the test shall be extended to cover the range 26 MHz – 1000 MHz, and the amplitude shall be 10 V/m, except for the first environment where the level shall be 3 V/m. Because of the extension to 26 MHz, and since established experience indicates that PDSs are unlikely to be disturbed by radio frequency signals below 26 MHz, radio-frequency common mode immunity tests as described in IEC/FDIS 1000-4-6 are not required. For further explanation, see A.4.2.

Pour les PDS ou leurs sous-ensembles qui ne peuvent pas être mis en service sur un site d'essai en raison de leur taille, de leur calibre en courant, ou de la puissance assignée de l'alimentation disponible sur le site d'essais, ou pour d'autres raisons économiques et/ou pratiques, l'essai et les limites sont à l'étude.

Lorsque des talkies-walkies, des téléphones sans fil ou autres appareils de transmission utilisant des radiocommunications peuvent opérer à proximité de l'entraînement, l'essai ci-dessus peut être remplacé par l'essai dit «test talkie-walkie». Le test talkie-walkie est une technique de balayage le long de l'accès enveloppe du PDS, pour obtenir des champs électromagnétiques supérieurs à 3 V/m ou 10 V/m.

NOTE – La définition recommandée des PDS qui ne peuvent pas être testés conformément à la CEI 1000-4-3 sont ceux satisfaisant à une ou plusieurs des conditions suivantes: tension assignée supérieure ou égale à 500 V, courant assigné supérieur ou égal à 200 A, poids total du CDM ou des sous-ensembles supérieur ou égal à 200 kg, hauteur des sous-ensembles supérieure ou égale à 1,9 m, largeur des sous-ensembles supérieure ou égale à 1,2 m, poids du moteur supérieur ou égal à 500 kg.

5.3.3.2 Exécution du test talkie-walkie

Pendant le test, le PDS doit être en fonctionnement et contrôlé conformément à 5.1.3. Le PDS doit fonctionner dans ses conditions normales d'exploitation et les portes doivent être fermées.

Les émetteurs à utiliser sont ceux du tableau 4. Dans le cas de distribution non restreinte, il faut opérer avec un minimum de trois émetteurs différents. Deux de ces émetteurs ne doivent pas avoir la même fréquence d'émission. Il n'est pas nécessaire de pratiquer ce test en cage de Faraday, en conséquence on ne peut utiliser que des émetteurs qui sont légalement admis localement. La puissance d'entrée de l'antenne doit être conforme à l'usage commun sur les dispositifs approuvés.

Tableau 4 – Choix des émetteurs appropriés au test talkie-walkie, immunité aux champs électromagnétiques en fonction du mode de distribution du PDS

	Distribution non restreinte	Distribution restreinte
Choix de l'émetteur	Téléphone sans fil Téléphone mobile Talkie-walkie (CB émetteur) «citizen band» dans la bande 27 MHz * Emetteur radio amateur dans la bande 144 MHz *	Appareil usuellement utilisé au voisinage du PDS, dans l'installation de l'utilisateur
* De tels appareils ne doivent pas être utilisés systématiquement dans l'exécution du test talkie-walkie, dans la mesure où leurs utilisateurs sont avertis des perturbations électromagnétiques et des problèmes d'interférence.		

L'émetteur-récepteur, tenu à la main, doit être proche des surfaces verticales du CDM/BDM. Le point le plus proche de l'antenne doit être à une distance comprise entre 0,5 m et 1,0 m du PDS. L'émetteur-récepteur doit être commuté de la position réception à la position émission, puis à nouveau à la position réception. La durée de l'émission doit être suffisante pour que le PDS soit susceptible d'être perturbé. Si on utilise un téléphone dont la fonction ne peut pas être commutée entre réception et émission, il faut composer et transmettre un numéro d'appel.

On doit pratiquer au moins trois transmissions par orientation d'antenne: verticale, horizontale parallèle à la surface du PDS et perpendiculaire à cette surface (antenne pointée vers le PDS).

When a PDS or its subcomponents cannot be put into service on a test site because of its size, current rating, or the rated supply capability of the test site or other economical or/and practical reasons, the test and limits are under consideration.

When walkie-talkies, cordless telephones, or other transmission devices using radio communication can be operated in proximity of the PDS, the above test may be replaced by the so-called "walkie-talkie test". The "walkie-talkie test" is a scanning technique along the enclosure port of the PDS, the result of which is to obtain field strength values of more than 3 V/m or 10 V/m.

NOTE – Recommended definition of PDSs which cannot be tested according to IEC 1000-4-3 are with: rated voltage equal to or greater than 500 V; and/or rated current equal to or greater than 200 A; and/or CDM total weight or subunit weight equal to or greater than 200 kg; and/or subunits height equal to or greater than 1,9 m; and/or CDM or subunits width equal to or greater than 1,2 m; and/or motor weight equal to or greater than 500 kg.

5.3.3.2 Performing the "walkie-talkie test"

During the test, the PDS shall be operated and monitored according to 5.1.3. The PDS shall be operated under normal operating conditions, that is doors shall be closed.

The transmitters to be used during the test shall be selected from table 4. In the case of unrestricted distribution, at least three different transmitters shall be used. No two transmitters shall operate on the same frequency. Because this test need not be performed in a shielded room, only transmitters which are legally approved for use at the test location may be used. The antenna input power shall be in accordance with commonly used and approved devices.

Table 4 – Choice of suitable transmitters to perform the EM-immunity "walkie-talkie test" versus mode of sales distribution of PDSs

	Unrestricted distribution	Restricted distribution
Choice of transmitters	Cordless telephones Mobile telephones Walkie-talkie (CB) citizen-band transmitters in the range of 27 MHz band* Amateur radio transmitters in the range of 144 MHz*	Devices which are commonly used in close proximity to PDS at the user's premises shall be used.
* Such devices are not to be used systematically for performing the walkie-talkie test because the users of these devices are aware of EMC disturbances and interference problems.		

The transmitter shall be hand-held close to a vertical surface of the CDM/BDM. The closest point of the antenna to the PDS shall be between 0,5 m and 1,0 m from the PDS. The transmitter shall be switched from "receive" to "transmit" and back to "receive". The dwell time of the transmission shall not be less than the time necessary for the PDS to be able to respond. In the case of a telephone type of device, where the user cannot switch between "transmit" and "receive", a telephone number shall be transmitted instead.

There shall be at least three transmissions for each antenna orientation: vertical, horizontal in a plane parallel to the surface of the PDS, and perpendicular to the PDS (pointing towards the PDS).

Cette procédure doit être répétée:

- en au moins cinq positions de chaque surface verticale du CDM/BDM;
- en toute ouverture de ces surfaces verticales, une grille de ventilation doit être considérée comme une ouverture;
- le long de la surface du moteur si celui-ci comporte un ou des capteurs.

La procédure complète doit alors être répétée avec chaque transmetteur.

On veille à ce que la batterie ou l'alimentation de l'émetteur soit à sa valeur nominale et à ce que la puissance de sortie effective ou l'amplitude du champ soit régulièrement contrôlée. La liste des émetteurs (talkie-walkie, téléphone mobile analogique ou numérique), ainsi que leur puissance et fréquence, qui sont utilisés pour le test doit être établie par le constructeur et donnée en information à l'utilisateur.

NOTE – Il peut être possible d'insérer un capteur de puissance entre l'amplificateur et l'antenne de façon à connaître la puissance effectivement rayonnée. En alternative, l'amplitude du champ peut être mesurée directement par un capteur.

Les tests de perturbations aux fréquences radioélectriques (tels que décrits dans la CEI/FDIS 1000-4-6) ne sont pas demandés. D'autres explications sont données en A.4.2.

5.4 Application des prescriptions d'immunité – aspect statistique

Dans le choix d'un niveau de qualification d'un PDS à un test spécifique, il faut comprendre que le résultat de l'essai n'est représentatif qu'avec une certaine probabilité. On doit prendre en compte cette probabilité dans la spécification du nombre de répétitions du test ou dans sa durée d'application, en fonction du critère de qualification associé et du rôle affecté au PDS.

Les prescriptions d'immunité doivent être vérifiées par un essai de type effectué sur une unité représentative. Le constructeur ou fournisseur doit assurer par l'intermédiaire de son système de qualité que la qualification CEM du produit est maintenue.

Les résultats de mesures obtenus sur un PDS installé dans son lieu d'utilisation (et non sur un site d'essai) ne sont valables que pour cette installation.

6 Prescriptions d'émission

Dans la mesure du possible, il est souhaitable que la configuration du PDS soit adaptée aux conditions d'environnement réelles de service. Afin de satisfaire aux prescriptions essentielles de protection CEM, cette norme soumet les équipements destinés à une distribution non restreinte à des prescriptions d'émission plus restrictives que ceux destinés uniquement à une distribution restreinte.

Dans le cas de distribution restreinte, pour des raisons économiques évidentes, les partenaires doivent satisfaire aux exigences essentielles CEM de protection pour l'installation spécifique qui les concerne, par le choix d'une classe d'émission appropriée, par des mesures *in situ* prenant en compte les conditions de voisinage effectives et par l'échange de spécifications techniques.

Les mesures doivent être réalisées dans le mode de fonctionnement produisant la plus grande émission dans la bande de fréquences considérée, tout en étant cohérent avec l'application normale.

This procedure shall be carried out:

- on at least five positions on each vertical surface of the CDM/BDM;
- at all openings of these vertical surfaces, a ventilation grille shall be considered to be one opening;
- at the surface of the motor, provided that it includes sensors.

The whole procedure shall then be repeated with each transmitter in turn.

Care shall be taken that the battery pack or the power supply of the transmitter is at full capability and that the actual output power or field strength of the transmitter is frequently checked and recorded. A list of transmitter types (walkie-talkie, analogue/digital mobile telephone, etc.), powers and frequencies used during the test shall be stated by the manufacturer in the user information.

NOTE – It may be possible to insert a power meter between the antenna and amplifier to monitor the amount of power which is actually being radiated. Alternatively, the field strength may be checked using a field strength meter.

Radio-frequency common mode tests (as described in IEC/FDIS 1000-4-6) are not required. For further explanation, see A.4.2.

5.4 Application of immunity requirements – statistical aspect

When choosing the acceptance level for a specific test of a PDS, it shall be understood that the test result implies only a certain probability. Depending on the grade of the actual acceptance criterion and the task of a PDS, this probability shall be considered in the specification of the number of test pulses or of the duration of the test application.

Immunity requirements shall be verified by performing a type-test on a representative unit. The manufacturer or supplier shall ensure by means of his quality system that the EMC performance of the product is maintained.

Measurement results obtained for a PDS while installed in its place of use (and not on a test site) shall relate to that installation only.

6 Emission requirements

As far as possible, the configuration of the PDS should be adapted to its real environmental service conditions. To ensure essential EMC protection requirements, this standard subjects equipment, which is specified for unrestricted distribution, to more restrictive emission requirements than equipment which is specified only for restricted distribution.

For economical reasons, in the case of restricted distribution, the partners shall ensure the essential EMC protection requirements for the specific resulting installation, by choice of suitable emission class, by measurement *in situ* with the actual boundary conditions, and by exchange of technical specifications.

The measurements shall be made in the operating mode producing the largest emission in the frequency band, while being consistent with the normal application.

6.1 Limites d'émission de base en basse fréquence

Les tests d'un PDS relatifs aux prescriptions ci-dessous sont complexes ou très coûteux. Par ailleurs, de nombreuses années d'expérience montrent qu'on peut satisfaire à ces prescriptions au moyen de calculs ou de simulations (analogiques ou numériques), à moins que des essais ne soient requis contractuellement entre utilisateur et constructeur.

6.1.1 Encoches de commutation

Les encoches de commutation sont classées par exemple en 2.5.4.1 de la CEI 146-1-1. La mesure des encoches de commutation est définie en profondeur (d en % de U_{LWM}) et en surface (en % $\times$ degrés). Les transitoires en début et fin d'encoche ne sont pas compris (voir B.1). L'encoche de commutation au PC dépend des caractéristiques du convertisseur et de l'impédance du réseau d'alimentation.

Les encoches de commutation peuvent être observées simplement par une analyse en temporelle. Dans les cas simples, cela peut conduire à une règle pratique pour assurer la CEM. Cette règle pratique présuppose naturellement un certain nombre d'approximations. En conséquence, suite à l'utilisation de cette règle, il est nécessaire de vérifier le critère de CEM sur les harmoniques. Les cas simples, où la règle s'applique, présupposent que l'impédance correspondante du réseau puisse être modélisée par une réactance pure: $Z = L \cdot \omega$. (En particulier, on ne peut pas traiter les cas de résonances auxquels on peut s'attendre en présence de condensateurs ou de longueurs de câble importantes).

Pour un PDS unique, la règle consiste à limiter la profondeur de l'encoche principale au PC (PCC ou PCI) suivant le tableau 5. Par contre, pour plusieurs PDS connectés au même PC, la limitation des encoches relève de l'étude du système et on ne peut pas définir de règle simple.

Tableau 5 – Profondeur maximale des encoches de commutation

	Réseau public	Réseau industriel
Profondeur d'encoche maximale	Selon prescriptions du distributeur d'énergie local	En l'absence d'accord local, elle doit être l'objet d'un accord de l'utilisateur si la profondeur est supérieure à 40 %

Le constructeur doit fournir les informations suivantes dans la documentation pour l'utilisateur:

- impédance de ligne maximale et minimale pour un fonctionnement correct du BDM/CDM;
- valeur de l'inductance de découplage Z_d , comprise dans le BDM/CDM si elle existe.

Dans le cas de distribution non restreinte, la documentation de l'utilisateur doit aussi comprendre les informations relatives aux inductances qu'il peut être nécessaire d'ajouter pour satisfaire aux limites relatives aux encoches de commutation.

Dans le cas de distribution restreinte, l'utilisateur doit donner la puissance de court-circuit minimale S_{sc} au PC. On suppose que l'impédance est une réactance pure:

$$Z_{sc} = U_{LN}^2 / S_{sc}$$

On peut alors définir si des mesures supplémentaires sont nécessaires pour satisfaire aux prescriptions (éventuelle adjonction d'inductances). Des indications complémentaires sur les calculs relatifs aux encoches de commutation sont données en B.1.2.

6.1 Basic emission limits in the low-frequency area

For these requirements, testing of a PDS is difficult or uneconomic. However, in the light of established experience of many years, compliance can be verified by calculation or simulation (numerical or analogue), unless otherwise required by contractual agreement between the user and the manufacturer.

6.1.1 Commutation notches

Commutation notches are classified, for example, in 2.5.4.1 of IEC 146-1-1. Notch measurements are defined in depth (d , in % of U_{LWM}) and in area (in % × degrees). Transients at the beginning and end of the notch are not included (see B.1). The commutation notch at a PC is dependent on the converter characteristics and the internal impedance of the supply network.

Notches can be simply observed in a time-based analysis. In simple cases, this leads to a practical rule to ensure EMC. This practical rule naturally assumes some approximations. Therefore, if this rule is employed, it is still necessary to verify compliance with the EMC rules for harmonics. In the simple cases where the rule applies, it is assumed that the network impedance may be modelled with a pure reactance: $Z = L \cdot \omega$.

(In particular, this rule cannot be used in cases where resonances can be expected due to capacitors or long length of cables).

In the case of a single PDS, the rule consists of limiting the depth of the principal notch at the PC (PCC or IPC) according to table 5. However, in the case of multiple PDSs connected to the same PC, notch limitation is a system consideration, and a simple rule cannot be defined.

Table 5 – Maximum allowable depth of commutation notches

	Public network	Industrial network
Maximum notch depth	To comply with the requirements of the local supply authority	If there is no local agreement and if exceeding 40 %, it shall be agreed with the user

The manufacturer shall provide the following information in the user documentation:

- maximum and minimum line impedance for correct operation of the BDM/CDM;
- details of decoupling reactance Z_d , if any, that is included in the BDM/CDM.

In the case of unrestricted distribution, the user documentation shall also contain information on any additional reactance which may be required to ensure compliance with notch limits.

In the case of restricted distribution, the user shall state the minimum short-circuit power S_{sc} at the PC. It is assumed that the impedance is a pure reactance:

$$Z_{sc} = U_{LN}^2 / S_{sc}$$

The additional measures required to achieve compliance (possible addition of decoupling reactance) may then be determined. Additional information on this notch calculation is given in B.1.2.

Certains réseaux de distribution peuvent exiger des considérations spéciales (par exemple le réseau de distribution interne à un hôpital). Dans de tels cas, ces conditions doivent être spécifiées par l'utilisateur.

6.1.2 Harmoniques et interharmoniques

Le constructeur doit donner, dans la documentation du PDS ou sur demande, le niveau des harmoniques de courant aux conditions de charge assignées, en pourcentage du courant fondamental assigné sur l'accès puissance. Les courants harmoniques doivent être calculés à chaque rang et au moins jusqu'au rang 25 inclus. Le taux de distorsion harmonique total en courant THD (jusqu'au rang 40 inclus) et sa composante haute fréquence PHD (des rangs 14 à 40 inclus) doivent aussi être évalués. Pour ces calculs standard, on doit supposer que le PDS est raccordé à un PC avec $R_{sc} = 250$ (R_{sc} est le rapport de court-circuit I_{sc}/I_{1LN} entre le courant de court-circuit au PC et le fondamental du courant assigné de ligne) et ayant un taux de distorsion harmonique initial en tension inférieur à 1 %. On doit également supposer que l'impédance interne du réseau est une inductance pure.

La CEI 1000-2-6, annexe A, parties 1 et 2, donne un guide de calcul des harmoniques. Cette même norme donne en 6.4 des indications relatives à la sommation des harmoniques provenant de diverses sources.

Les effets des interharmoniques sont examinés en 6.1.2.3. On trouve les méthodes de calcul en annexe A.3 de la CEI 1000-2-6.

Enfin, on donne en B.2 un guide d'utilisation des PDS dans un système industriel.

6.1.2.1 Réseau d'alimentation public basse tension

Les limites et les exigences de la CEI 1000-3-2 s'appliquent à l'équipement, de courant assigné ≤ 16 A, dans lequel le PDS est inclus. L'utilisation de la future CEI 1000-3-4 (voir bibliographie) est recommandée pour les équipements, de courant assigné >16 A, dans lesquels le PDS est inclus.

Dans les deux cas, les règles concernent l'appareil complet qui peut comporter un ou plusieurs PDS, ainsi que d'autres charges. Les harmoniques des différents composants électriques doivent être sommés en utilisant la loi analytique la plus exacte possible, en tenant compte de la structure du PDS et de la structure des autres composants (voir B.2.3.3).

6.1.2.2 Réseaux industriels

Un PDS destiné à une installation industrielle, pour lequel les normes ci-dessus ne sont pas applicables, doit être pris en compte en examinant l'installation complète; cela représente une approche économique raisonnable (voir B.2.3).

L'utilisateur doit avoir connaissance des niveaux de courants et de tension harmoniques préexistant sur le réseau avant connexion du PDS ainsi que de l'impédance interne de son réseau de distribution. Le fournisseur du PDS doit donner les valeurs d'émission en courants harmoniques dans la documentation du PDS ou sur demande. Du fait que cette émission dépend (pour les termes de second ordre) de l'impédance harmonique au PC, il est souhaitable que le constructeur et l'utilisateur définissent un cas conventionnel s'il est différent du cas standard recommandé en 6.1.2.

6.1.2.3 Harmoniques et interharmoniques dans la bande de fréquences 2 kHz à 9 kHz

Les prescriptions dans cette bande de fréquences sont à l'étude.