

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61800-5-1

Première édition
First edition
2003-02

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

**Partie 5-1:
Exigences de sécurité –
Electrique, thermique et énergétique**

**Adjustable speed electrical power
drive systems –**

**Part 5-1:
Safety requirements –
Electrical, thermal and energy**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61800-5-1:2003

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61800-5-1

Première édition
First edition
2003-02

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

**Partie 5-1:
Exigences de sécurité –
Electrique, thermique et énergétique**

**Adjustable speed electrical power
drive systems –**

**Part 5-1:
Safety requirements –
Electrical, thermal and energy**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	14
3.1 Système	14
3.2 Généralités	14
3.3 Classification des essais	22
4 Protection contre les chocs électriques et les dangers thermiques et énergétiques	26
4.1 Généralités	26
4.2 Protection contre les chocs électriques	26
4.3 Protection contre les risques thermiques	80
4.4 Protection contre les risques énergétiques	86
5 Exigences d'essais	88
5.1 Généralités	88
5.2 Spécifications d'essai	94
6 Exigences relatives aux informations et au marquage	128
6.1 Généralités	128
6.2 Informations pour le choix	132
6.3 Informations pour l'installation et la mise en service	132
6.4 Informations pour l'utilisation	140
6.5 Informations pour l'entretien	146
Annexe A (informative) Exemples de protection en cas de contact direct	148
Annexe B (informative) Symboles référencés dans cette partie de la CEI 61800	152
Annexe C (normative) Mesure de la distance d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	154
Annexe D (informative) Sections des conducteurs ronds	166
Annexe E (informative) Guide pour la compatibilité avec des DDR	168
Bibliographie	174
Figure 1 – Configuration matérielle d'un EEP dans une installation	24
Figure 2 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement alternative	30
Figure 3 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement continue	30
Figure 4 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement pulsatoire	32
Figure 5 – Exemples de protection contre le contact direct	36
Figure 6 – Procédures de tension d'essai	108
Figure 7 – Circuit pour essai de formation d'arc à courant élevé	122
Figure 8 – Montage pour essai d'inflammation au fil chaud	126
Figure A.1 – Protection par TBTS (non mise à la terre) ou TBTP (mise à la terre), avec séparation de protection	148
Figure A.2 – Protection au moyen d'impédances de protection	148
Figure A.3 – Protection au moyen de tensions limitées	148

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	15
3.1 System	15
3.2 General	15
3.3 Test classification	23
4 Protection against electric shock, thermal, and energy hazards	27
4.1 General	27
4.2 Protection against electric shock	27
4.3 Protection against thermal hazards	81
4.4 Protection against energy hazards	87
5 Test requirements	89
5.1 General	89
5.2 Test specifications	95
6 Information and marking requirements	129
6.1 General	129
6.2 Information for selection	133
6.3 Information for installation and commissioning	133
6.4 Information for use	141
6.5 Information for maintenance	147
Annex A (informative) Examples of protection in case of direct contact	149
Annex B (informative) Symbols referred to in this part of IEC 61800	153
Annex C (normative) Measurement of clearance and creepage distances	155
Annex D (informative) Cross-sections of round conductors	167
Annex E (informative) Guidelines for RCD compatibility	169
Bibliography	175
Figure 1 – PDS hardware configuration within an installation	25
Figure 2 – Typical waveform for a.c. working voltage	31
Figure 3 – Typical waveform for d.c. working voltage	31
Figure 4 – Typical waveform for pulsating working voltage	33
Figure 5 – Examples for protection against direct contact	37
Figure 6 – Voltage test procedures	109
Figure 7 – Circuit for high-current arcing test	123
Figure 8 – Test fixture for hot-wire ignition test	127
Figure A.1 – Protection by SELV (unearthed) or PELV (earthed), with protective separation	149
Figure A.2 – Protection by means of protective impedance	149
Figure A.3 – Protection by using limited voltages	151

Figures C.1 à C.13 – Exemples des mesures des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite.....	154
Figure E.1 – Organigramme conduisant au choix du type de DDR avec un EEP en aval	168
Figure E.2 – Formes d'onde des courants de défaut dans des montages avec dispositifs à semi-conducteurs	172
Tableau 1 – Résumé des limites des classes de tension déterminantes	26
Tableau 2 – Section du conducteur de protection	44
Tableau 3 – Définitions des degrés de pollution	48
Tableau 4 – Tension d'isolement des circuits basse tension	54
Tableau 5 – Tension d'isolement des circuits haute tension	54
Tableau 6 – Distances dans l'air	56
Tableau 7 – Lignes de fuite (mm)	60
Tableau 8 – Epaisseur des tôles d'enveloppes - Acier au carbone ou acier chromé	68
Tableau 9 – Epaisseur des tôles d'enveloppes aluminium, cuivre ou laiton	70
Tableau 10 – Espace de courbure des fils des bornes à enveloppe	76
Tableau 11 – Températures maximales mesurées pour les composants et matériaux internes.....	84
Tableau 12 – Températures maximales mesurées pour les parties externes de l'EEP	86
Tableau 13 – Vue d'ensemble des essais	92
Tableau 14 – Essai de tension de choc.....	98
Tableau 15 – Tension d'essai de choc pour EEP basse tension.....	100
Tableau 16 – Tension d'essai de choc pour EEP haute tension	100
Tableau 17 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits raccordés directement au réseau d'alimentation basse tension	102
Tableau 18 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits raccordés directement au réseau d'alimentation haute tension	104
Tableau 19 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits non raccordés directement au réseau d'alimentation.....	104
Tableau 20 – Essai de décharge partielle.....	112
Tableau 21 – Exigences d'informations	130
Tableau B 1 – Symboles utilisés	152
Tableau C.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution.....	154
Tableau D.1 – Sections standards des conducteurs ronds.....	166

Figure C.1 to C.13 Examples of the measurement of clearance and creepage distances	155
Figure E.1 – Flow chart leading to selection of the RCD type when using a PDS downstream.....	169
Figure E.2 – Fault current waveforms in connections with semiconductor devices	171
Table 1 – Summary of the limits of the decisive voltage classes	27
Table 2 – Protective conductor cross-section	45
Table 3 – Definitions of pollution degrees	49
Table 4 – Insulation voltage for low voltage circuits	55
Table 5 – Insulation voltage for high voltage circuits	55
Table 6 – Clearance distances	57
Table 7 – Creepage distances (mm)	61
Table 8 – Thickness of sheet metal for enclosures – Carbon steel or stainless steel	69
Table 9 – Thickness of sheet metal for enclosures: aluminium, copper or brass	71
Table 10 – Wire bending space from terminals to enclosure	77
Table 11 – Maximum measured temperatures for internal materials and components	85
Table 12 – Maximum measured temperatures for external parts of the PDS	87
Table 13 – Test overview	93
Table 14 – Impulse voltage test	99
Table 15 – Impulse test voltage for low-voltage PDS	101
Table 16 – Impulse test voltage for high-voltage PDS	101
Table 17 – AC or d.c. test voltage for circuits connected directly to low voltage mains	103
Table 18 – AC or d.c. test voltage for circuits connected directly to high voltage mains	105
Table 19 – AC or d.c. test voltage for circuits not connected directly to the mains	105
Table 20 – Partial discharge test	113
Table 21 – Information requirements	131
Table B.1 – Symbols used	153
Table C.1 – Width of grooves by pollution degree	155
Table D.1 – Standard cross-sections of round conductors	167

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Part 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique

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, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes Internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la norme nationale 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 61800-5-1 a été établie par le sous-comité 22G: Convertisseurs à semiconducteurs pour les systèmes d'entraînement électriques à vitesse variable, du comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Le texte de la présente partie de la CEI 61800 est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22G/108/FDIS	22G/110/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente partie de la CEI 61800.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de septembre 2003 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

**Part 5-1: Safety requirements –
Electrical, thermal and energy**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61800-5-1 has been prepared by subcommittee 22G: Semiconductor power converters for adjustable speed electric drive systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

The text of this part of IEC 61800 is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
22G/108/FDIS	22G/110/RVD

Full information on the voting for the approval of this part of IEC 61800 can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of September 2003 have been included in this copy.

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Part 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61800 spécifie les exigences pour les entraînements électriques de puissance à vitesse variable, ou leurs éléments, en tenant compte des aspects de sécurité électrique, thermique et énergétique. Elle ne couvre pas l'équipement entraîné à l'exception des exigences pour les interfaces. Elle s'applique aux systèmes d'entraînement électrique à vitesse variable qui comprennent le convertisseur de puissance, le système de commande et un ou plusieurs moteurs. En sont exclus les entraînements pour les véhicules électriques et à traction. Elle s'applique aux systèmes d'entraînement en courant continu, connectés à des réseaux de tension inférieure ou égale à 1 kV c.a., 50 Hz ou 60 Hz et aux systèmes d'entraînement en courant alternatif avec des tensions d'entrée ou de sortie de convertisseur inférieures ou égales à 35 kV, 50 Hz ou 60 Hz.

Les spécifications des caractéristiques pour les systèmes d'entraînement de puissance en courant continu connectés à des réseaux de tension inférieure ou égale à 1 kV c.a. sont couvertes par la CEI 61800-1.

Les spécifications des caractéristiques pour les systèmes d'entraînement de puissance en courant alternatif avec des tensions d'entrée ou de sortie de convertisseur inférieures ou égales à 1 kV c.a. sont couvertes par la CEI 61800-2.

Les aspects de la CEM sont couverts par la CEI 61800-3.

Les spécifications des caractéristiques pour les systèmes d'entraînement de puissance en courant alternatif avec des tensions d'entrée ou de sortie de convertisseur supérieures à 1 kV c.a. et inférieures ou égales à 35 kV c.a. sont couverts par la CEI 61800-4.

La présente partie de la CEI 61800 ne s'applique pas aux appareils utilisés comme des composants de l'EEP s'ils sont conformes aux exigences de sécurité de la norme de produit appropriée pour un même environnement.

NOTE 1 Dans certains cas, les exigences de l'EEP tout entier (par exemple la protection contre les contacts directs) peuvent nécessiter l'utilisation de composants spéciaux et/ou de mesures supplémentaires.

NOTE 2 Pour les besoins de cette norme, les risques énergétiques peuvent être par exemple l'explosion de composants ou l'énergie stockée dans des condensateurs.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60034 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes*

CEI 60050(111), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 111: Physique et chimie*

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy

1 Scope

This part of IEC 61800 specifies requirements for adjustable speed power drive systems, or their elements, with respect to electrical, thermal and energy safety considerations. It does not cover the driven equipment except for interface requirements. It applies to adjustable speed electric drive systems which include the power conversion, drive control, and motor or motors. Excluded are traction and electric vehicle drives. It applies to d.c. drive systems connected to line voltages up to 1 kV a.c., 50 Hz or 60 Hz and a.c. drive systems with converter input or output voltages up to 35 kV, 50 Hz or 60 Hz.

Rating specifications for d.c. power drive systems connected to line voltages up to 1 kV a.c. are covered in IEC 61800-1.

Rating specifications for a.c. power drive systems with converter input or output voltages up to 1 kV a.c. are covered in IEC 61800-2.

EMC aspects are covered in IEC 61800-3.

Rating specifications for a.c. power drive systems with converter input or output voltages greater than 1 kV a.c. and up to 35 kV a.c. are covered in IEC 61800-4.

The scope of this part of IEC 61800 does not include devices used as component parts of a PDS if they comply with the safety requirements of a relevant product standard for the same environment.

NOTE 1 In some cases, safety requirements of the overall PDS (for example, protection against direct contact) can necessitate the use of special components and/or additional measures.

NOTE 2 For the purposes of this International Standard, energy hazards can be, for example, explosion of components or stored energy in capacitors.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60050(111), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 111: Physics and chemistry*

CEI 60050(151), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050(161), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60050(191), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60050(441), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60050(442), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 441: Petit appareillage*

CEI 60050(551), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 551: Electronique de puissance*

CEI 60050(601), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension. Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60071-2:1996, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Guide d'application*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60204-11:2000, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV*

CEI 60249-1:1982, *Matériaux de base pour circuits imprimés. Première partie: Méthodes d'essai*

CEI 60364-1:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

CEI 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*¹

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*²

¹ Il existe une édition consolidée 2.1 (2001) comprenant l'édition 2.0 et son amendement.

² Il existe une édition consolidée 1.2 (2002) comprenant l'édition 1.0 et ses amendements.

IEC 60050(151), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(161), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050(191), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60050(441), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050(442), *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050(551), *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551: Power electronics*

IEC 60050(601), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60204-11:2000, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000V a.c. or 1 500V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60249-1:1982, *Base materials for printed circuits – Part 1: Test methods*

IEC 60364-1:2001, *Electrical installations of buildings – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*¹

IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*²

¹ There is a consolidated edition 2.1 (2001) that includes edition 2.0 and its Amendment 1.

² There is a consolidated edition 1.2 (2002) that includes edition 1.0 and its Amendments 1 and 2.

CEI 60664-3:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées*

CEI 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60695-2-12:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité sur matériaux*

IEC 60695-2-13:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'allumabilité pour matériaux*

CEI 60695-11-10:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

CEI 60695-11-20:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthodes d'essai à la flamme de 500 W*

CEI 60707:1999, *Inflammabilité des matériaux solides non métalliques soumis à des sources d'allumage à flamme – Liste des méthodes d'essai*

CEI 60755:1983, *Règles générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel*

CEI 60947-7-1:2002, *Appareillage à basse tension – Partie 7-1: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

CEI 60947-7-2:2002, *Appareillage à basse tension – Partie 7-2: Matériels accessoires – Blocs de jonction de conducteur de protection pour conducteurs en cuivre*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 61800-1:1997, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 1: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement de puissance à vitesse variable en courant continu et basse tension*

CEI 61800-2:1998, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 2: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement de puissance à fréquence variable en courant alternatif et basse tension*

CEI 61800-3:1996, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Norme de produit relative à la CEM incluant des méthodes d'essais spécifiques*

CEI 61800-4:2002, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 4: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement en courant alternatif de tension supérieure à 1 000 V alternatif et ne dépassant pas 35 kV*

ISO 3864:1984, *Couleurs et signaux de sécurité*

IEC 60664-3:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies*

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end products*

IEC 60695-2-12:2000, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials*

IEC 60695-2-13:2000, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignitability test method for materials*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60695-11-20:1999, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*

IEC 60707:1999, *Flammability of solid non-metallic materials when exposed to flame sources – List of test methods*

IEC 60755:1983, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60947-7-1:2002, *Low-voltage switchgear and control gear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 60947-7-2:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-2: Ancillary equipment – Protective conductor terminal blocks for copper conductors*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61800-1:1997, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 1: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed d.c. power drive systems*

IEC 61800-2:1998, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable frequency a.c. power drive systems*

IEC 61800-3:1996, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC product standard including specific test methods*

IEC 61800-4:2002, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V and not exceeding 35 kV*

ISO 3864:1984, *Safety colours and safety signs*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61800, les termes et définitions des chapitres 111, 151, 161, 191, 441, 442, 551 et 601 de la CEI 60050, de la CEI 60664-1 et des Parties 1 à 4 de la CEI 61800 (quelques-unes d'entre elles sont répétées ci-dessous pour des raisons de commodité) ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Système

3.1.1

module d'entraînement principal (MEP)

module d'entraînement, qui est constitué d'une partie convertisseur, d'un équipement de contrôle de vitesse, de couple, et d'un système de commande des semi-conducteurs de puissance, etc. (voir Figure 1)

3.1.2

module d'entraînement complet (MEC)

système d'entraînement, sans le moteur ni les capteurs mécaniquement couplés à l'arbre de moteur, qui est constitué, sans être limité, d'un MEP, et d'extensions telles que les appareillages d'alimentations, les alimentations d'inducteur, et les circuits auxiliaires (voir Figure 1)

3.1.3

installation

équipement ou ensemble d'équipements qui comprennent au moins l'EEP (voir 3.1.4) et l'équipement entraîné (voir Figure 1)

3.1.4

entraînement électrique de puissance (EEP)

système d'entraînement de puissance, comprenant le MEC et le moteur mais pas l'équipement entraîné (voir Figure 1)

3.2 Généralités

3.2.1

circuit auxiliaire

circuit alimentant un ou plusieurs éléments d'un EEP autre que le moteur principal qui échange une puissance mécanique avec l'équipement entraîné

NOTE Des circuits d'alimentation indépendante d'inducteur du moteur principal, de mesure, de refroidissement, de commande et d'interface sont des exemples de circuits auxiliaires.

3.2.2

isolement principal

isolement appliqué aux parties actives destiné à assurer une protection principale contre les chocs électriques [VEI 826-03-17, modifiée]

3.2.3

locaux électriques fermés

salle ou emplacement pour les équipements électriques pour lequel l'accès est restreint aux personnes autorisées ou informées par l'ouverture d'une porte ou le retrait d'une barrière au moyen d'une clé ou d'un outil et qui est clairement signalé par des avertissements appropriés.

3.2.4

indice de résistance au cheminement (IRC)

valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminer le dépôt de 50 gouttes.

NOTE 1 La valeur de chaque tension d'essai et l'indice de résistance au cheminement doit être divisible par 25.

[IEC 60112:1979, définition 2.3]

3 Terms and definitions

For the purposes of this part of IEC 61800, the terms and definitions given in chapters 111, 151, 161, 191, 441, 442, 551 and 601 of IEC 60050, IEC 60664-1, Parts 1 to 4 of IEC 61800 (some of which are repeated below for convenience) and the following definitions apply.

3.1 System

3.1.1

basic drive module (BDM)

drive module, which consists of, a converter section, a control equipment for speed, torque, current or voltage, and a power semiconductor gating system, etc. (see Figure 1)

3.1.2

complete drive module (CDM)

drive system, without the motor and the sensors which are mechanically coupled to the motor shaft, consisting of, but not limited to, the BDM, and extensions such as feeding section, field supply, and auxiliaries (see Figure 1)

3.1.3

installation

equipment or equipments which include at least both the PDS (see 3.1.4) and the driven equipment (see Figure 1)

3.1.4

power drive system (PDS)

power drive system, including the CDM and the motor but not the driven equipment (see Figure 1)

3.2 General

3.2.1

auxiliary circuit

circuit supplying an element or elements of a PDS other than the main motor which exchanges mechanical power with the driven equipment

NOTE Examples of auxiliary circuits are interface, control, cooling, measurement and independent field supply circuit of the main motor.

3.2.2

basic insulation

insulation applied to live parts to provide basic protection against electrical shock

[VEI 826-03-17, modifié]

3.2.3

closed electrical operating area

room or location for electrical equipment to which access is restricted to skilled or instructed persons by the opening of a door or the removal of a barrier by the use of a key or tool and which is clearly marked by appropriate warning signs

3.2.4

comparative tracking index (CTI)

numerical value of the maximum voltage in volts at which a material withstands 50 drops without tracking

NOTE 1 The value of each test voltage and the CTI should be divisible by 25.

[IEC 60112: 1979, definition 2.3]

3.2.5

protégé contre les courts-circuits sous condition

circuit dans lequel seuls les dispositifs de protection tels que des fusibles, des interrupteurs, des verrouillages électroniques ou des limiteurs électroniques de courant, répondent en cas de court-circuit

3.2.6

classe de tension déterminante

gamme de tension calculée utilisée afin de déterminer la classification des mesures de protection contre les chocs électriques

3.2.7

isolement double

isolement comprenant à la fois un isolement principal et supplémentaire

[VEI 826-03-19, modifiée]

NOTE Les isollements principal et supplémentaire sont séparés, chacun d'eux étant conçu pour une protection principale contre les chocs électriques.

3.2.8

claquage électrique

défaillance de l'isolation en cas de contrainte électrique lorsque la décharge court-circuite complètement l'isolation, réduisant pratiquement à zéro la tension entre électrodes

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.20]

3.2.9

TBT (Très Basse Tension)

toute tension n'excédant pas 50 V c.a. efficace et 120 V c.c.

NOTE Tension ondulée efficace n'excédant pas 10 % de la composante continue.

3.2.10

circuit TBTF (TBT fonctionnelle)

circuit électrique dans lequel la tension n'excède pas la TBT, et qui n'est pas conforme aux exigences de sécurité pour les circuits TBTS (voir 3.2.29) ou les circuits TBTP (voir 3.2.16)

3.2.11

isolement fonctionnel

isolement entre des parties conductrices qui n'assure pas une protection contre les chocs électriques

3.2.12

produit de la haute tension

produit avec une tension nominale d'alimentation comprise entre 1 kV et 35 kV c.a., 50 Hz ou 60 Hz

NOTE Ces produits sont compris dans le domaine d'application de la CEI 61800-4.

3.2.13

courant de fuite (à la terre)

courant qui s'écoule des parties actives à la terre en l'absence de tout défaut d'isolement

[VEI 442-01-24]

3.2.14

partie active

conducteur ou partie conductrice prévu pour être sous tension en condition normale d'utilisation, comprenant le conducteur de neutre mais pas une terre de protection au neutre

3.2.5**conditionally short-circuit proof**

circuit in which only prescribed protective devices such as fuses, switches, electronic interlocks, or electronic current limiters respond when subjected to a short-circuit

3.2.6**decisive voltage class**

calculated voltage range used to determine the classification of protective measures against electric shock

3.2.7**double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

[VEI 826-03-19, modified]

NOTE Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

3.2.8**electrical breakdown**

failure of insulation under electric stress when the discharge completely bridges the insulation, thus reducing the voltage between the electrodes almost to zero

[IEC 60664-1:1992, definition 1.3.20]

3.2.9**ELV (Extra Low Voltage)**

any voltage not exceeding 50 V a.c. r.m.s. and 120 V d.c.

NOTE RMS ripple voltage of not more than 10 % of the d.c. component.

3.2.10**FELV (Functional ELV) circuit**

electrical circuit in which the voltage does not exceed ELV, and which does not comply with the safety requirements for SELV (see 3.2.29) or PELV (see 3.2.16) circuits

3.2.11**functional insulation**

insulation between conductive parts which does not provide protection against electric shock

3.2.12**high-voltage product**

product with rated supply voltage between 1 kV and 35 kV a.c., 50 Hz or 60 Hz

NOTE These products fall into the scope of IEC 61800-4

3.2.13**(earth) leakage current**

current flowing from the live parts of the installation to earth, in the absence of an insulation fault

[IEV 442-01-24]

3.2.14**live part**

conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor but not a protective earth neutral

3.2.15

produit de la basse tension

produit avec une tension nominale d'alimentation inférieure ou égale à 1 000 V c.a., 50 Hz ou 60 Hz

NOTE Ces produits sont compris dans le domaine d'application de la CEI 61800-1 ou de la CEI 61800-2.

3.2.16

circuit de TBTP (TBT de protection)

circuit électrique avec les caractéristiques suivantes:

- la tension n'excède pas la TBT;
- il y a des séparations de protection des circuits autres que des TBTP ou TBTS;
- il y a des moyens de mise à la terre du circuit TBTP ou de ses parties conductrices exposées ou des deux à la fois

3.2.17

matériel professionnel

matériel utilisé dans les échanges commerciaux, les professions et l'industrie ou qui n'est pas destiné à être vendu au grand public. Cette appellation est spécifiée par le constructeur

[CEI 61000-3-2:2000, définition 3.15]

3.2.18

liaison de protection

connexion électrique à la terre des parties conductrices pour des raisons de sécurité

3.2.19

protection de classe 0

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques repose uniquement sur un isolement principal

NOTE Les appareils de cette classe deviennent dangereux en cas de défaut de l'isolement principal.

3.2.20

protection de classe I

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur un isolement principal mais qui comprend une précaution de sécurité supplémentaire de telle manière que des moyens sont fournis pour la connexion des parties conductrices accessibles au conducteur (de terre) de protection pour les installations à câblages fixes, ainsi les parties conductrices accessibles ne peuvent pas devenir actives en cas de défaut de l'isolement principal

3.2.21

protection de classe II

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur un isolement principal mais dans lequel des précautions supplémentaires de sécurité telles qu'un isolement double ou un isolement renforcé sont fournis, ceci étant, il n'y a aucun moyen de connexion à une terre de protection ou aucune dépendance aux conditions d'installation

3.2.22

protection de classe III

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur une alimentation en TBTS et dans lequel des tensions supérieures à celles de la TBTS ne sont pas générées

3.2.23

conducteur de protection

conducteur fournissant une protection contre les chocs électriques par une connexion des parties conductrices à la terre

3.2.15**low-voltage product**

product with rated supply voltage up to 1 000 V a.c., 50 Hz or 60 Hz

NOTE These products fall into the scope of IEC 61800-1 or IEC 61800-2.

3.2.16**PELV (Protective ELV) circuit**

electrical circuit with the following characteristics:

- the voltage does not exceed ELV; and
- protective separation from circuits other than PELV or SELV; and
- provisions for earthing of the PELV circuit, or its exposed conductive parts, or both

3.2.17**professional equipment**

equipment for use in trades, professions, or industries and which is not intended for sale to the general public. The designation is specified by the manufacturer.

[IEC 61000-3-2: 2000, definition 3.15]

3.2.18**protective bonding**

electrical connection to earth of conductive parts for safety purposes

3.2.19**protective class 0**

equipment in which protection against electric shock relies only upon basic insulation

NOTE Equipment of this class becomes hazardous in the event of a failure of the basic insulation.

3.2.20**protective class I**

equipment in which protection against electric shock does not rely on basic insulation only, but which includes an additional safety precaution in such a way that means are provided for the connection of accessible conductive parts to the protective (earthing) conductor in the fixed wiring of the installation, so that accessible conductive parts cannot become live in the event of a failure of the basic insulation

3.2.21**protective class II**

equipment in which protection against electric shock does not rely on basic insulation only, but in which additional safety precautions such as double insulation or reinforced insulation are provided, there being no provision for protective earthing or reliance upon installation conditions

3.2.22**protective class III**

equipment in which protection against electric shock relies on supply at SELV and in which voltages higher than those of SELV are not generated

3.2.23**protective conductor**

conductor providing protection against electric shock by connecting conductive parts to earth

3.2.24

terre de protection (PE)

mise à la terre d'un point dans un système, ou d'un équipement, pour la protection contre les chocs électriques en cas de défaut

3.2.25

impédance de protection

une impédance connectée entre des parties actives et des parties conductrices exposées, d'une telle valeur que le courant, en condition normale d'utilisation et sous des conditions de défaut vraisemblable, est limité à une valeur de sécurité, et qui est construite de telle sorte que sa fiabilité est maintenue tout au long de la durée de vie de l'équipement

[IEV 442-04-24, modifiée]

3.2.26

écran de protection

séparation des circuits des parties actives dangereuses au moyen d'un écran conducteur interposé et connecté aux moyens de connexion pour un conducteur de protection externe

3.2.27

séparation de protection

séparation entre des circuits aux moyens d'une protection supplémentaire et principale (isolement principal plus un isolement supplémentaire ou un écran de protection) ou par une disposition de protection équivalente (par exemple un isolement renforcé)

3.2.28

isolement renforcé

système d'isolement simple, appliqué aux parties actives, qui fournit un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à un double isolement dans les conditions spécifiées dans la norme CEI appropriée

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.17.5]

3.2.29

circuit TBTS (TBT de sécurité)

circuit électrique avec les caractéristiques suivantes:

- tension n'excédant pas la TBT;
- séparations de protection des circuits autres que des TBTP ou TBTS;
- aucun moyen de mise à la terre du circuit TBTS ou de ses parties conductrices exposées;
- isolement principal entre le circuit TBTS et la terre ainsi que les circuits TBTP

3.2.30

isolement supplémentaire

isolement indépendant appliqué en plus de l'isolement principal de façon à fournir une protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolement principal

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.17.3]

NOTE Les isollements principal et supplémentaire sont séparés, chacun étant conçu pour une protection principale contre les chocs électriques.

3.2.31

tension système

tension utilisée pour déterminer les exigences de l'isolement

- pour systèmes de basse tension avec mise à la terre: valeur efficace de la tension nominale entre une phase et la terre
- pour systèmes de basse tension triphasés sans mise à la terre: valeur efficace de la tension nominale entre une phase et un neutre artificiel (un point imaginaire de connexion entre impédances d'égale valeur et chaque phase)

NOTE Pour la plupart des systèmes, ceci équivaut à diviser la tension entre phase par 3

3.2.24**protective earthing (PE)**

earthing of a point in a system, or equipment, for protection against electric shock in case of a fault

3.2.25**protective impedance**

an impedance connected between live parts and exposed conductive parts, of such value that the current, in normal use and under likely fault conditions, is limited to a safe value, and which is so constructed that its reliability is maintained throughout the life of the equipment

[IEV 442-04-24, modified]

3.2.26**protective screening**

separation of circuits from hazardous live-parts by means of an interposed conductive screen, connected to the means of connection for an external protective conductor

3.2.27**protective separation**

separation between circuits by means of basic and supplementary protection (basic insulation plus supplementary insulation or protective screening) or by an equivalent protective provision (e.g. reinforced insulation)

3.2.28**reinforced insulation**

single insulation system, applied to live parts, which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation under the conditions specified in the relevant IEC standard

[IEC 60664-1: 1992, definition 1.3.17.5]

3.2.29**SELV (Safety ELV) circuit**

electrical circuit with the following characteristics:

- the voltage does not exceed ELV; and
- protective separation from circuits other than SELV or PELV; and
- no provisions for earthing of the SELV circuit, or its exposed conductive parts; and
- basic insulation of the SELV circuit from earth and from PELV circuits

3.2.30**supplementary insulation**

independent insulation applied in addition to basic insulation in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation

[IEC 60664-1: 1992, definition 1.3.17.3]

NOTE Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

3.2.31**system voltage**

voltage used to determine insulation requirements

- for low voltage earthed systems: the r.m.s. value of the rated voltage between a phase and earth
- for low voltage non-earthed three-phase systems: the r.m.s. value of the rated voltage between a phase and an artificial neutral point (an imaginary junction of equal impedances from each phase)

NOTE For most systems, this is equivalent to dividing the phase-to-phase voltage by $\sqrt{3}$

- pour systèmes de basse tension monophasés c.c. ou c.a. sans mise à la terre: valeur efficace de la tension nominale entre phases
- pour systèmes de haute tension: valeur efficace de la tension nominale entre phases

3.2.32

surtension temporaire

surtension à fréquence industrielle de durée relativement longue

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.7.1]

3.2.33

borne client

borne fournie pour que des connexions soient réalisées pendant l'installation

3.2.34

tension de fonctionnement

tension qui apparaît par conception dans un circuit ou au travers d'un isolement, dans les conditions nominales d'alimentation (sans tolérances) et dans les pires conditions de fonctionnement

NOTE La tension de fonctionnement peut être c.c. ou c.a.. Les valeurs crêtes répétitives et efficaces sont utilisées ensembles.

3.3 Classification des essais

3.3.1

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications

[IEV 151-04-15]

3.3.2

essai individuel de série

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

[IEV 151-04-16]

3.3.3

essai sur prélèvement

essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot

[IEV 151-04-17]

3.3.4

essai de mise en service

essai d'un dispositif ou d'un équipement, effectué sur son lieu d'implantation, et destiné à vérifier son installation correcte et son bon état de marche

[IEV 151-04-21]

3.3.5

essai spécial

essai supplémentaire aux essais de type ou individuels de série, réalisé soit à la discrétion du fabricant ou selon un accord entre le fabricant et le client ou son représentant.

- for low voltage non-earthed single-phase a.c. or d.c. systems: the r.m.s. value of the rated voltage between the phases
- for high voltage systems, the r.m.s. value of the rated voltage between phases

3.2.32

temporary overvoltage

overvoltage at the supply frequency of relatively long duration

[IEC 60664-1:1992, definition 1.3.7.1]

3.2.33

user terminal

terminal provided for connection to be made during installation

3.2.34

working voltage

voltage, at rated supply conditions (without tolerances) and worst case operating conditions, which occurs by design in a circuit or across insulation

NOTE The working voltage can be d.c. or a.c. Both the r.m.s. and recurring peak values are used.

3.3 Test classification

3.3.1

type test

test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications

[IEV 151-04-15]

3.3.2

routine test

test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

[IEV 151-04-16]

3.3.3

sample test

test on a number of devices taken at random from a batch

[IEV 151-04-17]

3.3.4

commissioning test

test on a device or equipment performed on site, to prove the correctness of installation and operation

[IEV 151-04-21]

3.3.5

special test

test additional to type and routine tests, made either at the discretion of the manufacturer or according to an agreement between the manufacturer and the customer or his representative

3.3.6

essai d'acceptation

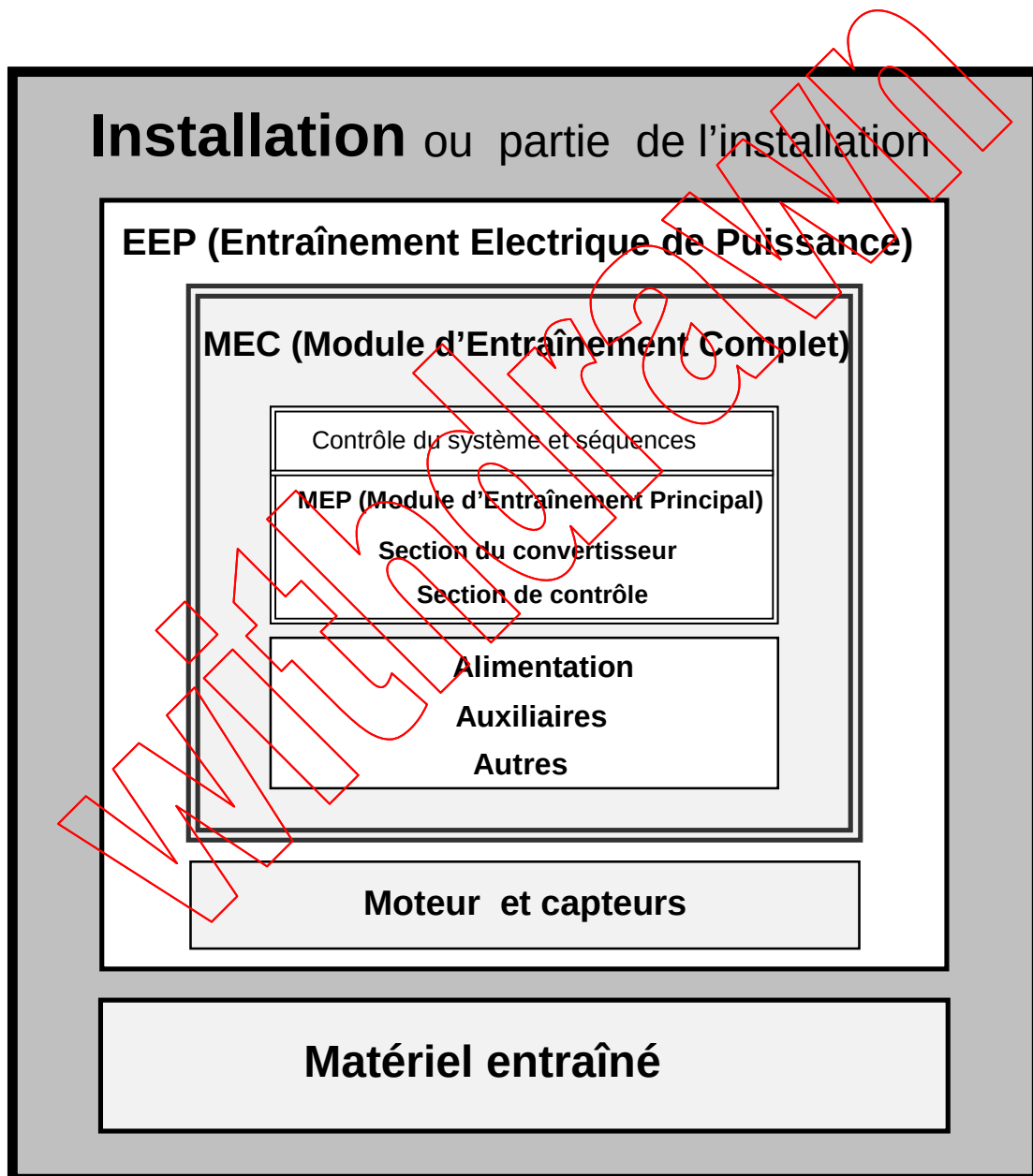
essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification

[IEV 151-04-20]

3.3.7

essai certifié

n'importe lequel des essais ci-dessus réalisé en présence du client, de l'utilisateur ou de son représentant



IEC 257/03

Figure 1 – Configuration matérielle d'un EEP dans une installation

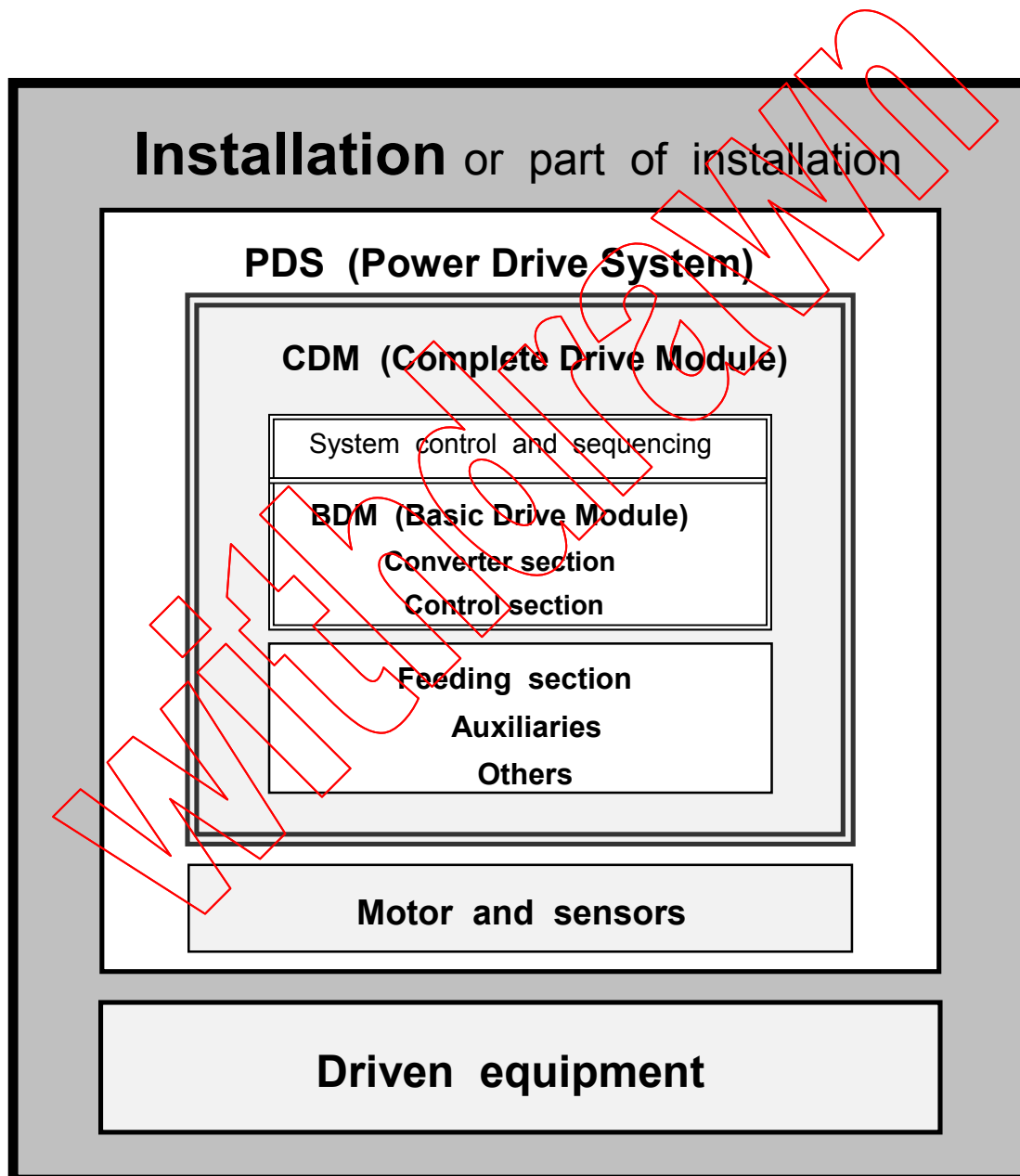
3.3.6**acceptance test**

contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification

[IEV 151-04-20]

3.3.7**witness test**

any of the above tests performed in the presence of the customer, the user, or his representative



IEC 257/03

Figure 1 – PDS hardware configuration within an installation

4 Protection contre les chocs électriques et les dangers thermiques et énergétiques

4.1 Généralités

Cet article définit les exigences minimales de fabrication d'un EEP/MEC/MEP. La protection contre les chocs électriques doit être maintenue tant en conditions de défaut unique qu'en conditions normales.

La conception d'un EEP doit aussi être telle qu'il possède la solidité et la rigidité nécessaire pour résister à toute mauvaise utilisation prévisible associée à l'application à laquelle il est destiné, sans destruction partielle ou totale conduisant à un risque d'incendie, de choc électrique ou à d'autres risques.

L'EEP doit être conçu de façon à éviter les modes de fonctionnement pouvant conduire à une défaillance de composant.

L'analyse des circuits doit être exécutée sur des circuits autres que les circuits TBTS et TBTP de l'EEP afin d'identifier les composants dont la défaillance entraînerait un risque d'incendie ou de choc électrique. L'analyse doit inclure les effets des conditions de court-circuit et de circuit ouvert du composant. L'analyse ne doit pas inclure les dispositifs à semi-conducteurs de puissance lorsque des essais équivalents sont effectués au cours des essais de court-circuit, ni des composants ayant fait l'objet d'une évaluation indépendante. Voir 5.2.3.8 pour l'essai.

NOTE Il est possible que l'analyse ne fasse pas ressortir de composants critiques. Le cas échéant, il n'est pas exigé d'essais de défaillance de composant.

On devra examiner les risques potentiels, concernant la sécurité, associés aux pièces essentielles de l'EEP, telles que les pièces du moteur en rotation et l'inflammabilité des huiles des transformateurs et condensateurs.

4.2 Protection contre les chocs électriques

4.2.1 Classe de tension déterminante

4.2.1.1 Utilisation de la classe de tension déterminante

Les mesures de protection contre les chocs électriques dépendent de la classification de la tension déterminante selon le Tableau 1, qui est la corrélation des limites de la tension de fonctionnement à l'intérieur du circuit avec la classe de tension déterminante. La classe de tension déterminante, elle, indique le niveau minimal de protection exigé pour le circuit.

Tableau 1 – Résumé des limites des classes de tension déterminantes

Classe de tension déterminante	Limites de tension déterminante V			Paragraphes
	Tension alternative (efficace) U_{ACL}	Tension alternative (crête) U_{ACPL}	Tension continue (moyenne) U_{DCL}	
A ^a	30	42,4	60	4.2.4.2, 4.2.4.4
B	50	71	120	4.2.5.3 a), b)
C	1 000	4 500 ^b	1 500	
D	>1 000	>4 500 ^b	>1 500	
^a Pour les appareils ayant plus d'un circuit de tension déterminante de classe A, les tensions efficaces et de crête ne doivent pas dépasser respectivement 25 V et 35,4 V. ^b La valeur 4 500 V permet à tous les produits de la basse tension d'être traités par le Tableau 4 (réflexions possibles jusqu'à $3 \times \sqrt{2} \times 1\,000\text{ V} = 4\,242\text{ V}$)				

4 Protection against electric shock, thermal, and energy hazards

4.1 General

This clause 4 defines the minimum requirements for the design and construction of a PDS. Protection against electric shock shall be maintained in single fault conditions as well as under normal conditions.

The design of a PDS shall also be such that it has the strength and rigidity to resist any reasonably foreseeable misuse associated with its intended application without total or partial collapse resulting in a risk of fire, electric shock, or other hazards.

PDS shall be designed to avoid operating modes or sequences that may lead to component failure.

Circuit analysis shall be performed on other than SELV and PELV circuits of PDS to identify components whose failure would result in a fire or electric shock hazard. The analysis shall include the effect of short-circuit and open-circuit conditions of the component. The analysis shall not include power semiconductor devices, when equivalent testing is accomplished during short-circuit tests, or components which have been independently evaluated. See 5.2.3.8 for test.

NOTE It is possible that no critical components will be revealed by the analysis. In this case, no component failure testing is required.

Consideration shall be given to potential safety hazards associated with major component parts of the PDS, such as motor rotating parts and flammability of transformer and capacitor oils.

4.2 Protection against electric shock

4.2.1 Decisive voltage class

4.2.1.1 Use of decisive voltage class

Protective measures against electric shock depend on the decisive voltage classification of the circuit according to Table 1, which correlates the limits of the working voltage within the circuit with the decisive voltage class. The decisive voltage class in turn indicates the minimum required level of protection for the circuit.

Table 1 – Summary of the limits of the decisive voltage classes

Decisive voltage class	Limits of working voltage V			Subclause
	a.c. voltage (r.m.s.) U_{ACL}	a.c. voltage (peak) U_{ACPL}	d.c. voltage (mean) U_{DCL}	
A ^a	30	42,4	60	4.2.4.2, 4.2.4.4
B	50	71	120	4.2.5.3 a), b)
C	1 000	4 500 ^b	1 500	
D	>1 000	>4 500 ^b	>1 500	
^a For equipment having more than one decisive voltage class A circuit, the r.m.s. and peak voltages shall not exceed 25 V and 35,4 V respectively. ^b The value of 4 500 V allows all low-voltage products to be covered by Table 4 (possible reflections up to $3 \times \sqrt{2} \times 1\,000\text{ V} = 4\,242\text{ V}$).				

4.2.1.1.1 Circuits de tension déterminante de classe A

Les circuits de tension déterminante de classe A n'exigent pas:

- de protection contre le contact direct ou
- de liaison de protection des parties conductrices exposées.

Ils exigent:

- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe B
 - des séparations de protection des circuits de tension déterminante de classe C (en l'absence d'une protection contre le contact direct), ou
 - un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe C (si une protection contre le contact direct est fournie par un isolement supplémentaire pour le circuit de tension supérieure)
- une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe D.

4.2.1.1.2 Circuits de tension déterminante de classe B

Les circuits de tension déterminante de classe B n'exigent pas:

- de liaison de protection des parties conductrices exposées.

Ils exigent:

- une protection contre le contact direct
- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe B
 - une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe C (si une protection contre le contact direct est fournie par l'isolement principal pour un circuit de tension déterminante de classe B), ou
 - un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe C (si une protection contre le contact direct est fournie par un isolement supplémentaire pour le circuit de tension supérieure)
- une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe D.

4.2.1.1.3 Circuits de tension déterminante de classe C

Les circuits de tension déterminante de classe C exigent:

- une protection contre le contact direct
- une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe D
- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe C
- une liaison de protection ou un isolement double ou renforcé des parties conductrices exposées.

4.2.1.1.4 Circuits de tension déterminante de classe D

Les circuits de tension déterminante de classe D exigent:

- une protection contre le contact direct
- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe D
- une liaison de protection ou un isolement double ou renforcé des parties conductrices exposées.

4.2.1.1.1 Circuits of decisive voltage class A

Circuits of decisive voltage class A do not require:

- protection against direct contact, or
- protective bonding of exposed conductive parts

They require:

- at least basic insulation from circuits of decisive voltage class B
 - protective separation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is not provided), or
 - basic insulation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is provided by supplementary insulation for the higher voltage circuit)
- protective separation from circuits of decisive voltage class D

4.2.1.1.2 Circuits of decisive voltage class B

Circuits of decisive voltage class B do not require:

- protective bonding of exposed conductive parts

They require:

- protection against direct contact
- at least basic insulation from other circuits of decisive voltage class B
- protective separation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is provided by basic insulation for the decisive voltage class B circuit), or
- basic insulation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is provided by supplementary insulation for the higher voltage circuit)
- protective separation from circuits of decisive voltage class D

4.2.1.1.3 Circuits of decisive voltage class C

Circuits of decisive voltage class C require:

- protection against direct contact
- protective separation from circuits of decisive voltage class D
- at least basic insulation from other circuits of decisive voltage class C
- protective bonding or double or reinforced insulation of exposed conductive parts

4.2.1.1.4 Circuits of decisive voltage class D

Circuits of decisive voltage class D require:

- protection against direct contact, and
- at least basic insulation from other circuits of decisive voltage class D, and
- protective bonding or double or reinforced insulation of exposed conductive parts.

4.2.1.2 Evaluation des circuits

4.2.1.2.1 Généralités

La classification de la tension déterminante d'un circuit donné est évaluée selon la méthode exposée ci-dessous; trois cas de forme d'onde étant considérés.

4.2.1.2.2 Tension de fonctionnement alternative (voir Figure 2)

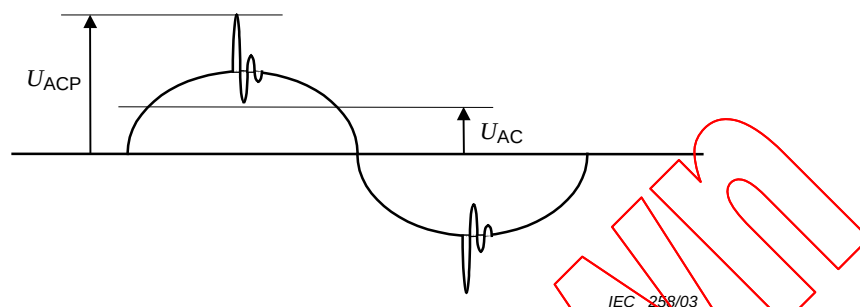


Figure 2 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement alternative

La tension de fonctionnement possède une valeur efficace U_{AC} et une valeur de crête répétitive U_{ACP} .

La classe de tension déterminante est celle de la ligne de tension la plus basse du Tableau 1 pour laquelle les deux conditions suivantes sont satisfaites.

- $U_{AC} \leq U_{ACL}$
- $U_{ACP} \leq U_{ACPL}$

4.2.1.2.3 Tension de fonctionnement continue (voir Figure 3)

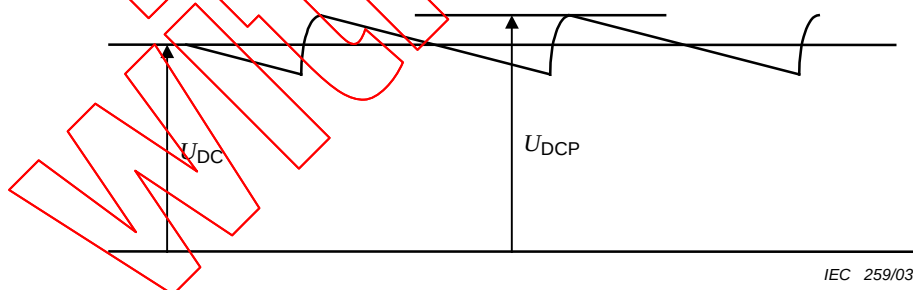


Figure 3 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement continue

La tension de fonctionnement possède une valeur moyenne U_{DC} et une valeur de crête répétitive U_{DCP} , provoquée par une tension d'ondulation de valeur efficace inférieure ou égale à 10 % de U_{DC} .

La classe de tension déterminante est celle de la ligne de tension la plus basse du Tableau 1 pour laquelle les deux conditions suivantes sont satisfaites.

- $U_{DC} \leq U_{DCL}$
- $U_{DCP} \leq 1,17 \times U_{DCL}$

4.2.1.2 Circuit evaluation

4.2.1.2.1 General

The decisive voltage classification of a given circuit is evaluated by the method set out below, three cases of waveforms being considered.

4.2.1.2.2 AC working voltage (see Figure 2)

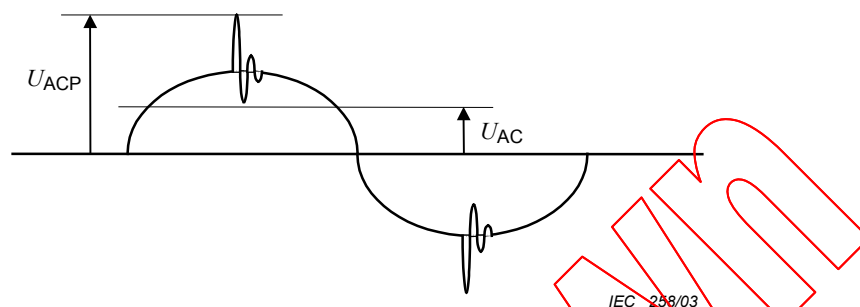


Figure 2 – Typical waveform for a.c. working voltage

The working voltage has an r.m.s. value of U_{AC} and a recurring peak value of U_{ACP} .

The decisive voltage class is that of the lowest voltage row of Table 1 for which both of the following conditions are satisfied.

- $U_{AC} \leq U_{ACL}$
- $U_{ACP} \leq U_{ACPL}$

4.2.1.2.3 DC working voltage (see Figure 3)

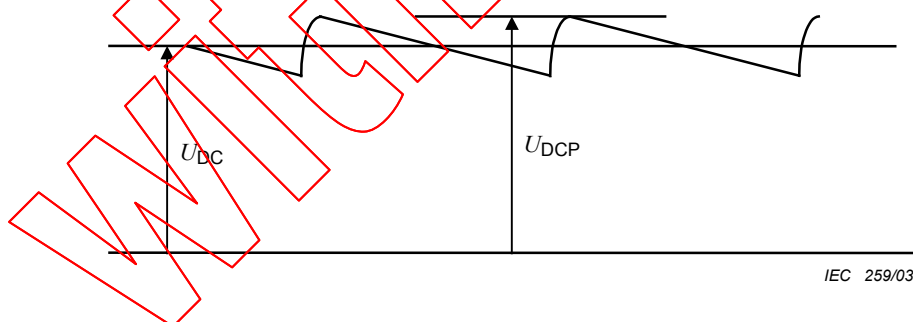


Figure 3 – Typical waveform for d.c. working voltage

The working voltage has a mean value of U_{DC} and a recurring peak value of U_{DCP} , caused by a ripple voltage of r.m.s. value not greater than 10 % of U_{DC} .

The decisive voltage class is that of the lowest voltage row of Table 1 for which both of the following conditions are satisfied.

- $U_{DC} \leq U_{DCL}$
- $U_{DCP} \leq 1,17 \times U_{DCL}$

4.2.1.2.4 Tension de fonctionnement pulsatoire (voir Figure 4)

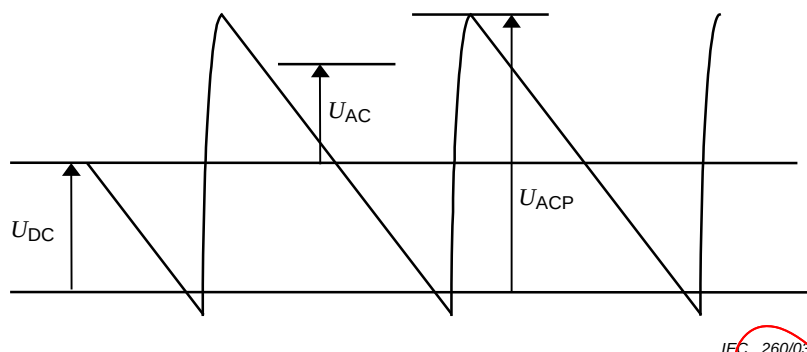


Figure 4 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement pulsatoire

La tension de fonctionnement possède une valeur moyenne U_{DC} et une valeur de crête répétitive U_{ACP} , provoquée par une tension d'ondulation de valeur efficace U_{AC} supérieure à 10 % de U_{DC} .

La classe de tension déterminante est celle de la ligne de tension la plus basse du Tableau 1 pour laquelle les deux conditions suivantes sont satisfaites

- $U_{AC}/U_{ACL} + U_{DC}/U_{DCL} \leq 1$
- $U_{ACP}/U_{ACPL} + U_{DC}/(1,17 \times U_{DCL}) \leq 1$

4.2.2 Séparation de protection

Une séparation de protection est exigée pour les interfaces suivantes:

- entre les TBT selon 4.2.4.2 (TBTS ou TBTP) et les circuits différents de ceux définis selon 4.2.4;
- entre les circuits de classe de tension déterminante D et les circuits d'une classe de tension déterminante inférieure.

La séparation de protection doit être réalisée en utilisant des matériaux résistant au vieillissement et aux contaminations dues à l'environnement, ainsi qu'en appliquant des mesures de fabrication spéciales et

- par une isolation double ou renforcée ou
- par un écran de protection: c'est-à-dire par un écran conducteur raccordé à la liaison de protection de l'EEP ou raccordé au conducteur de terre de protection lui-même, l'écran étant séparé des parties sous tension au moins par un isolement principal ou;
- par une impédance de protection selon 4.2.4.3 comprenant une limitation d'énergie de décharge et de courant ou par une limitation de tension selon 4.2.4.4.

La séparation de protection doit être installée sur toutes les interfaces entre les circuits définis ci-dessus.

La séparation de protection doit être totale et maintenue effective quelles que soient les conditions prévues d'utilisation de l'EEP.

4.2.3 Protection contre le contact direct

4.2.3.1 Généralités

La protection contre le contact direct est utilisée pour empêcher des individus de toucher des parties actives qui ne satisfont pas aux exigences de 4.2.4. Elle doit être fournie par au moins une des mesures données au 4.2.3.2 et au 4.2.3.3.

4.2.1.2.4 Pulsating working voltage (see Figure 4)

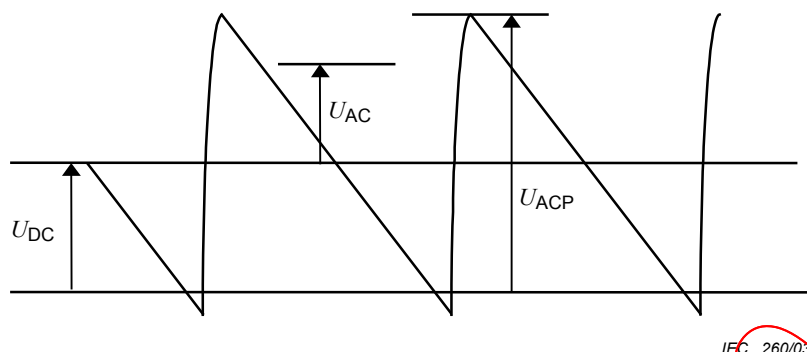


Figure 4 – Typical waveform for pulsating working voltage

The working voltage has a mean value of U_{DC} and a recurring peak value of U_{ACP} , caused by a ripple voltage of r.m.s. value U_{AC} greater than 10 % of U_{DC} .

The decisive voltage class is that of the lowest voltage row of Table 1 for which both of the following conditions are satisfied.

- $U_{AC}/U_{ACL} + U_{DC}/U_{DCL} \leq 1$
- $U_{ACP}/U_{ACPL} + U_{DC}/(1,17 \times U_{DCL}) \leq 1$

4.2.2 Protective separation

Protective separation is required at all the following interfaces:

- between ELV circuits according to 4.2.4.2 (SELV or PELV) and circuits other than those according to 4.2.4;
- between circuits of decisive voltage class D and circuits with a lower decisive voltage class.

Protective separation of the circuits shall be achieved by application of materials resistant to ageing and environmental contamination, as well as by special constructive measures; and

- by double or reinforced insulation, or;
- by protective screening, i.e. by a conductive screen connected to the protective bonding of the PDS, or connected to the protective earth conductor itself, whereby the screen is separated from live parts by at least basic insulation, or;
- by protective impedance according to 4.2.4.3 comprising limitation of discharge energy and of current, or by limitation of voltage according to 4.2.4.4.

Protective separation shall be implemented at all interfaces between the above-stated circuits.

The protective separation shall be fully and effectively maintained under all conditions of intended use of the PDS.

4.2.3 Protection against direct contact

4.2.3.1 General

Protection against direct contact is employed to prevent persons from touching live parts which do not meet the requirements of 4.2.4. It shall be provided by one or more of the measures given in 4.2.3.2 and 4.2.3.3.

Toute partie conductrice qui n'est pas séparée des parties actives au moins par un isolement principal doit être considérée comme étant une partie active.

Une pièce métallique accessible est considérée comme étant conductrice si sa surface est nue ou recouverte d'une couche d'isolant qui n'est pas conforme aux exigences de l'isolement principal.

4.2.3.2 Protection au moyen d'isolement des parties actives

Les parties actives doivent être entièrement recouvertes d'un isolant permanent si leur tension de fonctionnement est supérieure aux limites maximales de la tension déterminante de classe A ou si elles ne possèdent pas de séparation de protection avec les circuits adjacents de tension déterminante de classe B, C ou D. L'isolement doit être déterminé selon la tension de choc, la surtension temporaire ou la tension de fonctionnement (voir 4.2.6.3.1), qui définit l'exigence la plus sévère.

En alternative à l'isolement solide il est possible de fournir une distance d'isolement dans l'air selon 4.2.6.6, représentée par L_1 et L_2 sur la Figure 5.

Le degré d'isolement – principal, double ou renforcé – dépend:

- de la classe de tension déterminante des parties actives ou des circuits adjacents et
- du raccordement des parties conductrices à la liaison de protection.

La Figure 5 donne des exemples de configurations d'isolement, et montre également les exigences d'ouverture.

Trois cas sont à considérer:

Cas a) Les parties accessibles sont conductrices et raccordées à la liaison de protection.

- L'isolement principal est exigé entre les parties accessibles et les parties actives. La tension correspondante est celle des parties actives (voir Figure 5, cellules 1a, 2a, 3a).

Cas b) et c) Les parties accessibles ne sont pas conductrices (cas b)) ou conductrices mais non raccordées à la liaison de protection. (cas c)) L'isolement exigé est:

- Un isolement double ou renforcé entre les parties accessibles et les parties actives à tension déterminante classe de C ou D. La tension correspondante est celle des parties actives (voir Figure 5, cellules 1b, 1c, 2b, 2c).
- Un isolement supplémentaire entre les parties accessibles et les parties actives des circuits à tension déterminante de classe A ou B et séparées par un isolement principal des circuits adjacents de tension déterminante de classe C. La tension correspondante est la tension la plus élevée des circuits adjacents (voir Figure 5, cellules supérieures 3b, 3c).
- Un isolement principal entre les parties accessibles et les parties actives de circuits à tension déterminante de classe B qui ont une séparation de protection avec les circuits adjacents de tension déterminante de classe C ou D. La tension correspondante est celle des parties actives (voir Figure 5, cellules inférieures 3b, 3c).

L'isolement solide doit être essayé en réalisant l'essai de tension de choc du 5.2.3.1, l'essai de tension alternative ou continue du 5.2.3.2 et l'essai de décharge partielle du 5.2.3.3, si nécessaire. La conformité des distances d'isolement dans l'air doit être vérifiée par inspection visuelle et si nécessaire en exécutant l'essai de tension de choc du 5.2.3.1 et l'essai de tension alternative ou continue du 5.2.3.2.

Any conductive part which is not separated from the live parts by at least basic insulation shall be considered to be a live part.

A metallic accessible part is considered to be conductive, if its surface is bare or is covered by an insulating layer which does not comply with the requirements of basic insulation.

4.2.3.2 Protection by means of insulation of live parts

Live parts shall be completely surrounded with permanent insulation if their working voltage is greater than the maximum limit of decisive voltage class A or if they do not have protective separation from adjacent circuits of decisive voltage class B, C or D. The insulation shall be rated according to the impulse voltage, temporary overvoltage or working voltage (see 4.2.6.3.1), whichever gives the most severe requirement.

As an alternative to solid insulation, a clearance according to 4.2.6.6, shown by L_1 and L_2 in Figure 5, may be provided.

The grade of insulation – basic, double or reinforced – depends on:

- the decisive voltage class of the live parts or adjacent circuits, and
- the connection of conductive parts to protective bonding.

Examples of insulation configurations are given in Figure 5, which also shows the requirements for apertures.

Three cases are considered:

Case a) Accessible parts are conductive and are connected to protective bonding.

- Basic insulation is required between accessible parts and the live parts. The relevant voltage is that of the live parts (see Figure 5, cells 1)a), 2)a), 3)a)).

Cases b) and c) Accessible parts are non-conductive (case b)) or conductive but not connected to protective bonding (case c)). The required insulation is:

- Double or reinforced insulation between accessible parts and live parts of decisive voltage class C or D. The relevant voltage is that of the live parts (see Figure 5, cells 1)b), 1)c), 2)b), 2)c)).
- Supplementary insulation between accessible parts and live parts of circuits of decisive voltage class A or B which are separated by basic insulation from adjacent circuits of decisive voltage class C. The relevant voltage is the highest voltage of the adjacent circuits (see Figure 5, upper cells 3)b), 3)c)).
- Basic insulation between accessible parts and live parts of circuits of decisive voltage class B which have protective separation from adjacent circuits of decisive voltage class C or D. The relevant voltage is that of the live parts (see Figure 5, lower cells 3)b), 3)c)).

Solid insulation shall be tested by performing the impulse voltage test of 5.2.3.1, the a.c. or d.c. voltage test of 5.2.3.2 and the partial discharge test of 5.2.3.3, as appropriate. The compliance of clearances shall be verified by visual inspection and if necessary by performing the impulse voltage test of 5.2.3.1 and the a.c. or d.c. voltage test of 5.2.3.2.

Type d'isolement	Configuration de l'isolement				
	a Parties accessibles conductrices et raccordées à la liaison de protection	b Parties accessibles non conductrices	c Parties accessibles conductrices, mais NON raccordées à la liaison de protection		
1) Solide ou liquide					
2) Total ou partiel par distance d'isolement dans l'air					
3) Isolement des circuits adjacents					
4) Exigences d'ouverture dans les enveloppes					
A	partie active	L_1	distance d'isolement dans l'air pour isolement principal	T	doigt d'essai (Article 12 de la CEI 60529)
B	isolement principal pour circuit A	L_2	distance d'isolement dans l'air pour isolement renforcé	Z	isolement supplémentaire pour circuit A
Bc	isolement principal pour circuit C	M	partie conductrice	Zc	isolement supplémentaire pour circuit C
C	circuit adjacent	R	isolement renforcé pour circuit A	*	s'applique aussi aux vis en plastique
D	double isolement pour circuit A	Rc	isolement renforcé pour circuit C	†	pas de contact direct
I	isolement inférieur à B	S	surface de l'appareillage		
NOTE En colonne c un écrou en plastique est considéré métallique parce qu'un utilisateur peut le remplacer par un métallique au cours de la vie du produit.					

Figure 5 – Exemples de protection contre le contact direct

IEC 261/03

Type of insulation	Insulation configuration		
	a Accessible parts conductive and connected to protective bonding	b Accessible parts not conductive	c Accessible parts conductive, but NOT connected to protective bonding
1) Solid or liquid			
2) Totally or partially by air clearance			
3) Insulation for adjacent circuits: Circuit A: lower voltage circuit Circuit C: higher voltage circuit; upper row – class C only, lower row – class C or D			
4) Requirements for apertures in enclosures			
A live part	L_1 clearance for basic insulation	T test finger (clause 12 of IEC 60529)	
B basic insulation for circuit A	L_2 clearance for reinforced insulation	Z supplementary insulation for circuit A	
Bc basic insulation for circuit C	M conductive part	Zc supplementary insulation for circuit C	
C adjacent circuit	R reinforced insulation for circuit A	* also applies to plastic screws	
D double insulation for circuit A	Rc reinforced insulation for circuit C	† no direct contact	
I insulation less than B	S surface of equipment		
NOTE In column c a plastic screw is treated like a metal screw because a user could replace it with a metal screw during the life of the equipment.			

Figure 5 – Examples for protection against direct contact

4.2.3.3 Protection au moyen d'enveloppes et de barrières

Les parties conductrices doivent être disposées dans des enveloppes ou situées derrière des enveloppes ou barrières qui satisfont au moins aux exigences de l'indice de Protection IP2X selon 5.1 de la CEI 60529. Les surfaces supérieures des enveloppes ou des barrières qui sont accessibles lorsque l'équipement est sous tension doivent satisfaire au moins aux exigences de l'indice de Protection IP3X eu égard au seul accès vertical. (voir 5.2.2.3 pour l'essai)

En présence d'ouvertures réduisant la protection à moins de l'indice IP1X lors du remplacement de certaines pièces:

- a) toutes les précautions appropriées doivent être prises pour éviter un contact involontaire et
- b) on doit s'assurer que les personnes sont averties qu'il est possible qu'elles touchent des parties actives.

Les sous-ensembles et les dispositifs de type ouvert qui sont destinés à être intégrés dans un appareil ou une enveloppe qui fournit la protection appropriée ne sont pas obligés d'intégrer eux-mêmes une mesure de protection contre le contact direct. Toutefois, les composants destinés à une utilisation manuelle et les autres composants accessibles au cours de telles manœuvres doivent être d'un degré de protection IP2X.

Les produits de tension déterminante de classe A, B ou C qui sont destinés à être installés dans des locaux électriques fermés, tels que définis en 3.2.3, n'ont pas besoin d'intégrer de mesures de protection contre le contact direct. Une barrière peut toutefois être exigée pour d'autres raisons comme la protection mécanique ou la protection contre le dépôt de particules étrangères.

Les produits de tension déterminante de classe D destinés à être installés dans des locaux électriques fermés sont sujets à d'autres exigences (voir 4.2.13).

4.2.4 Protection en cas de contact direct

4.2.4.1 Généralités

La protection en cas de contact direct est nécessaire pour assurer que le contact avec les parties actives ne produise pas de choc électrique.

La protection contre le contact direct selon 4.2.3 peut être ignorée si le circuit touché satisfait à une des mesures énoncées de 4.2.4.2 à 4.2.4.4 à condition qu'une séparation de protection avec les autres circuits soit assurée. Voir des exemples de ces mesures à l'Annexe A.

NOTE Ces paragraphes s'appliquent au circuit entier, y compris aux alimentations et aux dispositifs périphériques associés.

La conformité aux exigences de séparation de protection doit être vérifiée selon 5.2.1, 5.2.2 et 5.2.3 si approprié.

4.2.4.2 Protection aux moyens de circuit TBT

La protection contre le contact direct n'est pas nécessaire pour les circuits non reliés à la terre de tension déterminante de classe A et les circuits de tension déterminante de classe A mis à la terre utilisés dans une zone de liaison équipotentielle de terre.

Les circuits reliés à la terre de tension déterminante de classe A qui ne sont pas employés dans une zone à liaison équipotentielle exigent une protection supplémentaire en cas de contact direct, au moyen d'une des mesures énoncées au 4.2.4.3 ou au 4.2.4.4. Le guide d'exploitation doit en faire mention (voir 6.3.6.5).

4.2.3.3 Protection by means of enclosures and barriers

Live parts shall be arranged in enclosures or located behind enclosures or barriers, which meet at least the requirements of the Protective Type IP2X according to 5.1 of IEC 60529. The top surfaces of enclosures or barriers which are accessible when the equipment is energized shall meet at least the requirements of the Protective Type IP3X with regard to vertical access only. See 5.2.2.3 for test.

Where openings which reduce the protection to less than IP1X occur during replacement of certain parts:

- a) suitable precautions shall be taken to avoid unintentional contact, and
- b) it shall be ensured that persons are aware that live parts can be touched.

Open type sub-assemblies and devices, intended for inclusion within a larger device or enclosures which provide the required protection, do not, in themselves, require a protective measure against direct contact. However, components intended for manual operation and other components accessible during such operation shall be protected to IP2X.

Products of decisive voltage classes A, B or C which are intended for installation in closed electrical operating areas, as defined in 3.2.3, need not have protective measures against direct contact. However, a barrier can be required due to other reasons, such as mechanical protection or protection against the deposition of extraneous particles.

Products of decisive voltage class D intended for installation within a closed electrical operating area have additional requirements (see 4.2.13).

4.2.4 Protection in case of direct contact

4.2.4.1 General

Protection in case of direct contact is required to ensure that contact with live parts does not produce a shock hazard.

The protection against direct contact according to 4.2.3 may be waived if the circuit contacted complies with one of the measures given in 4.2.4.2 to 4.2.4.4 provided that protective separation from all other circuits is ensured. See Annex A for examples of these measures.

NOTE The requirements of these subclauses apply to the entire circuit including power supplies and any associated peripheral devices.

Compliance with protective separation requirements shall be verified according to 5.2.1, 5.2.2, and 5.2.3 as appropriate.

4.2.4.2 Protection by means of ELV

Unearthed circuits of decisive voltage class A, and earthed circuits of decisive voltage class A used within a zone of equipotential bonding, do not require protection in case of direct contact.

Earthed circuits of decisive voltage class A that are not within a zone of equipotential bonding require further protection in case of direct contact, by one of the measures given in 4.2.4.3 or 4.2.4.4. The instruction manual shall make mention of this (see 6.3.6.5).

4.2.4.3 Protection au moyen d'une impédance de protection

Le raccordement des parties actives accessibles aux circuits de tension déterminante de classe B, C ou D ne doit être effectué que par l'intermédiaire d'une impédance de protection.

Les précautions de construction identiques à celles des séparations de protection s'appliquent à la construction et à l'installation de l'impédance de protection. Les valeurs de courant énoncées ci-dessous ne doivent pas être dépassées en cas de défaillance d'un seul composant. Lorsque des condensateurs sont raccordés à l'impédance de protection, la charge emmagasinée disponible, entre les parties accessibles simultanément, ne doit pas dépasser 50 μC .

Les impédances de protection doivent être conçues de telle sorte que le courant disponible les traversant de la partie active accessible n'excède pas une valeur de 3,5 mA en courant alternatif ou 10 mA en courant continu. Pour l'essai voir 5.2.3.4.

Les impédances de protection doivent supporter la tension de choc et les surtensions temporaires des circuits auxquelles elles sont raccordées. Voir 5.2.3.1 et 5.2.3.2 pour les essais.

4.2.4.4 Protection au moyen de tensions limitées

Ce type de protection implique une technique de division de tension à partir d'un circuit protégé contre le contact direct qui délivre une tension par rapport à la terre inférieure ou égale à la tension déterminante de classe A.

Ce circuit doit être conçu de façon telle qu'à l'apparition d'une panne sur un seul composant du circuit diviseur de tension, la tension aux bornes de sortie ainsi que celle par rapport à la terre ne deviennent pas supérieures à la tension déterminante de classe A. Des mesures de construction identiques à celles utilisées pour la séparation de protection doivent être employées dans ce cas.

Ce type de protection ne doit pas être employé en protection de classe II, parce qu'il est conditionné au fait qu'une terre de protection soit raccordée.

4.2.5 Protection contre le contact indirect

4.2.5.1 Généralités

La protection contre le contact indirect est nécessaire pour prévenir les courants de chocs pouvant provenir des parties conductrices exposées pendant un défaut d'isolement. Cette protection doit satisfaire aux exigences des classes de protection I, II ou III.

La partie d'un EEP qui répond aux exigences de 4.2.5.2, 4.2.5.3 et 4.2.5.4 se définit en protection de classe I.

La partie d'un EEP qui répond aux exigences de 4.2.5.5 se définit en protection de classe II.

La partie d'un EEP qui répond aux exigences TBTS se définit en protection de classe III.

La protection de classe 0 n'est acceptable pour les parties d'un EEP que lorsque les instructions nécessaires sont fournies pour satisfaire aux exigences de 0 (locaux électriques fermés) (voir 6.3.6.5). Les produits de la haute tension font l'objet d'exigences spécifiques (voir 4.2.13).

4.2.4.3 Protection by means of protective impedance

The connection of accessible live parts to circuits of decisive voltage class B, C or D shall only be made through protective impedances.

The same constructional provisions as those for protective separation shall be applied for the construction and arrangement of a protective impedance. The current value stated below shall not be exceeded in the event of failure of a single component. When capacitors are connected to the protective impedance, the stored charge available between simultaneously accessible parts shall not exceed 50 μC .

The protective impedances shall be designed so that the current available through them at the accessible live part does not exceed a value of 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c. See 5.2.3.4 for test.

The protective impedances shall withstand the impulse voltages and temporary overvoltages for the circuits to which they are connected. See 5.2.3.1 and 5.2.3.2 for tests.

4.2.4.4 Protection by means of limited voltages

This type of protection implies a voltage division technique from a circuit protected against direct contact yielding a voltage to earth not greater than that of decisive voltage class A.

This circuit shall be designed so that, even in the event of failure of a single component in the voltage division circuit, the voltage across output terminals as well as the voltage to earth will not become greater than that of decisive voltage class A. The same constructional measures as in protective separation shall be employed in this case.

This type of protection shall not be used in case of protective class II, because it relies on protective earth being connected.

4.2.5 Protection against indirect contact

4.2.5.1 General

Protection against indirect contact is required to prevent shock currents which can result from exposed conductive parts during an insulation failure. This protection shall comply with the requirements for protective class I, class II or class III.

That part of a PDS which meets the requirements of 4.2.5.2, 4.2.5.3 and 4.2.5.4 is defined as protective class I.

That part of a PDS which meets the requirements of 4.2.5.5 is defined as protective class II.

That part of a PDS which meets the requirements of SELV is defined as protective class III.

Protective class 0 is only acceptable for parts of the PDS when instructions are provided to meet the requirements of 4.2.3.3 (closed electrical operating areas) (see 6.3.6.5). In the case of high-voltage product, special requirements exist (see 4.2.13).

4.2.5.2 Isolement entre les parties actives et les parties conductrices exposées

Les parties conductrices exposées d'un appareil doivent être séparées des parties actives au moins par un isolement principal ou par les distances d'isolement dans l'air décrites en 4.2.6.6.

4.2.5.3 Circuit de liaison de protection

Mis à part les cas a), b) ou c) ci-dessous, une liaison de protection doit être assurée entre les parties conductrices exposées de l'appareillage et le dispositif de connexion du conducteur de protection,

- a) lorsque les parties conductrices exposées ne concernent que des circuits TBTS ou TBTP décrits en 4.2.4.2;
- b) lorsque les parties conductrices exposées ne concernent que des circuits de tension limitée décrits en 4.2.4.4;
- c) lorsque les parties conductrices exposées sont séparées des parties actives par un isolement double ou renforcé.

Lorsque l'appareillage électrique est monté sur des couvercles, des portes ou des capots, la continuité du circuit de liaison de protection doit être assurée et l'utilisation d'un conducteur de protection est recommandée. Sinon, des fixations, des charnières ou des contacts glissants conçus pour avoir une faible résistance doivent être utilisés.

Les conducteurs de liaison de protection doivent satisfaire au 4.2.5.4.

Les conduits métalliques flexibles ou rigides et les gaines métalliques ne doivent pas servir de conducteur de protection. Dans le cas des produits de la haute tension, les conduits ou gaines métalliques de tous les câbles de raccordement (par exemple armatures de câble, gaines en plomb) doivent être raccordés au circuit de liaison de protection. Lorsqu'une seule extrémité d'un tel conduit ou gaine est ainsi raccordée, il doit être impossible de toucher l'autre extrémité. Celle-ci doit être raccordée au circuit de liaison de protection au travers d'une impédance pour limiter toute tension induite à une valeur maximale de 50 V c.a.

La résistance électrique de n'importe quelle partie conductrice exposée à la connexion du conducteur de liaison de protection ne doit pas excéder 0,1 Ω . Voir 5.2.3.10 pour l'essai.

Pour les produits de la basse tension un conducteur de protection doit être raccordé tant que l'EEP est alimenté. Si ce conducteur est raccordé par une prise ou tout autre moyen similaire de déconnexion, il ne doit pas être possible de débrancher le conducteur de protection tant que la partie à protéger ne soit pas mise simultanément hors tension.

Pour les produits de la haute tension, le circuit de liaison de protection ne doit pas comprendre de dispositif de coupure ni de dispositif de protection contre la surintensité (par exemple interrupteur, fusible) ou de moyens de détection de courant pour de tel dispositif.

4.2.5.4 Moyens de raccordement du conducteur de protection

4.2.5.4.1 Généralités

Chaque EEP ou élément d'EEP (moteur, convertisseur, transformateur) nécessitant une liaison de protection doit posséder des moyens de raccorder le conducteur externe de protection situés à proximité des bornes pour les conducteurs actifs associés. Les dispositifs de raccordement doivent être résistants à la corrosion et adaptés aux câbles du Tableau 2 et aux câbles conformes aux règles de raccordement applicables à l'installation. Les dispositifs de raccordement du conducteur de protection externe ne doivent pas être utilisés en tant que partie de l'assemblage mécanique de l'appareil, ni utilisés pour d'autres raccordements. Des dispositifs de raccordement séparés devront être prévus pour chaque conducteur de protection externe.

4.2.5.2 Insulation between live parts and exposed conductive parts

Exposed conductive parts of equipment shall be separated from live parts at least by basic insulation or by clearances as in 4.2.6.6.

4.2.5.3 Protective bonding circuit

Other than in a), b), or c) below, protective bonding shall be provided between exposed conductive parts of equipment and the means of connection for the protective conductor:

- a) when exposed conductive parts are only related to SELV or PELV circuits as described in 4.2.4.2;
- b) when exposed conductive parts are only related to circuits of limited voltage as described in 4.2.4.4;
- c) when exposed conductive parts are separated from live parts using double or reinforced insulation.

Where electrical equipment is mounted on lids, doors, or cover plates, continuity of the protective bonding circuit shall be ensured and it is recommended that a protective conductor be used. Otherwise fastenings, hinges or sliding contacts designed to have a low resistance shall be used.

Protective bonding conductors shall comply with 4.2.5.4.

Metal ducts of flexible or rigid construction and metallic sheaths shall not be used as protective conductors. For high-voltage products, metal ducts and metal sheathing of all connecting cables (e.g. cable armouring, lead sheath) shall be connected to the protective bonding circuit. If only one end of such ducting or sheathing is so connected, it shall not be possible to touch the other end. This shall be connected to the protective bonding circuit via an impedance to limit any induced voltage to a maximum of 50 V a.c.

The electrical resistance from any exposed conductive part to the means of connection of the protective bonding conductor shall not exceed 0,1 Ω . See 5.2.3.10 for test.

For low-voltage products, a protective conductor shall be connected at all times when power is supplied to the PDS. If routed through a plug and socket, or similar means of disconnection, it shall not be possible to interrupt the protective conductor unless power is simultaneously removed from the part to be protected.

For high-voltage products, the protective bonding circuit shall not incorporate a switching device, an overcurrent device (e.g. switch, fuse) or means of current detection for such devices.

4.2.5.4 Means of connection for the protective conductor

4.2.5.4.1 General

Every PDS or PDS element (motor, converter, transformer) requiring protective bonding shall have a means of connection for the external protective conductor, located near the terminals for the respective live conductors. The means of connection shall be corrosion-resistant and shall be suitable for the connection of cables according to Table 2 and of cables in accordance with the wiring rules applicable at the installation. The means of connection for the external protective conductor shall not be used as a part of the mechanical assembly of the equipment or for other connections. A separate means of connection shall be provided for each external protective conductor.

Pour les topologies de systèmes spéciaux, comme les moteurs à 6 phases, le concepteur de l'EEP devra vérifier la section exigée pour le conducteur de protection.

Pour les produits de la haute tension, les câbles haute tension doivent posséder des dispositions de liaison de protection selon CEI 60204-11 et CEI 61800-4. Le concept de liaison de protection doit résulter d'un agrément entre le fournisseur et l'utilisateur et être cohérent avec les exigences locales du lieu d'installation.

Le raccordement et les points de liaison de protection doivent être conçus de façon telle que leur capacité de transport de courant ne soit pas altérée par des influences mécaniques, chimiques ou électromécaniques. En présence d'enveloppes et/ou de conducteurs en aluminium ou alliage d'aluminium, il faudra particulièrement veiller aux problèmes de corrosion électrolytique.

Tableau 2 – Section du conducteur de protection

Section des conducteurs de phase de l'installation S mm^2	Section minimale du conducteur de protection correspondant S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$

Les valeurs du Tableau 2 ne sont valables que si le conducteur de protection est constitué du même métal que le conducteur de phase. Dans le cas contraire, la section du conducteur de protection doit être déterminée de façon telle que la conductivité soit égale à celle résultant de l'application des valeurs du Tableau 2.

La section de chaque conducteur de protection, ne faisant pas partie du câble d'alimentation ou du câble d'armoire, ne doit en aucun cas être inférieure à:

- 2,5 mm² en présence d'une protection mécanique,
- 4 mm² sans protection mécanique. Pour les appareils connectés par cordon, des dispositions devront être prises de façon telle que le conducteur de protection dans le cordon en cas de détérioration mécanique soit le dernier conducteur à être interrompu.

Voir les exigences de marquage en 6.3.6.7.

4.2.5.4.2 Raccordement en présence de forts courants de fuite

Si le courant de fuite (mesuré selon 5.2.3.5) est supérieur à 3,5 mA en alternatif ou 10 mA en continu, une connexion fixe est nécessaire et au moins une des conditions suivantes doit être satisfaite:

- a) section du conducteur de protection au moins égale à 10 mm² Cu ou 16 mm² Al;
- b) déconnexion automatique de l'alimentation en cas de discontinuité du conducteur de protection;
- c) présence d'une borne supplémentaire pour un conducteur de protection de section identique au conducteur de protection d'origine.

De plus, le symbole d'avertissement B.3.1 de l'ISO 3864 doit être fixé sur le produit et des informations insérées dans le manuel d'installation. (voir 6.3.6.8 et Annexe B)

Pour un EEP destiné à être installé de façon fixe, lorsque la section du conducteur de protection déterminée à partir du Tableau 2 est supérieure à 10 mm² cu, (ou 16 mm² al.), le courant de fuite n'a pas besoin d'être mesuré.

For special system topologies, such as 6-phase motors, the PDS designer shall verify the protective conductor cross-section required.

For high-voltage products, the high voltage cables shall have provision for protective bonding in accordance with IEC 60204-11 and IEC 61800-4. The protective bonding concept shall be by agreement between the supplier and user and consistent with local requirements in the area of installation.

Connection and bonding points shall be so designed that their current-carrying capacity is not impaired by mechanical, chemical, or electrochemical influences. Where enclosures and/or conductors of aluminium or aluminium alloys are used, particular attention should be given to the problems of electrolytic corrosion.

Table 2 – Protective conductor cross-section

Cross-sectional area of phase conductors of the installation S mm ²	Minimum cross-sectional area of the corresponding protective conductor S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$

The values in Table 2 are valid only if the protective conductor is made of the same metal as the phase conductors. If this is not so, the cross-sectional area of the protective conductor is to be determined in a manner which produces a conductance equivalent to that which results from the application of Table 2.

The cross-sectional area of every protective conductor which does not form part of the supply cable or cable enclosure shall be, in any case, not less than:

- 2,5 mm² if mechanical protection is provided;
- 4 mm² if mechanical protection is not provided. For cord-connected equipment, provisions shall be made so that the protective conductor in the cord shall, in the case of failure of the strain-relief mechanism, be the last conductor to be interrupted.

See 6.3.6.7 for marking requirements.

4.2.5.4.2 Connection under high leakage current

If the leakage current (measured in accordance with 5.2.3.5) is higher than 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c., a fixed connection is required and one or more of the following conditions shall be satisfied:

- a cross-section of the protective conductor of at least 10 mm² Cu or 16 mm² Al;
- automatic disconnection of the supply in case of discontinuity of the protective conductor;
- provision of an additional terminal for a protective conductor of the same cross-sectional area as the original protective conductor.

In addition, the caution symbol B.3.1 of ISO 3864 shall be fixed to the product and information inserted in the installation manual (see 6.3.6.8 and Annex B).

In PDS designed for fixed installation, where the cross-sectional area of the protective conductor determined from Table 2 is greater than 10 mm² Cu (or 16 mm² Al), the leakage current need not be measured.

4.2.5.5 Caractéristiques spéciales des appareils pour la protection de classe II

Si l'appareil est conçu pour utiliser un isolement double ou renforcé entre les parties sous tension et les surfaces accessibles selon 4.2.3.2, l'ensemble est alors considéré comme atteignant la protection de classe II, si ce qui suit s'applique également.

- Un appareil conçu pour une protection de classe II ne doit pas posséder de moyens de raccordement du conducteur de protection. Toutefois, ceci ne s'applique pas si le conducteur de protection passe à travers l'appareil vers l'appareil connecté en série en aval. Dans ce dernier cas, le conducteur de protection et ses moyens de raccordement doivent être isolés au moyen d'un isolement principal, de la surface accessible de l'équipement et des circuits utilisant une séparation de protection, une très basse tension, une impédance de protection et une énergie de décharge limitée selon 4.2.4. Cet isolement principal doit correspondre à la tension nominale de l'appareil raccordé en série.
- Un appareil en enveloppe métallique de protection de classe II peut être équipé sur son enveloppe de moyens de raccordement d'un conducteur de liaison équipotentielle.
- Un appareil en enveloppe métallique de protection de classe II peut être équipé de moyens de raccordement d'un conducteur de terre pour des raisons fonctionnelles ou pour l'amortissement des surtensions; ce conducteur doit toutefois être isolé comme s'il était une partie active.
- Un appareil de protection de classe II doit être classé sur sa plaque signalétique au moyen du symbole 5172 de la CEI 60417.

4.2.6 Isolement

4.2.6.1 Généralités

Ce paragraphe donne les exigences d'isolement minimales basées sur les principes des CEI 60664 et CEI 60071.

Il doit être tenu compte des tolérances de fabrication à la conception et à l'installation des EEP.

4.2.6.2 Facteurs affectant l'isolement

4.2.6.2.1 Généralités

Le choix de l'isolement devra être effectué en tenant compte de l'influence des facteurs suivants:

- degré de pollution;
- catégorie de surtension;
- tension système;
- tension de fonctionnement;
- type d'isolement;
- emplacement de l'isolement;
- type du circuit concerné;
- altitude.

La vérification de l'isolement doit être faite selon 5.2.2.1, 5.2.3.1, 5.2.3.2 et 5.2.3.3.

4.2.5.5 Special features in equipment for protective class II

If equipment is designed to use double or reinforced insulation between live parts and accessible surfaces in accordance with 4.2.3.2, then the design is considered to meet protective class II, if the following also apply:

- equipment designed to protective class II shall not have means of connection for the protective conductor. However this does not apply if the protective conductor is passed through the equipment to equipment series-connected beyond it. In the latter event, the protective conductor and its means for connection shall be insulated with basic insulation from the accessible surface of the equipment and from circuits which employ protective separation, extra-low voltage, protective impedance and limited discharging energy, according to 4.2.4. This basic insulation shall correspond to the rated voltage of the series-connected equipment;
- metal-encased equipment of protective class II may have provision on its enclosure for the connection of an equipotential bonding conductor;
- equipment of protective class II may have provision for the connection of an earthing conductor for functional reasons or for the damping of overvoltages; it shall, however, be insulated as though it is a live part;
- equipment of protective class II shall be classified on the name plate with symbol 5172 of IEC 60417.

4.2.6 Insulation

4.2.6.1 General

This subclause gives minimum requirements for insulation, based on the principles of IEC 60664 and IEC 60071.

Manufacturing tolerances shall be taken into account during design and installation of the PDS.

4.2.6.2 Factors affecting insulation

4.2.6.2.1 General

Insulation shall be selected after consideration of the following influences:

- pollution degree;
- overvoltage category;
- system voltage;
- working voltage;
- type of insulation;
- location of insulation;
- type of circuit considered;
- altitude.

Verification of insulation shall be made according to 5.2.2.1, 5.2.3.1, 5.2.3.2, and 5.2.3.3.

4.2.6.2.2 Degré de pollution

L'isolement, particulièrement lorsqu'il est réalisé par des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite, est affecté par la pollution qui apparaît pendant la durée de vie de l'EEP. Les conditions micro environnementales concernant l'isolement doivent être appliquées selon le Tableau 3.

Tableau 3 – Définitions des degrés de pollution

Degré de pollution	Définition
1	Pas de pollution ou apparition uniquement d'une pollution sèche non conductrice. La pollution n'a pas d'influence.
2	Normalement, il n'y a apparition que d'une pollution non conductrice. Occasionnellement, toutefois, une conductivité temporaire causée par la condensation peut être envisagée lorsque l'EEP est hors de fonctionnement.
3	Une pollution conductrice ou une pollution sèche non conductrice apparaît qui devient conductrice par la condensation pouvant apparaître.
4	La pollution génère une conductivité persistante causée, par exemple, par de la poussière conductrice, de l'eau ou de la neige.

Selon la CEI 61800-1, la CEI 61800-2 et la CEI 61800-4, un EEP standard est conçu pour un degré de pollution 2. Ceci nécessite qu'un des points suivants s'applique:

- des instructions sont fournies, accompagnant l'EEP, indiquant qu'il doit être installé dans un environnement à degré de pollution 2;
- l'application spécifique où se fait l'installation de l'EEP est connue pour être un environnement de degré de pollution 2;
- l'enveloppe de l'EEP assure une protection adéquate contre ce qui est attendu en degrés de pollution 3 et 4 (pollution conductrice et condensation).

Lorsque aucune de ces exigences n'est satisfaite, on doit supposer être en degré de pollution 3 pour déterminer l'isolement. L'EEP étant donc utilisable dans les environnements de pollution 1, 2 et 3. Lorsque le fonctionnement en degré de pollution 4 est exigé, le point c) doit s'appliquer.

4.2.6.2.3 Catégorie de surtension

Le concept des catégories de surtension (basé sur la CEI 60664-1) est utilisé pour les équipements alimentés par le réseau. Quatre catégories sont concernées:

- catégorie IV s'applique aux équipements utilisés au point de départ d'une installation (par exemple les multimètres et les appareils de protection contre la surintensité au primaire);
- catégorie III s'applique aux équipements en installations fixes (par exemple appareillages de commutation et équipements connectés en permanence à une installation industrielle);
- catégorie II s'applique aux équipements alimentés par l'installation fixe (par exemple les outils portables, les appareils ménagers et les appareils électriques);
- catégorie I s'applique aux équipements raccordés à un circuit sur lequel des mesures ont été prises pour réduire les surtensions transitoires à un faible niveau.