

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61800-4

Première édition
First edition
2002-09

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

**Partie 4:
Exigences générales – Spécifications de
dimensionnement pour systèmes d'entraînements
de puissance en courant alternatif de tension
supérieure à 1 000 V alternatif et ne dépassant
pas 35 kV**

Adjustable speed electrical power drive systems –

**Part 4:
General requirements – Rating specifications
for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c.
and not exceeding 35 kV**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61800-4:2002

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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.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**

61800-4

Première édition
First edition
2002-09

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

**Partie 4:
Exigences générales – Spécifications de
dimensionnement pour systèmes d'entraînements
de puissance en courant alternatif de tension
supérieure à 1 000 V alternatif et ne dépassant
pas 35 kV**

Adjustable speed electrical power drive systems –

**Part 4:
General requirements – Rating specifications
for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c.
and not exceeding 35 kV**

© IEC 2002 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 **XE**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions.....	18
3.1 Système	18
3.2 Paramètres d'entrée de l'entraînement	30
3.3 Convertisseur	32
3.4 Paramètres de sortie du moteur et du système	34
3.5 Contrôle.....	34
3.6 Essais.....	36
3.7 Symboles.....	38
4 Aperçu des topologies des entraînements	42
4.1 Classification des topologies	42
4.2 Configuration du convertisseur	42
4.3 Type de moteur.....	44
4.4 Couplage direct du moteur et configurations redondantes.....	46
4.5 Récupération et freinage dynamique.....	48
5 Conditions de service.....	50
5.1 Installation et fonctionnement.....	50
5.2 Transport.....	56
5.3 Magasinage de l'équipement.....	58
6 Caractéristiques assignées	60
6.1 Entraînement de puissance (PDS).....	60
6.2 Convertisseur	66
6.3 Transformateur.....	70
6.4 Moteur.....	70
7 Prescriptions de performances du contrôle	72
7.1 Performances en régime établi.....	72
7.2 Performance dynamique	74
7.3 Performances de l'interface procédé asservissement	86
8 Composants principaux du système d'entraînement.....	90
8.1 Responsabilités	90
8.2 Transformateur	90
8.3 Convertisseur et contrôles associés	98
8.4 Moteur	100
9 Exigences d'intégration du PDS.....	112
9.1 Conditions générales	112
9.2 Intégration des composants de tension supérieure à 1 000 V.....	118
9.3 Interface de protection	126
9.4 Interface avec le matériel entraîné	130
10 Essais.....	132
10.1 Exécution des essais	132
10.2 Essais des constituants séparés du PDS.....	132
10.3 Essais de l'entraînement.....	140

CONTENTS

FOREWORD	11
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	19
3.1 System	19
3.2 PDS input parameters	31
3.3 Converter	33
3.4 PDS output parameters	35
3.5 Control	35
3.6 Tests	37
3.7 Symbols	39
4 Overview of drive system topologies	43
4.1 Topologies classification	43
4.2 Converter configuration	43
4.3 Motor type	45
4.4 By-pass and redundant configurations	47
4.5 Regenerative and dynamic braking	49
5 Service conditions	51
5.1 Installation and operation	51
5.2 Transportation	57
5.3 Storage of equipment	59
6 Ratings	61
6.1 Power drive system (PDS)	61
6.2 Converter	67
6.3 Transformer	71
6.4 Motor	71
7 Control performance requirements	73
7.1 Steady state performance	73
7.2 Dynamic performance	75
7.3 Process control interface performance	87
8 PDS main components	91
8.1 Responsibilities	91
8.2 Transformer	91
8.3 Converter and associated controls	99
8.4 Motor	101
9 PDS integration requirements	113
9.1 General conditions	113
9.2 Integration of components with voltages above 1 000 V	119
9.3 Protection interface	127
9.4 Driven equipment interface	131
10 Tests	133
10.1 Performance of tests	133
10.2 Items of individual PDS component tests	133
10.3 Drive system tests	133

11	Détermination du rendement	152
11.1	Généralités	152
11.2	Méthode des pertes séparées	156
11.3	Essai du système à pleine charge	164
	Annexe A (informative) Topologies les plus utilisées pour les entraînements	170
A.1	Objet	170
A.2	Topologies d'entraînements avec convertisseurs indirects	170
A.3	Topologies d'entraînement à convertisseurs directs	186
	Annexe B (informative) Performance du contrôle de vitesse et système mécanique	192
B.1	Généralités	192
B.2	Types de contrôle de vitesse fondamentaux	192
B.3	Effet de l'élasticité de torsion sur la performance de contrôle de vitesse	194
B.4	Effets des jeux mécaniques	198
B.5	Choix des critères du système de contrôle de vitesse	200
B.6	Spécification des performances du contrôle de vitesse	202
	Annexe C (informative) Pertes des semi-conducteurs	204
C.1	Thyristor	204
C.2	GTO/GCT (thyristor commandé à l'extinction/thyristor à commande d'extinction intégrée)	206
C.3	IGBT	210
C.4	Pertes des circuits d'aide à la commutation (CALC)	214
	Figure 1 – Schéma fonctionnel d'un entraînement à vitesse variable à courant alternatif (PDS) – Tension supérieure à 1 kV	20
	Figure 2 – Exemple d'enveloppe de charge	34
	Figure 3 – Structure générale d'un entraînement avec convertisseur indirect	42
	Figure 4 – Structure générale d'un entraînement avec convertisseur direct	44
	Figure 5 – Exemple de convertisseur à modules multiples et d'enroulements stator séparés	46
	Figure 6 – Configuration générique de couplage direct du moteur pour un système à convertisseur indirect	46
	Figure 7 – Onduleur à commutation assistée par la charge (LCI) pour moteur synchrone en configuration partiellement redondante	48
	Figure 8 – Exemple de freinage dynamique	48
	Figure 9 – Caractéristiques typiques du rendement et des pertes d'un entraînement en fonctionnement à flux constant	64
	Figure 10 – Exemple de cycle de surcharge	66
	Figure 11 – Bande de précision	74
	Figure 12 – Réponse temporelle suivant une variation de référence d'entrée en échelon – Variable opérationnelle constante	80
	Figure 13 – Réponse temporelle suivant une variation de la variable opérationnelle – Référence constante	82
	Figure 14 – Réponse temporelle suivant une variation de la référence à un taux spécifié	82

11 Efficiency determination	153
11.1 General	153
11.2 Segregated loss method	157
11.3 Full load system test	165
Annex A (informative) Most commonly used drive system topologies	171
A.1 Object	171
A.2 Drive system topologies with indirect converters	171
A.3 Drive system topologies with direct converters	187
Annex B (informative) Speed control performance and the mechanical system	193
B.1 General	193
B.2 Basic speed control types	193
B.3 Effect of torsion elasticity on speed control performance	195
B.4 Effects of backlash	199
B.5 Selection criteria for the speed control system	201
B.6 Specification of the speed control performance	203
Annex C (informative) Power semiconductor losses	205
C.1 Thyristor	205
C.2 GTO/GCT thyristor (gate turn-off, gate commutated turn-off)	207
C.3 IGBT	211
C.4 Snubber losses	215
Figure 1 – Functional diagram of an a.c. adjustable speed power drive system (PDS) – Voltage above 1 kV	21
Figure 2 – Example of load envelope	35
Figure 3 – General structure of a drive system with an indirect converter	43
Figure 4 – General structure of a drive system with direct converter	45
Figure 5 – Example of multiple converter modules and separate stator winding systems motor	47
Figure 6 – Bypass configuration for system with indirect converter	47
Figure 7 – LCI-synchronous motor in a partly redundant configuration	49
Figure 8 – Example of dynamic braking	49
Figure 9 – Typical curves for efficiency and losses of a PDS at constant flux operation	65
Figure 10 – Overload cycle example	67
Figure 11 – Deviation band	75
Figure 12 – Time response following a step change of reference input – no change in operating variables	81
Figure 13 – Time response following a change in an operating variable – no reference change	83
Figure 14 – Time response following a reference change at specified rate	83

Figure 15 – Réponse fréquentielle de l'asservissement – Excitation en référence	84
Figure 16 – Responsabilités du fournisseur du système	90
Figure 17 – Types de contraintes d'isolement	106
Figure 18 – Définition de la tension transitoire aux bornes du moteur	108
Figure 19 – Caractéristiques limites admissibles d'une impulsion de tension (y compris l'effet de réflexion et l'amortissement) aux bornes du moteur en fonction du temps de montée t_a	108
Figure 20 – Entraînement de puissance (PDS) de tension supérieure à 1 000 V	114
Figure 21 – Intégration du PDS	118
Figure 22 – Exemple de mise à la terre de protection et d'interconnexion des composants principaux	122
Figure 23 – Points de mesures recommandés sur un entraînement	142
Figure 24 – Schéma de l'essai en opposition	150
Figure 25 – Configuration matérielle du PDS et rendement individuel de chaque composant	154
Figure A.1 – Structure de base d'un entraînement à moteur synchrone et onduleur de type LCI	170
Figure A.2 – Structure de base d'un entraînement avec moteur à induction et onduleur LCI	172
Figure A.3 – Structure de base d'un entraînement avec moteur à induction et onduleur auto-commuté en source de courant et à MLI	172
Figure A.4 – Topologie d'un entraînement avec moteur à induction et double onduleur CSI-MLI	174
Figure A.5 – Entraînement triphasé avec onduleur en source de tension (VSI)	176
Figure A.6 – Entraînement à onduleur en source de tension NPC	176
Figure A.7 – Structure NPC	178
Figure A.8 – Entraînement à onduleur multiniveaux en source de tension	178
Figure A.9 – Structure de l'onduleur multiniveaux	180
Figure A.10 – Onduleur triphasé en source de tension avec convertisseur bidirectionnel côté réseau	182
Figure A.11 – Entraînement à double onduleur en source de tension (VSI)	182
Figure A.12 – Entraînement à onduleur multiniveaux en source de tension	184
Figure A.13 – Module de puissance (PM) pour onduleur multiniveaux en source de tension	186
Figure A.14 – Cycloconvertisseur triphasé d'indice de pulsation 6 avec transformateur à 3 secondaires	188
Figure A.15 – Cycloconvertisseur à circulation de courant	188
Figure B.1 – Schéma bloc d'un système de contrôle en boucle fermée avec les éléments fondamentaux	192
Figure B.2 – Schéma mécanique d'un système à deux inerties	194
Figure C.1 – Forme d'onde de commutation des GTO/GCT	208
Figure C.2 – Forme d'onde de commutation d'un IGBT	212
Figure C.3 – Pont à thyristor triphasé	216
Figure C.4 – Ecrêteur commun de type RCD	216

Figure 15 – Frequency response of the control – reference value as stimulus.....	85
Figure 16 – Responsibilities of the system supplier	91
Figure 17 – Insulation stressing types	107
Figure 18 – Definition of the transient voltage at the terminals of the motor	109
Figure 19 – Admissible pulse voltage (including voltage reflection and damping) at the motor terminals as a function of the peak rise time t_a	109
Figure 20 – Power drive system (PDS) – voltage above 1 000 V.....	115
Figure 21 – PDS integration.....	119
Figure 22 – Example of protective earthing and interconnection of main components	123
Figure 23 – Reference measuring points for drive system tests	143
Figure 24 – Back-to-back test	151
Figure 25 – PDS hardware configuration and individual component efficiency.....	155
Figure A.1 – Basic structure of an LCI synchronous motor drive system	171
Figure A.2 – Basic structure of an LCI induction motor drive system.....	173
Figure A.3 – Basic structure of a self-commutated PWM-CSI inverter for an induction motor drive system	173
Figure A.4 – Dual CSI-PWM converter topology for induction motor drive system	175
Figure A.5 – Three-phase VSI drive systems	177
Figure A.6 – Voltage source NPC inverter drive system.....	177
Figure A.7 – NPC structure.....	179
Figure A.8 – Voltage source multi-level inverter drive system	179
Figure A.9 – Multi-level inverter structure.....	181
Figure A.10 – Three-phase VSI inverter with a bi-directional line-side converter	183
Figure A.11 – Dual voltage source inverter (VSI) drive system	183
Figure A.12 – Voltage source multilevel inverter drive system	185
Figure A.13 – Power module (PM) for each level.....	187
Figure A.14 – Three-phase six-pulse connection cycloconverter with a four-winding transformer.....	189
Figure A.15 – Circulating current cycloconverter	189
Figure B.1 – Block diagram of the feedback control system containing all the basic elements	193
Figure B.2 – Mechanical diagram of a two moment inertia system	195
Figure C.1 – GTO/GCT switching waveform.....	209
Figure C.2 – IGBT switching waveform	213
Figure C.3 – Three-phase thyristor bridge circuit.....	217
Figure C.4 – Common RCD clamp	217

Tableau 1 – Symboles	40
Tableau 2 – Conditions de service pour l'alimentation aux bornes de l'entraînement (principales et auxiliaires)	50
Tableau 3 – Limites de vibration de l'installation	54
Tableau 4 – Limites de vibration au cours du transport (voir classe 2M1 de la CEI 60721-3-2)	58
Tableau 5 – Exemple de réduction de la charge maximale permanente en fonction de la surcharge	66
Tableau 6 – Bandes de précision – Erreurs maximales (%)	74
Tableau 7 – Limites et types de contraintes	110
Tableau 8 – Fonctions de protection de l'entraînement	128
Tableau 9 – Essais normalisés des constituants des entraînements	132
Tableau 10 – Essais normalisés du convertisseur en tant que constituant	136
Tableau 11 – Essais d'un entraînement	140

Withdrawn

Table 1 – Symbols	41
Table 2 – Service conditions for the voltage supply at the PDS terminals (main and auxiliary)	51
Table 3 – Installation vibration limits	55
Table 4 – Transportation vibration limits (see class 2M1 IEC 60721-3-2)	59
Table 5 – Example of reduced maximum continuous load as a function of an overload	67
Table 6 – Maximum deviation bands (percent)	75
Table 7 – Limiting parts and typical voltage stress capability of the motor insulation system ..	111
Table 8 – PDS protection functions	129
Table 9 – Standard tests for PDS components	133
Table 10 – Standard tests of the converter as component	137
Table 11 – Drive system tests	141

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE–

Partie 4: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînements de puissance en courant alternatif de tension supérieure à 1 000 V alternatif et ne dépassant pas 35 kV

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61800-4 a été établie par le sous-comité 22G: Convertisseurs à semiconducteurs pour les systèmes d'entraînement électrique à vitesse variable, du comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22G/99/FDIS	22G/107/RVD

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

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –**Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c and not exceeding 35 kV**

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 61800-4 has been prepared by sub-committee 22G: Semiconductor power converters for adjustable speed electric drive systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

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

FDIS	Report on voting
22G/99/FDIS	22G/107/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B and C are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

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

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 4: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînements de puissance en courant alternatif de tension supérieure à 1 000 V alternatif et ne dépassant pas 35 kV

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61800 s'applique aux entraînements à vitesse variable à courant alternatif comprenant la conversion de puissance, l'équipement de contrôle et un moteur. La traction pour les applications ferroviaires et les entraînements de véhicules électriques sont exclus.

La présente partie s'applique aux systèmes (voir figure 1) dont les tensions du convertisseur sont comprises entre 1 kV alternatif et 35 kV alternatif (tension entre phases), 50 Hz ou 60 Hz en entrée, et pour lesquels la tension générée en sortie du convertisseur peut aller jusqu'à 600 Hz. Les prescriptions concernant les tensions supérieures à 15 kV ne sont pas spécifiées et sont définies d'un commun accord entre le constructeur et le fournisseur du système.

Les prescriptions relatives aux entraînements de puissance, de tensions supérieures à 1 kV, qui utilisent un transformateur abaisseur en entrée et/ou un transformateur élévateur en sortie associé à un convertisseur en basse tension (inférieure à 1 000 V) sont celles de la CEI 61800-2.

Les aspects CEM sont traités dans la CEI 61800-3.

Les prescriptions spécifiques de sécurité des entraînements de tension supérieure à 1 kV seront traitées dans la CEI 61800-5.

Cette norme définit les caractéristiques des convertisseurs, leurs topologies et leurs relations aux systèmes d'entraînement à courant alternatif complet. Elle définit également les exigences de performance en termes de caractéristiques assignées, de conditions normales de fonctionnement, de conditions de surcharge, de tenue aux dépassements transitoires, de stabilité, de protection, de mise à la terre du réseau alternatif, de topologies et d'essais. De plus, elle fournit des guides d'application, par exemple relatifs aux stratégies de commande, à l'analyse de torsion, aux recommandations de mise à la terre ou à l'intégration des composants du système d'entraînement.

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 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-2:1972, *Machines électriques tournantes – Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)*

Amendement 1 (1995)

Amendement 2 (1996)

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c. and not exceeding 35 kV

1 Scope

This part of IEC 61800 applies to adjustable speed a.c. drive systems that include power conversion, control equipment and a motor. Excluded are traction for railway applications and electrical vehicle drives.

It applies to power drive systems (see figure 1) with converter voltages (line-to-line voltage), between 1 kV a.c. and 35 kV a.c., input side 50 Hz or 60 Hz, and load side frequencies up to 600 Hz. Requirements for voltages above 15 kV are not included and are defined by agreement between the manufacturer and the system supplier.

For power drive systems, with voltages above 1 kV, using a step-down input transformer and/or a step-up output transformer in connection with a low voltage converter (below 1 000 V), IEC 61800-2 applies.

EMC aspects are covered in IEC 61800-3.

Specific safety requirements for drive systems with voltage above 1 kV will be covered in IEC 61800-5.

This standard gives the characteristics of the converters, their topologies and their relationship with the complete a.c. drive system. It also states their performance requirements with respect to ratings, normal operating conditions, overload conditions, surge withstand capabilities, stability, protection, a.c. line earthing, topologies and testing. Furthermore, it deals with application guidelines, such as control strategies, torsion analysis, recommendations for earthing and drive system component integration.

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 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-2:1972, *Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)*
Amendment 1 (1995)
Amendment 2 (1996)

CEI 60034-2A:1974, *Machines électriques tournantes – Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction) – Premier complément: Mesure des pertes par la méthode calorimétrique*

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes (code IP)*

CEI 60034-6:1991, *Machines électriques tournantes – Partie 6: Modes de refroidissement (Code IC)*

CEI 60034-7: *Machines électriques tournantes – Partie 7: Classification des formes de construction et les dispositions de montage (Code IM)*

CEI 60034-9:1997, *Machines électriques tournantes – Partie 9: Limites de bruits*

CEI 60034-14:1996, *Machines électriques tournantes – Partie 14: Vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieure ou égale à 56 mm – Mesurage, évaluation et limites de la vibration*

CEI 60034-17:1998, *Machines électriques tournantes – (Partie 17: Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs – Guide d'application*

CEI 60034-18-31:1992, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 31: Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV*
Amendement 1 (1996)

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*
Amendement 1 (1994)
Amendement 2 (1997)

CEI 60050-111:1996, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 111: Physique et chimie*

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-351:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 351: Commande et régulation automatiques*

CEI 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Appareillage et fusibles*
Amendement1 (2000)

CEI 60050-551:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 551: Electronique de puissance*

CEI 60050-601:1985, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*
Amendement 1 (1998)

CEI 60076-1:2000, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 60076-2:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

IEC 60034-2A:1974, *Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles) – First supplement: Measurement of losses by the calorimetric method*

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-6:1991, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)*

IEC 60034-7, *Rotating electrical machines – Part 7: Classification of types of constructions and mounting arrangements (IM Code)*

IEC 60034-9:1997, *Rotating electrical machines – Part 9: Noise limits*

IEC 60034-14:1996, *Rotating electrical machines – Part 14: Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56 mm and higher – Measurement, evaluation and limits of vibration*

IEC 60034-17:1998, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC 60034-18-31:1992, *Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 31: Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV*
Amendment 1 (1996)

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*
Amendment 1 (1994)
Amendment 2 (1997)

IEC 60050-111:1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 111: Physics and chemistry*

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

IEC 60050-351:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 351: Automatic control*

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Switchgear, controlgear and fuses*
Amendment 1 (2000)

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics*

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*
Amendment 1 (1998)

IEC 60076-1:2000, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-2:1993, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

CEI 60076-3:2000, *Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolement, essais diélectriques et distances d'isolement dans l'air*

CEI 60076-5:2000, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

CEI 60076-8:1997, *Transformateurs de puissance – Partie 8: Guide d'application*

CEI 60146-1-1:1991, *Convertisseurs à semiconducteurs – Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base*

Amendement 1 (1996)

CEI 60146-1-2:1991, *Convertisseurs à semiconducteurs – Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-2: Guide d'application*

CEI 60146-1-3:1991, *Convertisseurs à semiconducteurs – Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-3: Transformateurs et bobines d'inductance*

CEI 60146-2:1999, *Convertisseurs à semiconducteurs – Partie 2: Convertisseurs auto-commutés à semiconducteurs y compris les convertisseurs à courant continu directs*

CEI 60146-6:1992, *Convertisseurs à semiconducteurs – Partie 6: Guide d'application pour la protection par fusibles des convertisseurs contre les surintensités*

CEI 60204-11: *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 60417 (toutes les parties): *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (1999)

CEI 60664-1:2000, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

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

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

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

Amendement 1 (1995)

Amendement 2 (1996)

CEI 60726:1982, *Transformateurs de puissance de type sec*
Amendement 1 (1986)

CEI 61000-2-4:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 4: Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

IEC 60076-3:2000, *Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air*

IEC 60076-5:2000, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 60076-8:1997, *Power transformers – Part 8: Application guide*

IEC 60146-1-1:1991, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*
Amendment 1 (1996)

IEC 60146-1-2:1991, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-2: Application guide*

IEC 60146-1-3:1991, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-3: Transformers and reactors*

IEC 60146-2:1999, *Semiconductor convertors – Part 2: Self-commutated semi-conductor convertors including direct d.c. convertors*

IEC 60146-6:1992, *Semiconductor convertors – Part 6: Application guide for the protection of semiconductor convertors against overcurrent by fuses*

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

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

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1 (1999)

IEC 60664-1:2000, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

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

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

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weather protected locations*
Amendment 1 (1995)
Amendment 2 (1996)

IEC 60726:1982, *Dry type power transformers*
Amendment 1 (1986)

IEC 61000-2-4:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

CEI 61000-4-7:1991, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 7: Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'inter-harmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

CEI 61136-1:1992, *Convertisseurs de puissance à semiconducteurs – Entraînements électriques à vitesse variable – Prescriptions générales – Partie 1: Spécifications de dimensionnement, en particulier pour les entraînements à moteurs à courant continu*

CEI 61378-1:1997, *Transformateurs de conversion – Partie 1: Transformateurs pour applications industrielles*

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*

ISO 1680:1999, *Acoustique – Code d'essai pour le mesurage du bruit aérien émis par les machines électriques tournantes*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61800, les définitions suivantes, ainsi que celles données dans la CEI 60050(111), la CEI 60050(151), la CEI 60050(351), la CEI 60050(441), la CEI 60050(551), la CEI 60050(601), la CEI 60146-1-1, la CEI 60146-1-2 et la CEI 60146-1-3 s'appliquent.

3.1 Système

3.1.1

entraînement de puissance alternatif (PDS) à tension supérieure à 1 kV (voir figure 1)
système composé:

- d'un équipement de puissance (filtres harmoniques éventuels, transformateur d'entrée, section convertisseur, transformateur de sortie éventuel, moteur alternatif);
- d'un contrôle, de protections et d'auxiliaires.

NOTE 1 La figure 1 montre les principaux éléments fonctionnels. Elle comporte également des équipements qui peuvent être en option sur de nombreux entraînements. Elle a pour objet de couvrir une large diversité de configurations possibles d'entraînements alternatifs. La section convertisseur n'est pas un exemple et n'implique pas de topologie spécifique utilisant un type spécifique de composants de commutation en raison de la grande variété des combinaisons en usage courant. Un filtre d'entrée et/ou de sortie peut être inclus dans la section convertisseur (à l'exception des filtres harmoniques qui sont comptés par ailleurs). Voir article 4 et annexe A.

IEC 61000-4-7:1991, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61136-1:1992, *Semiconductor power convertors – Adjustable speed electric drive systems – General requirements – Part 1: Rating specifications, particularly for d.c. motor drives*

IEC 61378-1:1997, *Converter transformers – Part 1: Transformers for industrial applications*

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*

ISO 1680:1999, *Acoustics – Test code for the measurement of airborne noise emitted by rotating electrical machines*

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 61800, the following definitions, and the definitions given in IEC 60050(111), IEC 60050(151), IEC 60050(351), IEC 60050(441), IEC 60050(551), IEC 60050(601), IEC 60146-1-1, IEC 60146-1-2, and IEC 60146-1-3 apply.

3.1 System

3.1.1

a.c. power drive system (PDS) with voltage above 1 kV (see figure 1)

system consisting of:

- power equipment (possible harmonic filters, input transformer, converter section, possible output transformer, a.c. motor);
- control, protection and auxiliaries

NOTE 1 Figure 1 illustrates the main functional elements. It also includes equipment which may be optional on many drive systems. It is intended to encompass a wide variety of a.c. drive configuration possibilities. The converter section does not illustrate or imply a specific topology using a specific type of switching device, due to the wide variety of combinations in current use. An input and/or output filter may be included in the converter section (except harmonic filters, which are listed separately). See clause 4 and annex A.

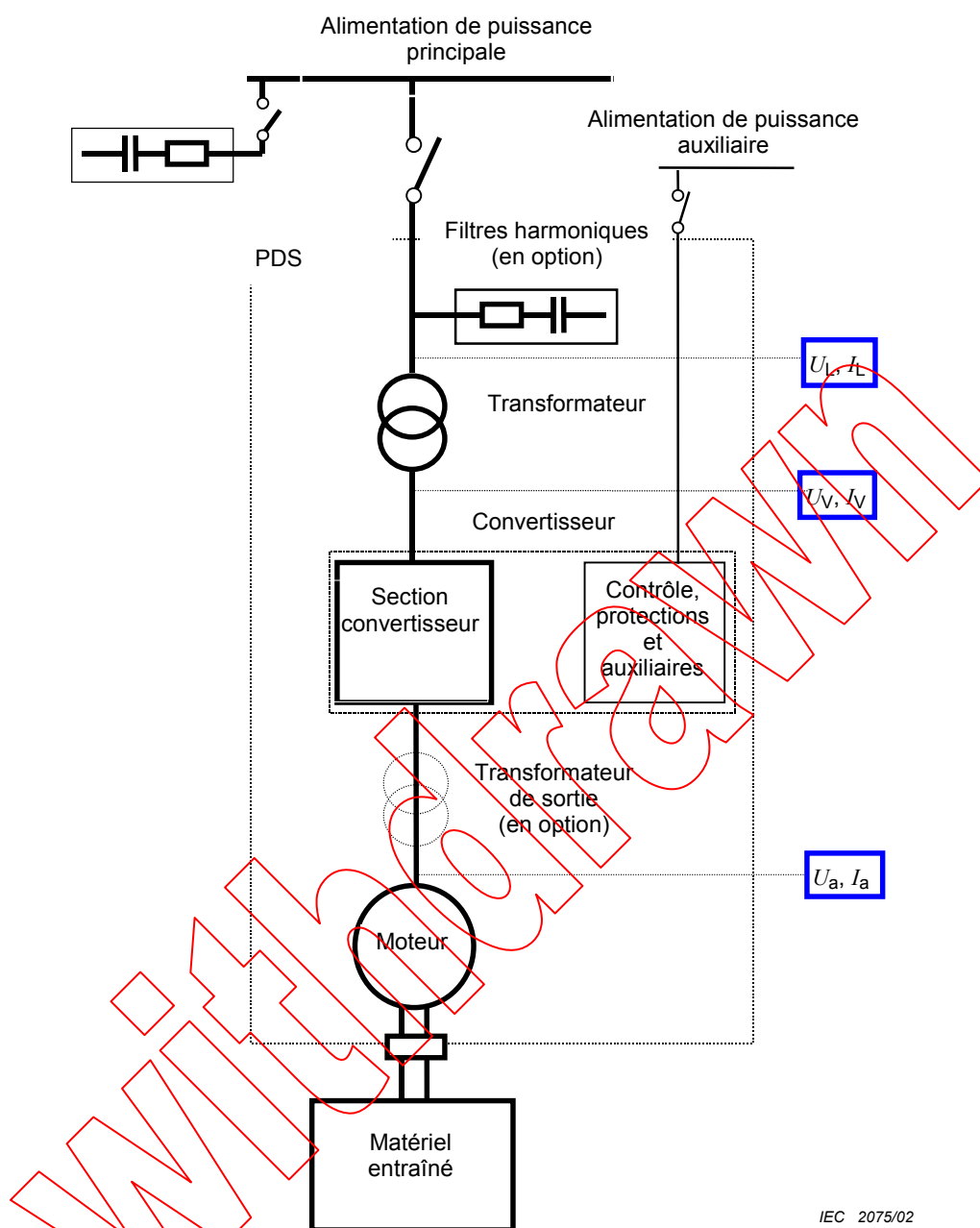


Figure 1 – Schéma fonctionnel d'un entraînement à vitesse variable à courant alternatif (PDS) – Tension supérieure à 1 kV

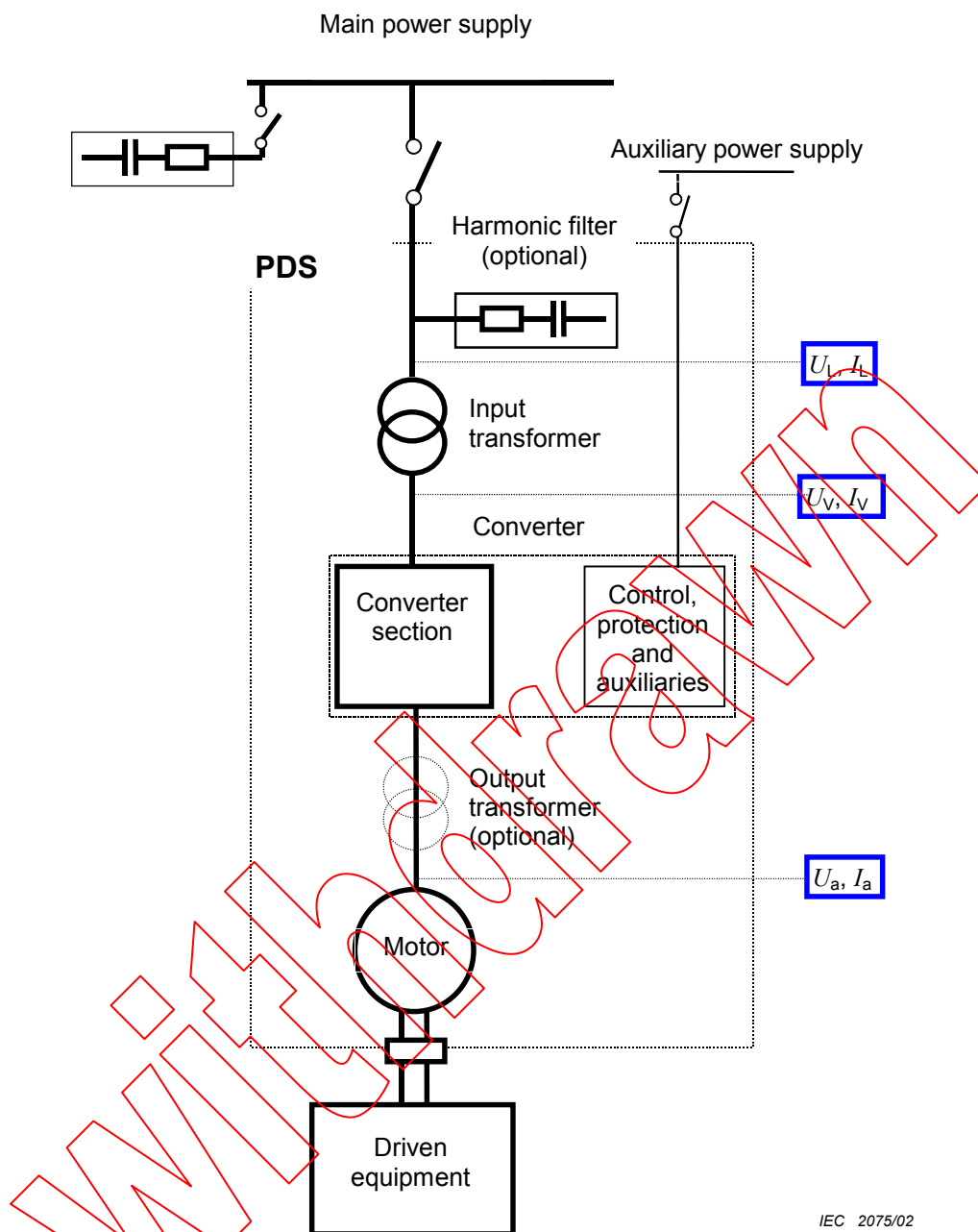
NOTE 2 U_a représente la tension de sortie du convertisseur et U_A représente la tension aux bornes du moteur. Dans le cas où il n'y a pas de transformateur de sortie et où la longueur de câble est faible, $U_a = U_A$.

NOTE 3 L'alimentation des auxiliaires peut aussi être générée en interne de l'entraînement, si on peut considérer que cette source est suffisamment fiable.

3.1.2 point de couplage

PCC, IPC, PC: ces définitions sont données dans la CEI 61000-2-4:

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



IEC 2075/02

Figure 1 – Functional diagram of an a.c. adjustable speed power drive system (PDS) – Voltage above 1 kV

NOTE 2 U_a represents the output voltage of the converter and U_A represents the voltage at the terminals of the motor. In the case where there is no output transformer and moderate cable lengths, $U_a = U_A$.

NOTE 3 Auxiliary supply may also be derived internally from the PDS, if it is considered sufficiently reliable.

3.1.2

point of coupling

PCC, IPC, PC: these definitions are given in IEC 61000-2-4:

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

3.1.3

filtre harmonique

circuit défini en vue de réduire l'injection de courant harmonique dans le réseau de puissance associé

3.1.4

récupération

transfert de l'énergie mécanique du système par conversion et restitution sous la forme d'énergie électrique au réseau d'alimentation

NOTE En récupération, le moteur fonctionne en génératrice et son dimensionnement peut être différent.

3.1.5

rendement de l'entraînement, η_D

le rendement, η_D , de l'entraînement est le rapport de la puissance mécanique délivrée par l'arbre moteur à la puissance totale consommée sur les réseaux d'alimentation (voir figure 1 et figure 25), et est habituellement exprimé en pourcentage

NOTE La puissance des auxiliaires ainsi que celle de toute excitation qui serait nécessaire sont comprises dans la puissance consommée en entrée.

3.1.6

rendement de la conversion, η_C

le rendement de la conversion, η_C , est le rapport de la puissance délivrée par le convertisseur à la puissance totale consommée sur les réseaux d'alimentation, y compris pour alimenter les auxiliaires du convertisseur (voir figure 1 et figure 25), et est usuellement exprimé en pourcentage

3.1.7

fréquence fondamentale

une fréquence, dans le spectre obtenu à partir de la transformée de Fourier d'une fonction du temps, à laquelle toutes les fréquences du spectre sont référencées. Pour les besoins de cette partie de la CEI 61800, la fréquence fondamentale est celle du réseau, ou celle d'alimentation du moteur en fonction du côté qui est considéré

[VEI 101-14-50, modifiée]

NOTE 1 La fréquence fondamentale est généralement égale à la fréquence de la fonction elle-même, lorsque celle-ci est périodique (voir VEI 551-20-03 et VEI 551-20-01). La définition ci-dessus correspond à la définition de la «fréquence fondamentale de référence» selon VEI 551-20-04 et VEI 551-20-02, dans lesquelles le terme «référence» peut être omis s'il n'y a aucun risque d'ambiguïté. Cette définition a été adoptée pour la révision de la CEI 61000-2-2 et de la CEI 61000-2-4.

NOTE 2 Si un risque quelconque d'ambiguïté devait subsister, il conviendrait de référencer la fréquence de l'alimentation de puissance à la polarité et à la vitesse de rotation des moteurs électriques accrochés au réseau.

NOTE 3 Cette définition peut s'appliquer à tout réseau industriel d'alimentation électrique, sans préjuger de la charge (charge unique, combinaison de charges, machines tournantes ou autres), et elle peut même s'appliquer si le générateur qui alimente le réseau est un convertisseur statique.

3.1.8

composante fondamentale (ou fondamental)

composante dont la fréquence est la fréquence fondamentale

3.1.9

fréquence harmonique (rang h)

une fréquence qui est un multiple entier de la fréquence fondamentale, le rapport de la fréquence harmonique à la fréquence fondamentale est appelé rang harmonique (notation recommandée « h ») (voir VEI 551-20-05, VEI 551-20-07 et VEI 551-20-09)

3.1.10

composante harmonique

n'importe laquelle des composantes ayant une fréquence harmonique, sa valeur s'exprime normalement en valeur efficace

NOTE Brièvement, une telle composante est désignée par le terme harmonique.

3.1.3

harmonic filter

circuit designed to reduce the flow of harmonic currents into the associated power system

3.1.4

regeneration

process of converting the mechanical energy of the system to electrical energy and transferring it to the input supply

NOTE During regeneration the motor is working as a generator and the ratings of the motor may be different.

3.1.5

PDS efficiency, η_D

the efficiency, η_D , of the drive system is the ratio of the power delivered by the motor shaft to the total power drawn from the input power supply feeding lines (see figure 1 and figure 25), and is usually expressed as a percentage

NOTE Auxiliaries and any needed excitation power are included in the power drawn from the input.

3.1.6

power conversion efficiency, η_C

the efficiency, η_C , of the power conversion is the ratio of the power delivered by the converter to the total power drawn from the input power supplies feeding lines, including the converter auxiliaries (see figure 1 and figure 25), and is usually expressed as a percentage

3.1.7

fundamental frequency

a frequency, in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function, to which all the frequencies of the spectrum are referred. For the purpose of IEC 61800, the fundamental frequency is the same as the power frequency supplying the converter, or supplied by the converter according to the case which is considered

[IEV 101-14-50 modified]

NOTE 1 In the case of a periodic function, the fundamental frequency is generally equal to the frequency of the function itself (see IEC 551-20-03 and IEC 551-20-01). The above definition corresponds to the genuine definition of "reference fundamental frequency" according to IEC 551-20-04 and IEC 551-20-02, for which the term "reference" may be omitted where there is no risk of ambiguity. This definition has been adopted for the revision of IEC 61000-2-2 and IEC 61000-2-4.

NOTE 2 In case of any remaining risk of ambiguity, the power supply frequency should be referred to the polarity and speed of rotation of the synchronous generator(s) feeding the system.

NOTE 3 This definition may be applied to any industrial power supply network, without regard to the load it supplies (a single load or a combination of loads, rotating machines or other load), and even if the generator feeding the network is a static converter.

3.1.8

fundamental component (or fundamental)

the component whose frequency is the fundamental frequency

3.1.9

harmonic frequency (order h)

a frequency which is an integer multiple of the fundamental frequency, the ratio of the harmonic frequency to the fundamental frequency is named harmonic order (recommended notation " h ") (see IEC 551-20-05, IEC 551-20-07 and IEC 551-20-09)

3.1.10

harmonic component

any of the components having a harmonic frequency, its value is normally expressed as a r.m.s. value

NOTE For brevity, such a component may be referred to simply as a harmonic.

3.1.11

fréquence interharmonique

n'importe quelle fréquence qui n'est pas un multiple entier de la fréquence fondamentale (voir VEI 551-20-05, VEI 551-20-07 et VEI 551-20-09)

NOTE 1 Par extension du rang harmonique, le rang interharmonique est le rapport de la fréquence interharmonique à la fréquence fondamentale, ce rapport n'est pas un nombre entier (notation recommandée «*m*»).

NOTE 2 On peut aussi utiliser le terme fréquence sous-harmonique dans le cas où «*m* < 1 » (voir VEI 551-20-10).

3.1.12

composante interharmonique

une composante ayant une fréquence interharmonique, sa valeur s'exprime normalement en valeur efficace

NOTE 1 Brièvement, une telle composante est désignée par le terme interharmonique.

NOTE 2 Pour les besoins de la CEI 61800, et ainsi qu'établi dans la CEI 61000-4-7, la fenêtre d'observation a une durée de 10 périodes fondamentales (pour les systèmes à 50 Hz) ou 12 périodes fondamentales (pour les systèmes à 60 Hz), soit approximativement 200 ms. La différence de fréquence entre deux composantes interharmoniques consécutives est donc d'environ 5 Hz. Dans le cas d'une fréquence fondamentale autre, il convient de choisir la durée de la période d'observation entre 6 fois la période fondamentale (environ 1 000 ms à 6 Hz) et 18 fois la période fondamentale (environ 100 ms à 180 Hz).

3.1.13

résidu harmonique (HC)

sommes des composantes harmoniques d'une grandeur périodique [VEI 551-20-12]

NOTE 1 Le résidu harmonique est une fonction du temps.

NOTE 2 Pour l'analyse pratique, il peut être nécessaire de procéder à une approximation de la périodicité.

NOTE 3 Le résidu harmonique dépend du choix de la composante fondamentale. En cas d'ambiguïté dans le contexte on indique de quelle composante il s'agit.

NOTE 4 Dans la pratique, la somme est limitée au rang *H*.

NOTE 5 La valeur efficace du résidu harmonique est:

$$HC = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} Q_h^2}$$

où

h est le rang harmonique (conformément à 3.1.9);

Q_h est la valeur efficace de la composante harmonique de rang *h*;

H est égal à 40 pour les besoins de cette norme.

3.1.14

taux de distorsion harmonique total, THD

rapport de la valeur efficace du résidu harmonique à la valeur efficace de la composante fondamentale ou de la composante fondamentale de référence d'une grandeur alternative

[VEI 551-20-13]

$$THD = \frac{HC}{Q_1} = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

où

Q représente soit le courant, soit la tension;

Q₁ est la valeur efficace de la composante fondamentale;

h est le rang harmonique (conformément à 3.1.9);

Q_h est la valeur efficace de la composante harmonique de rang *h*;

H est égal à 40 pour les besoins de cette norme.

3.1.11**interharmonic frequency**

any frequency which is not an integer multiple of the fundamental frequency (see IEC 551-20-05, IEC 551-20-07 and IEC 551-20-09)

NOTE 1 By extension of the harmonic order, the interharmonic order is the ratio of interharmonic frequency to the fundamental frequency, this ratio is not an integer (recommended notation “*m*”).

NOTE 2 In the case where “*m* < 1” the term of sub-harmonic frequency may also be used (see IEC 551-20-10).

3.1.12**interharmonic component**

a component having an interharmonic frequency, its value is normally expressed as an r.m.s. value

NOTE 1 For brevity, such a component may be referred to simply as an interharmonic

NOTE 2 For the purpose of IEC 61800, and as stated in IEC 61000-4-7, the time window has a width of 10 fundamental periods (50 Hz systems) or 12 fundamental periods (60 Hz systems), i.e. approximately 200 ms. The difference in frequency between two consecutive interharmonic components is, therefore, approximately 5 Hz. In case of other fundamental frequencies, the time window should be selected between 6 fundamental periods (approximately 1 000 ms at 6 Hz) and 18 fundamental periods (approximately 100 ms at 180 Hz).

3.1.13**harmonic content, *HC***

sum of the harmonic components of a periodic quantity

[IEV 551-20-12]

NOTE 1 The harmonic content is a time function.

NOTE 2 For practical analysis, an approximation of the periodicity may be necessary.

NOTE 3 The harmonic content depends on the choice of the fundamental component. If it is not clear from the context which one is used an indication should be given.

NOTE 4 In practice, the sum is limited to the order *H*.

NOTE 5 The r.m.s. value of the harmonic content is:

$$HC = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} Q_h^2}$$

where

h is the harmonic order (according to 3.1.9);

Q_h is the r.m.s. value of the harmonic component of order *h*;

H is 40 for the purposes of this standard.

3.1.14**total harmonic distortion, *THD***

ratio of the r.m.s. value of the harmonic content to the r.m.s. value of the fundamental component or the reference fundamental component of an alternating quantity

[IEV 551-20-13]

$$THD = \frac{HC}{Q_1} = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

where

Q represents either current or voltage

Q₁ is the r.m.s. value of the fundamental component;

h is the harmonic order (according to 3.1.9);

Q_h is the r.m.s. value of the harmonic component of order *h*;

H is 40 for the purposes of this standard.

3.1.15

résidu total de distorsion, DC

quantité obtenue en soustrayant d'une grandeur alternative sa composante fondamentale ou sa composante fondamentale de référence [IEV 551-20-11]

NOTE 1 Le résidu total de distorsion contient les composantes harmoniques et, s'il y en a, les composantes interharmoniques.

NOTE 2 Le résidu total de distorsion dépend du choix de la composante fondamentale. En cas d'ambiguïté dans le contexte on indique de quelle composante il s'agit.

NOTE 3 Le résidu total de distorsion est une fonction du temps.

NOTE 4 Une grandeur alternative est une grandeur périodique dont la composante continue est nulle.

NOTE 5 La valeur efficace du résidu total de distorsion est:

$$DC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

où, en plus des notations de 3.1.14:

Q est la valeur efficace totale de la quantité;

voir aussi VEI 101-14-54.

3.1.16

rapport total de distorsion, TDR

rapport de la valeur efficace du résidu total de distorsion à la valeur efficace de la composante fondamentale ou de la composante fondamentale de référence d'une grandeur alternative [VEI 551-20-14, modifiée]

$$TDR = \frac{DC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

NOTE 1 Le rapport total de distorsion dépend du choix de la composante fondamentale. En cas d'ambiguïté dans le contexte on indique de quelle composante il s'agit.

NOTE 2 Le rapport total de distorsion peut faire l'objet d'une approximation à un certain rang. Les conditions de l'approximation sont alors indiquées.

NOTE 3 THD peut être considéré comme une approximation de TDR lorsque les interharmoniques sont négligés en raison de leur faible amplitude.

NOTE 4 L'onde de la tension réseau est usuellement bien moins déformée que celle du courant. En conséquence, l'évaluation des deux termes relatifs à la tension, le taux de distorsion harmonique THD et le rapport total de distorsion TDR , fournit le même résultat. On peut noter une différence significative lorsqu'on les applique au courant.

3.1.17

facteur total de distorsion, TDF

rapport de la valeur efficace du résidu total de distorsion à la valeur efficace d'une grandeur alternative

[VEI 551-20-16, modifiée et VEI 101-14-55, modifiée]

$$TDF = \frac{DC}{Q} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q}$$

NOTE 1 Le facteur total de distorsion dépend du choix de la composante fondamentale. En cas d'ambiguïté dans le contexte on indique de quelle composante il s'agit.

NOTE 2 Le rapport entre TDF et TDR est égal au rapport entre la valeur efficace de la composante fondamentale et la valeur efficace totale. Il s'agit du taux de fondamental [VEI 551-20-17 et VEI 161-02-22]:

$$FF = \frac{Q_1}{Q} = \frac{TDF}{TDR} \leq 1$$

3.1.18

distorsion harmonique individuelle, IDR

rapport de la valeur efficace d'un harmonique ou d'un interharmonique à la valeur efficace du fondamental

3.1.15**total distortion content, DC**

quantity obtained by subtracting from an alternating quantity its fundamental component or its reference fundamental component

[IEV 551-20-11]

NOTE 1 The total distortion content includes harmonic components and interharmonic components if any.

NOTE 2 The total distortion content depends on the choice of the fundamental component. If it is not clear from the context which one is subtracted an indication should be given.

NOTE 3 The total distortion content is a time function.

NOTE 4 An alternating quantity is a periodic quantity with zero DC component.

NOTE 5 The r.m.s. value of the total distortion content is

$$DC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

where in addition to notations in 3.1.14:

Q is the total r.m.s. value of the quantity;

see also IEC 101-14-54.

3.1.16**total distortion ratio, TDR**

ratio of the r.m.s. value of the total distortion content to the r.m.s. value of the fundamental component or the reference fundamental component of an alternating quantity

[IEV 551-20-14]

$$TDR = \frac{DC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

NOTE 1 The total distortion ratio depends on the choice of the fundamental component. If it is not clear from the context which one is used an indication should be given.

NOTE 2 The total distortion ratio may be approximated to a certain harmonic order. This is to be stated.

NOTE 3 THD may be considered as an approximation of TDR where interharmonics are disregarded due to their low amplitude.

NOTE 4 The waveform of the voltage on the distribution network is usually less distorted than the waveform of the current. Therefore, the assessment of these two ratios related to voltage, total harmonic distortion THD and total distortion ratio TDR , leads to the same result. There may be a significant difference when applied to current.

3.1.17**total distortion factor, TDF**

ratio of the r.m.s. value of the total distortion content to the r.m.s. value of an alternating quantity

[IEV 551-20-16 and IEC 101-14-55]

$$TDF = \frac{DC}{Q} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q}$$

NOTE 1 The total distortion ratio depends on the choice of the fundamental component. If it is not clear from the context which one is used an indication should be given.

NOTE 2 The ratio between TDF and TDR equals the ratio between the r.m.s. value of the fundamental component and the total r.m.s. value. It is the fundamental factor [IEV 551-20-17 and IEC 161-02-22]:

$$FF = \frac{Q_1}{Q} = \frac{TDF}{TDR} \leq 1$$

3.1.18**individual harmonic distortion, IDR**

ratio of any component to the fundamental

3.1.19

harmoniques caractéristiques de courant

rang des harmoniques de courant produit par un convertisseur en fonctionnement normal

NOTE 1 Par exemple, pour un convertisseur d'indice de pulsation 6, les harmoniques caractéristiques de courant sont impaires, non multiples de 3, $h = 6k \pm 1$ (k suite des entiers naturels).

NOTE 2 En plus des harmoniques de la fréquence du réseau, il peut y avoir d'autres harmoniques résultant de l'interaction avec la charge du convertisseur. Ils sont appelés interharmoniques.

3.1.20

tension assignée

valeur efficace de la tension de ligne (entre phases) dans les conditions assignées

Primaire du transformateur d'entrée: U_{LN}

Entrée du convertisseur: U_{VN}

Sortie du convertisseur: U_{aN}

Moteur: U_{AN}

3.1.21

tension fondamentale assignée

valeur efficace de la tension fondamentale dans les conditions assignées

Primaire du transformateur d'entrée: U_{LN1}

Entrée du convertisseur: U_{VN1}

Sortie du convertisseur: U_{aN1}

Moteur: U_{AN1}

3.1.22

courant alternatif assigné

valeur efficace du courant alternatif dans les conditions assignées

Primaire du transformateur d'entrée: I_{LN}

Entrée du convertisseur: I_{VN}

Sortie du convertisseur: I_{aN}

Moteur: I_{AN}

3.1.23

courant fondamental assigné

valeur efficace de la composante fondamentale du courant dans les conditions assignées

Primaire du transformateur d'entrée: I_{LN1}

Entrée du convertisseur: I_{VN1}

Sortie du convertisseur: I_{aN1}

Moteur: I_{AN1}

3.1.24

capacité de surcharge

courant maximal pouvant être fourni, pendant une durée déterminée, sans excéder les limitations établies dans des conditions de fonctionnement prescrites

Primaire du transformateur d'entrée: I_{LM}

Entrée du convertisseur: I_{VM}

Sortie du convertisseur: I_{aM}

Moteur: I_{AM}

3.1.19**characteristic current harmonics**

orders of the current harmonics produced by converter equipment in the course of normal operation

NOTE 1 For example, in a six-pulse converter the characteristic current harmonics are the non triple, odd harmonics, $h = 6k \pm 1$ (k any integer).

NOTE 2 In addition to power system frequency harmonics, there can be other harmonics resulting from interaction with the converter load. They are called interharmonics.

3.1.20**rated voltage**

the r.m.s. line-to-line voltage under rated conditions

Primary side of input transformer: U_{LN}

Converter input: U_{VN}

Converter output: U_{aN}

Motor voltage: U_{AN}

3.1.21**rated fundamental voltage**

the r.m.s. value of the fundamental voltage under rated conditions

Primary side of input transformer: U_{LN1}

Converter input: U_{VN1}

Converter output: U_{aN1}

Motor fundamental voltage: U_{AN1}

3.1.22**rated a.c. current**

the r.m.s. value of the a.c. current under rated conditions

Primary side of input transformer: I_{LN}

Converter input: I_{VN}

Converter output: I_{aN}

Rated motor current: I_{AN}

3.1.23**rated fundamental current**

the r.m.s. value of the fundamental component of the current under rated conditions

Primary side of input transformer: I_{LN1}

Converter input: I_{VN1}

Converter output: I_{aN1}

Rated fundamental motor current: I_{AN1}

3.1.24**overload capability**

maximum current which can be supplied, for a specified period of time, without exceeding established limitations under prescribed operating conditions

Primary side of input transformer: I_{LM}

Converter input: I_{VM}

Converter output: I_{aM}

Motor overload current: I_{AM}

3.2 Paramètres d'entrée de l'entraînement

3.2.1

puissance côté réseau, P_L

puissance active totale en entrée côté réseau

3.2.2

puissance apparente côté réseau, S_L

puissance apparente totale en entrée côté réseau

3.2.3

facteur de puissance total en entrée, λ_L

rapport de la puissance totale en entrée à la puissance apparente, défini au point de connexion de l'entraînement à l'alimentation

Exemple: dans un système triphasé dont on admet que la tension est sinusoïdale

$$\lambda_L = \frac{U_L \times I_{L1} \sqrt{3} \times \cos \varphi_{L1}}{U_L \times I_L \times \sqrt{3}} = \frac{I_{L1}}{I_L} \times \cos \varphi_{L1}$$

NOTE 1 Le facteur de puissance combine les effets du facteur de déphasage $\cos \varphi_1$ et des harmoniques au moyen du facteur de déformation $v = \lambda / \cos \varphi$.

NOTE 2 La définition s'applique à l'entrée du convertisseur (indice V) ou à l'entrée du CDM côté réseau (indice L).

3.2.4

déséquilibre de tension

dans un système polyphasé, condition dans laquelle la valeur efficace de la composante fondamentale des tensions entre phases, ou l'angle de déphasage entre deux phases consécutives, ne sont pas égaux

NOTE 1 Le degré de cette inégalité s'exprime usuellement par les rapports de la composante inverse et de la composante homopolaire à la composante directe [VEI 161-08-09, modifiée]

U_{12} , U_{23} and U_{31} sont les trois tensions entre phases, avec $\delta_{ij} = (U_{ij} - U_{moyen}) / (3 \times U_{moyen})$ l'écart pour chacune des trois tensions entre phases, et τ le déséquilibre de tension exprimé par le rapport de la composante inverse à la composante directe,

$$\tau = \sqrt{6 \times \sum_{i,j} \delta_{ij}^2}$$

NOTE 2 La relation de la note 1 fournit une excellente approximation (avec une erreur inférieure à 5 % pour une fourchette de $\pm 20\%$ en amplitudes et $\pm 15^\circ$ en phases par rapport au système équilibré idéal phase neutre correspondant – direct ou inverse). L'approximation nettement plus simple:

$$\tau = (2/3) \times [(U_{max} - U_{min}) / U_{moyen}]$$

donne des résultats acceptables pour des valeurs de τ jusqu'à 7 % (erreur absolue inférieure à 1 %). Une autre approximation simple donne des valeurs avec une erreur comparable:

$$\tau = \text{MAX} [(U_{ij} - U_{moyen}) / U_{moyen}]$$

3.2.5

surtension transitoire de la tension d'alimentation

valeur crête instantanée de la tension susceptible d'apparaître entre les phases d'entrée de l'entraînement, celui-ci étant déconnecté

3.2.6

énergie transitoire de l'alimentation

énergie que le réseau peut fournir aux bornes du PDS, en raison d'une surtension transitoire et au cours de celle-ci

3.2 PDS input parameters

3.2.1

line-side input power, P_L

the total active power at the line input

3.2.2

line-side input apparent power, S_L

the total apparent power at the line input

3.2.3

input total power factor, λ_L

ratio of the total power input, to the apparent power, as determined at the connection of the PDS to the supply

Example: in a three-phase system where the voltage is considered sinusoidal

$$\lambda_L = \frac{U_L \times I_{L1} \sqrt{3} \times \cos \phi_{L1}}{U_L \times I_L \times \sqrt{3}} = \frac{I_{L1}}{I_L} \times \cos \phi_{L1}$$

NOTE 1 The power factor includes the effect of displacement $\cos \phi_1$ and of harmonics by means of the deformation factor $v = \lambda / \cos \phi$.

NOTE 2 The definition applies to the converter input (subscript V) or to the CDM input line-side (subscript L).

3.2.4

voltage unbalance (imbalance)

in a polyphase system, a condition in which the r.m.s. values of the fundamental component of the line voltages, or the phase angle between consecutive phases, are not all equal

NOTE 1 The degree of that inequality is usually expressed as the ratios of the negative and zero sequence components to the positive sequence component [IEV 161-08-09, modified]

U_{12} , U_{23} and U_{31} are the three line-to-line voltages, with $\delta_{ij} = (U_{ij} - U_{average}) / (3 \times U_{average})$ the deviation for each of the three line-to-line voltages, and τ the voltage unbalance as the ratio of the negative sequence voltage amplitude to the positive sequence voltage amplitude,

$$\tau = \sqrt{6 \times \sum_{ij=1}^3 \delta_{ij}^2}$$

NOTE 2 The above formula in note 1 gives an excellent approximation (with an error of less than 5 % for a band of ± 20 % in amplitudes and $\pm 15^\circ$ in phase shift from the corresponding ideal line to neutral balance system – positive sequence or negative sequence). The much more simple approximation:

$$\tau = (2/3) \times [(U_{max} - U_{min}) / U_{average}]$$

provides acceptable results for τ up to 7 % (absolute error less than 1 %). Another simple approximation gives results with a comparable error:

$$\tau = \text{MAX} [(U_{ij} - U_{average}) / U_{average}].$$

3.2.5

supply transient overvoltage

peak instantaneous voltage that may appear between the input lines to the PDS, with the PDS disconnected

3.2.6

supply transient energy

the energy which the supply system, due to a transient, is capable of delivering at the PDS terminals

3.3 Convertisseur

3.3.1

section convertisseur (tension supérieure à 1 kV)

unité électronique de conversion de puissance fonctionnant à une tension supérieure à 1 kV et n'excédant pas 35 kV conformément à la figure 1

3.3.2

filtre d'entrée du convertisseur

circuits raccordés à l'entrée de puissance du convertisseur dans le but de réduire les dv/dt (contraintes de tension appliquées à l'isolement du transformateur) ou de réduire les émissions aux fréquences radioélectriques

3.3.3

tension continue de boucle du convertisseur, U_d

valeur moyenne de la tension sur la boucle à courant continu (côté convertisseur d'entrée)

3.3.4

courant continu de boucle du convertisseur, I_d

valeur moyenne du courant sur la boucle à courant continu (côté convertisseur d'entrée)

3.3.5

circuit d'aide à la commutation

élément de circuit raccordé à un ou plusieurs composants électroniques de puissance en vue de diminuer les contraintes appliquées relatives aux variations rapides de courant ou de tension, aux surtensions transitoires, aux pertes de commutation, etc.

3.3.6

boucle à courant continu

circuit de puissance à courant continu reliant, dans un convertisseur indirect, le convertisseur d'entrée au convertisseur de sortie, il est constitué de condensateurs et/ou de bobines d'inductances afin de réduire l'ondulation de la tension continue ou l'ondulation du courant continu

3.3.7

filtre de sortie du convertisseur

circuits raccordés à la sortie de puissance du convertisseur dans le but de réduire les dv/dt (contrainte de tension appliquée à l'isolement du moteur et génératrice de courants de paliers) ou de réduire les harmoniques (pertes)

3.3.8

puissance alternative de sortie du convertisseur, P_{a1}

puissance fondamentale aux bornes de sortie du convertisseur

3.3.9

puissance apparente de sortie du convertisseur, S_a

puissance apparente totale aux bornes de sortie du convertisseur

3.3.10

courant de court-circuit dynamique en sortie

courant transitoire, continu ou alternatif, circulant dans un court-circuit aux bornes de sortie du convertisseur

3.3.11

plage de fréquence de fonctionnement

plage de fréquences fondamentales sur laquelle le convertisseur peut fonctionner (f_{min} , f_{max}), dans des conditions de charge spécifiées

3.3 Converter

3.3.1

converter section (voltage above 1 kV)

electronic power converter unit operating at voltage above 1 kV and not exceeding 35 kV according to figure 1

3.3.2

converter input filter

circuits connected to the power input of the converter to reduce dv/dt (voltage stress of transformer insulation) or radio frequency emissions

3.3.3

converter d.c. link voltage, U_d

average value of the voltage in the d.c. link (on the input converter side)

3.3.4

converter d.c. link current, I_d

average value of the current in the d.c. link (on the input converter side)

3.3.5

snubber (circuit)

a sub-circuit connected to one or more power semiconductor devices in order to relieve it (them) of stress in regard of high rate of rise of current or voltage, overvoltage transients, switching losses, etc.

3.3.6

d.c. link

power d.c. circuit linking the input converter and the output converter of an indirect converter, consisting of capacitors and/or reactors to reduce d.c. voltage or d.c. current ripple

3.3.7

converter output filter

circuits connected to the power output of the converter to reduce dv/dt (voltage stress of motor insulation and generating bearing currents) or harmonics (losses)

3.3.8

a.c. converter output power, P_{a1}

the fundamental power at the converter output terminals

3.3.9

apparent converter output power, S_a

the total apparent power at the converter output terminals

3.3.10

dynamic short-circuit output current

the transient d.c. or a.c. current which flows from the converter into a short-circuit across the output terminals

3.3.11

operating frequency range

range of fundamental frequencies over which the converter output is controlled ($f_{\min}$, $f_{\max}$), under specified load conditions

3.4 Paramètres de sortie du moteur et du système

3.4.1

enveloppe de charge

caractéristique en couple et vitesse définissant les conditions de fonctionnement permanent de l'entraînement

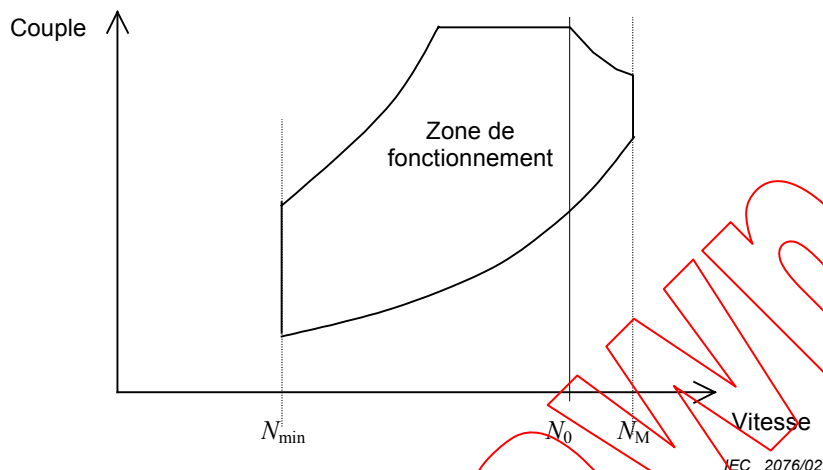


Figure 2 – Exemple d'enveloppe de charge

3.4.2

vitesse minimale de fonctionnement, $N_{\min}$

vitesse minimale de fonctionnement du moteur définie pour le matériel entraîné

3.4.3

vitesse maximale de fonctionnement, N_M

vitesse maximale de fonctionnement du moteur définie pour le matériel entraîné

3.4.4

vitesse de base, N_0

la plus grande vitesse du moteur pour laquelle l'entraînement peut fournir en permanence le couple assigné

NOTE La vitesse de base est le point de transition entre le fonctionnement à couple constant et le fonctionnement défluxé.

3.4.5

fonctionnement défluxé

fonctionnement à flux réduit dans la zone de vitesse comprise entre la vitesse de base (N_0) et la vitesse maximale (N_M)

3.4.6

pulsation de couple d'entrefer

fluctuation périodique du couple d'entrefer en régime permanent définie en valeur crête à crête

3.5 Contrôle

3.5.1

système de contrôle

système électronique qui fournit les ordres d'action au convertisseur de puissance et les informations d'état en résultat des diverses commandes et contre-réactions

3.4 PDS output parameters

3.4.1

load envelope

area in torque versus speed in which the PDS is intended to operate under continuous load conditions

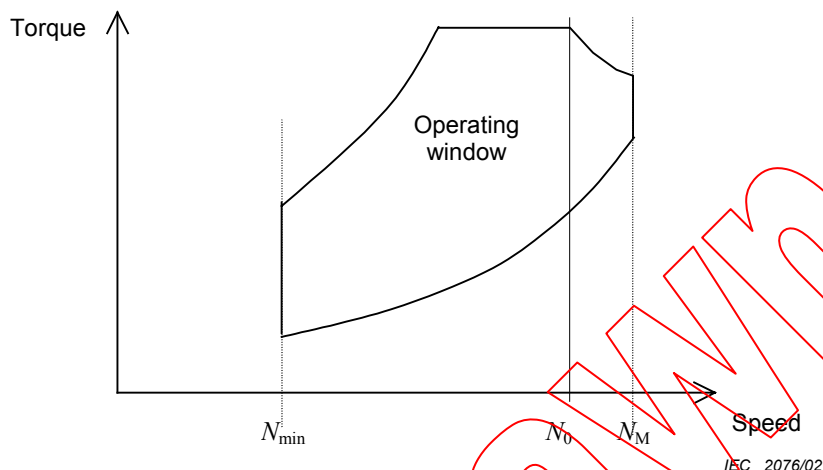


Figure 2 – Example of load envelope

3.4.2

minimum operating speed, $N_{\min}$

minimum motor operating speed required by driven equipment

3.4.3

maximum operating speed, N_M

maximum motor operating speed required by driven equipment

3.4.4

base speed, N_0

highest motor speed at which the PDS is capable to deliver continuously the rated torque

NOTE Base speed is the transition point between constant torque and field weakening operation.

3.4.5

field weakening operation

operation with reduced flux in a speed range between base speed (N_0) and maximum speed (N_M)

3.4.6

air-gap torque pulsation

cyclic fluctuation of motor air-gap torque at under steady-state conditions, defined as peak-to-peak value

3.5 Control

3.5.1

control system

electronic system which provides actuation of the power converter and status information as a result of various commands and feedbacks

3.5.2

variable contrôlée

variable du système, contrôlée en boucle ouverte ou en boucle fermée dans un entraînement

NOTE Exemples de variable contrôlée: tension, courant stator, fréquence, vitesse, glissement et couple.

3.5.3

variable de service

variable spécifiée, usuellement relative aux conditions ambiantes (par exemple la température), pour laquelle le système bouclé introduit une correction en vue de maintenir la valeur idéale de la variable contrôlée

3.5.4

variable opérationnelle

variable spécifiée (par exemple couple de charge pour un entraînement asservi en vitesse), autre que celle résultant des conditions de service, pour laquelle le système bouclé introduit une correction en vue de maintenir la valeur idéale de la variable contrôlée

3.5.5

contrôle en boucle ouverte

contrôle qui n'utilise pas la mesure de la variable contrôlée

3.5.6

contrôle en contre-réaction/contrôle en boucle fermée

contrôle dans lequel l'action dépend de la mesure de la variable contrôlée.

3.5.7

excitation

une quelconque excitation d'un système provoquant une réponse

NOTE Des exemples sont donnés en 7.2.2.

3.5.8

perturbation

changement non voulu et le plus fréquemment imprévisible, d'une variable d'entrée autre que la référence

3.5.9

réponse temporelle

variation de la variable de sortie d'un système en fonction du temps, provoquée par une variation spécifiée de l'une des variables d'entrée

3.5.10

réponse indicielle

réponse temporelle d'un système, provoquée par une variation en échelons de l'une des variables d'entrée

NOTE Lorsque la variation de la variable d'entrée est unitaire, la réponse indicielle est appelée réponse indicielle unitaire.

3.6 Essais

3.6.1

essai de type

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

[VEI 151-16-16, modifiée]

3.5.2**controlled variable**

system variable, in open-loop or closed-loop control of PDS

NOTE Some examples of controlled variables are voltage, stator current, frequency, speed, slip and torque

3.5.3**service variable**

specified variable, usually related to ambient conditions (e.g. temperature), for which the feedback control system is to correct in attempting to maintain the ideal value of the controlled variable

3.5.4**operating variable**

specified variable (e.g. load torque for a speed controlled drive), other than those arising from service conditions, for which the feedback control system is to correct in attempting to maintain the ideal value of the controlled variable

3.5.5**open-loop control**

control which does not use the measurement of the controlled variable

3.5.6**feedback control/closed-loop control**

control in which the control action is dependent on the measurement of the controlled variable

3.5.7**stimulus**

any excitation of a system which causes a reaction in response

NOTE Examples are given in 7.2.2

3.5.8**disturbance**

undesired and most frequently unpredictable change in an input variable, other than the reference variable

3.5.9**time response**

the variation in time of an output variable of a system, produced by a specified variation of one of the input variables

3.5.10**step response**

the time response of a system produced by a step-wise variation of one of the input variables

NOTE When the variation of the input variable is equal to one unit, the step response is called the unit step response.

3.6 Tests**3.6.1****type test**

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

[IEV 151-16-16 modified]

3.6.2

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

[VEI 151-16-17, modifiée]

3.6.3

essai (de série) sur prélèvement

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

[VEI 151-16-20]

3.6.4

essai spécial

essai qui vient en supplément de l'essai type et de l'essai individuel. Il est décidé par le fournisseur du système ou par un accord entre le fournisseur du système et le client ou son représentant

[CEI 61800-2, 7.1.4, modifiée]

3.6.5

essai de réception (essai d'acceptation)

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que l'entité répond à certaines conditions de sa spécification

[VEI 151-16-23]

3.6.6

essai de mise en service (essai de recette)

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

[VEI 151-16-24, modifiée]

3.6.7

essai client

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

[CEI 61800-2, 7.1.8]

3.6.8

essai séparé de composants

essai relatif à chaque composant principal constituant l'entraînement (transformateur, moteur, etc.)

3.6.9

essai de l'entraînement

essai de la totalité de l'entraînement de puissance destiné à vérifier la performance totale du système

3.7 Symboles

Le tableau 1 résume l'ensemble des symboles les plus couramment utilisés.

3.6.2**routine test**

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

[IEV 151-16-17 modified]

3.6.3**sampling test**

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

[IEV 151-16-20 modified]

3.6.4**special test**

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

[IEC 61800-2, 7.1.4 modified]

3.6.5**acceptance test**

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

[IEV 151-16-23]

3.6.6**commissioning test**

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

[IEV 151-16-24, modified]

3.6.7**witness test**

any of the above tests performed in the presence of the customer, the user or his representative (IEC 61800-2, 7.1.8)

3.6.8**separate component test**

test on each individual main component which constitutes a PDS (transformer, motor, etc.)

3.6.9**drive system test**

test on total PDS to ascertain total performance of the system

3.7 Symbols

Table 1 summarizes symbols which are the most commonly used.

Tableau 1 – Symboles

Symbole	Unité	Définition	Paramètre
I_{aM}	A	3.1.24	Courant de surcharge
I_{aN}	A	3.1.22	Courant assigné permanent de sortie
I_{aN1}	A	3.1.21	Courant fondamental assigné de sortie
I_d	A	3.3.4	Courant de la boucle à courant continu
I_{LN}	A	3.1.22	Courant assigné alternatif côté réseau de l'entraînement
I_{LN1}	A	3.1.23	Courant fondamental alternatif assigné côté réseau du convertisseur de puissance
I_{VN}	A	3.1.22	Courant assigné d'entrée du convertisseur de puissance
J	kgm ² ou Nms ²		Moment d'inertie
M_d	Nm		Couple d'entrefer (couple électromagnétique)
M_s	Nm		Couple sur l'arbre
N	r/min		Vitesse du moteur
N_0	r/min	3.4.4	Vitesse de base
N_M	r/min	3.4.3	Vitesse maximale de fonctionnement
N_{min}	r/min	3.4.2	Vitesse minimale de fonctionnement
P_{aN1}	W		Puissance assignée en sortie alternative du convertisseur
P_{LN}	W	3.2.1	Puissance assignée d'entrée
P_S	W		Puissance de sortie (sur l'arbre moteur)
R_{SI}		CEI 61800-3 B.2.1.3.6	Rapport de court-circuit $R_{SI}=(S_{SC} \text{ en un oint donné})/S_N$ équipement
S_{aN}	VA		Puissance apparente assignée de sortie
S_{LN}	VA	3.2.2	Puissance apparente assignée d'entrée
TDR_a	%	Voir 3.1.16	Rapport total de distorsion en sortie du convertisseur
TDR_L	%	Voir 3.1.16	Rapport total de distorsion côté réseau (avec interharmoniques)
THD_a	%	Voir 3.1.14	Distorsion harmonique totale en sortie du convertisseur
THD_L	%	Voir 3.1.14	Distorsion harmonique totale côté réseau (sans interharmoniques)
U_{aN}/f_{aN}	V/Hz		Rapport de la tension assignée à la fréquence assignée
U_{aN1}	V	3.1.21	Tension alternative fondamentale assignée côté charge
U_{LN}	V	3.1.20	Tension assignée côté réseau
U_{VN}	V	3.1.20	Tension alternative assignée d'entrée du convertisseur
U_{VN1}	V	3.1.21	Tension alternative fondamentale assignée d'entrée du convertisseur
$\cos \phi_{L1}$		CEI 61800-2	Facteur de déphasage côté réseau
$\cos \phi_{V1}$		CEI 61800-2	Facteur de déphasage en entrée du convertisseur
f_{LN}	Hz		Fréquence assignée côté réseau
η_C	%	3.1.6	Rendement de la conversion de puissance
η_D	%	3.1.5	Rendement de l'entraînement
η_M	%	11.1	Rendement du moteur
η_T	%	11.1	Rendement du transformateur
λ_L		3.2.3	Facteur de puissance total à l'entrée

Table 1 – Symbols

Symbol	Unit	Definition	Parameter
I_{aM}	A	3.1.24	Overload current (overload capability)
I_{aN}	A	3.1.22	Rated continuous output current
I_{aN1}	A	3.1.21	Rated fundamental output current
I_d	A	3.3.4	d.c. link current
I_{LN}	A	3.1.22	Line-side a.c. rated current of the PDS
I_{LN1}	A	3.1.23	Line-side fundamental a.c. rated current of the power converter
I_{VN}	A	3.1.22	Rated input current of the power converter
J	kgm ² or Nms ²		Moment of inertia
M_d	Nm		Air gap torque (electromagnetic torque)
M_s	Nm		Shaft torque
N	r/min		Motor speed
N_0	r/min	3.4.4	Base speed
N_M	r/min	3.4.3	Maximum operating speed
N_{min}	r/min	3.4.2	Minimum operating speed
P_{aN1}	W		Rated converter a.c. output power
P_{LN}	W	3.2.1	Rated input power
P_S	W		Output power (on the shaft of the motor)
R_{SI}		IEC 61800-3 B.2.1.3.6	Short-circuit current ratio $R_{SI} = (I_{SC} \text{ at a given point}) / I_N$ equipment
S_{aN}	VA		Rated converter apparent output power
S_{LN}	VA	3.2.2	Rated input apparent power
TDR_a	%	See 3.1.16	Converter output total distortion ratio
TDR_L	%	See 3.1.16	Line-side total distortion ratio (with interharmonics)
THD_a	%	See 3.1.14	Converter output total harmonic distortion
THD_L	%	See 3.1.14	Line-side total harmonic distortion (without interharmonics)
U_{aN}/f_{aN}	V/Hz		Rated voltage to rated frequency ratio
U_{aN1}	V	3.1.21	Load side fundamental a.c. rated voltage
U_{LN}	V	3.1.20	Rated system voltage
U_{VN}	V	3.1.20	Converter input rated a.c. voltage
U_{VN1}	V	3.1.21	Converter input rated a.c. fundamental voltage
$\cos \phi_{L1}$		IEC 61800-2	Line-side displacement factor
$\cos \phi_{V1}$		IEC 61800-2	Converter input displacement factor
f_{LN}	Hz		Rated line frequency
η_C	%	3.1.6	Efficiency of power conversion
η_D	%	3.1.5	Efficiency of PDS
η_M	%	11.1	Efficiency of the motor
η_T	%	11.1	Efficiency of the transformer
λ_L		3.2.3	Input total power factor

NOTE 1 L'indice «L» indique l'appartenance des paramètres ou des variables au côté réseau (primaire du transformateur).

NOTE 2 L'indice «V» indique l'appartenance des paramètres ou des variables à l'entrée du convertisseur.

NOTE 3 L'indice «d» indique l'appartenance des paramètres ou des variables à la liaison à courant continu.

NOTE 4 L'indice «a» indique l'appartenance des paramètres ou des variables à la sortie du convertisseur.

NOTE 5 L'indice «A» indique l'appartenance des paramètres ou des variables au côté moteur.

NOTE 6 Le deuxième indice «N» indique la correspondance à une condition assignée.

NOTE 7 Le troisième indice «1» repère la composante fondamentale (de rang 1) d'une variable, etc.

4 Aperçu des topologies des entraînements

4.1 Classification des topologies

Les diverses topologies des systèmes d'entraînement peuvent être classées en fonction des critères principaux suivants:

- configuration du convertisseur;
- mode de commutation;
- type du moteur.

Une combinaison quelconque des cas présentés ci-dessous peut être utilisée pour constituer la topologie d'un entraînement. Des exemples de topologies usuelles d'entraînement sont donnés en annexe A.

La classification des convertisseurs s'établit entre les entraînements équipés de convertisseurs indirects ou de convertisseurs directs. Le second critère de classification concerne le mode de commutation qui peut être une commutation à assistance externe ou une commutation autonome.

4.2 Configuration du convertisseur

4.2.1 Convertisseur indirect

La conversion de puissance d'une fréquence constante et d'une tension alternative constante en entrée à une fréquence et une tension alternative variables en sortie est assurée au moyen d'une boucle intermédiaire à courant continu, comme indiqué à la figure 3.

La boucle à courant continu comprend un ou plusieurs dispositifs de filtrage (inductance en série, condensateur en parallèle, ou les deux).

Dans le cas d'une boucle de courant inductive, le convertisseur moteur est appelé onduleur en source de courant (CSI). Dans le cas d'une boucle à courant continu capacitive, il est désigné par onduleur en source de tension (VSI).

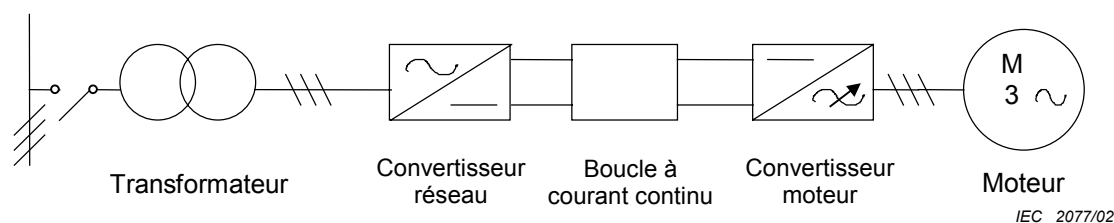


Figure 3 – Structure générale d'un entraînement avec convertisseur indirect

NOTE 1 The index “L” is used for the line side (primary side of transformer) parameters or variables.

NOTE 2 The index “V” is used for the converter input side parameters or variables.

NOTE 3 The index “d” is used for the d.c. link parameters or variables.

NOTE 4 The index “a” is used for the converter output side parameters or variables.

NOTE 5 The index “A” is used for the motor side parameters or variables.

NOTE 6 The second index “N” is used for rated condition.

NOTE 7 The third index “1” is used for the fundamental component of a variable (order 1), etc.

4 Overview of drive system topologies

4.1 Topologies classification

The various drive systems topologies may be classified according to the following main criteria:

- converter configuration;
- commutation mode;
- motor type.

Any combination of the situations below can be used to form a drive system topology. Examples of commonly used drive system topologies are shown in annex A.

The classification of converters is between drive systems with *indirect converters* or *direct converters*. The second criterion for classification is with the commutation mode which may be external commutation or self-commutation.

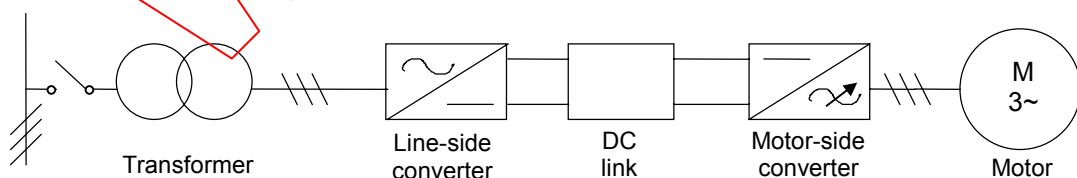
4.2 Converter configuration

4.2.1 Indirect converter

The power conversion from a fixed frequency and voltage a.c. input to a variable frequency and voltage a.c. output is performed with an intermediate d.c. link, as in figure 3.

The d.c. link includes one or more filtering devices (series reactor, parallel capacitor or both).

In the case of an inductive d.c. link, the motor-side converter is named current source inverter (CSI). In the case of a capacitive d.c. link it is named voltage source inverter (VSI).



IEC 2077/02

Figure 3 – General structure of a drive system with an indirect converter

4.2.2 Convertisseur direct

La conversion de puissance d'une fréquence et tension alternative constante en entrée à une fréquence et tension alternative variable en sortie est assurée sans boucle intermédiaire à courant continu, comme indiqué à la figure 4.

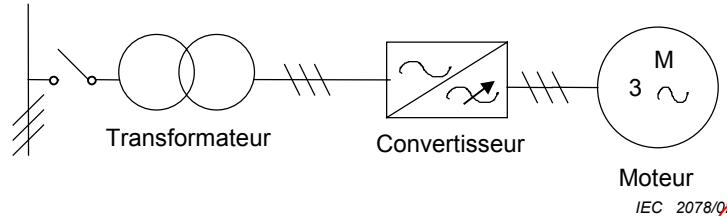


Figure 4 – Structure générale d'un entraînement avec convertisseur direct

Dans les deux figures, le transformateur comporte généralement un enroulement primaire triphasé et un ou plusieurs enroulements secondaires triphasés, en fonction de la nature du convertisseur raccordé. Ce dernier peut comprendre des modules multiples d'indice de pulsation 6, raccordés en série et/ou en parallèle, parfois en commandes successives, dans le but d'améliorer respectivement le résidu harmonique et le facteur de puissance.

4.2.3 Mode de commutation

4.2.3.1 Commutation assistée

La commutation assistée signifie que la commutation est due à une source externe au convertisseur. Ce type de commutation comprend la commutation assistée par le réseau et la commutation assistée par la charge. Dans le cas de convertisseurs indirects, avec un convertisseur moteur à commutation assistée par la charge, on dit qu'il s'agit d'un onduleur à commutation assistée par la charge (LCL).

4.2.3.2 Commutation autonome

La commutation autonome signifie que la commutation est assurée au moyen des composants qui se trouvent à l'intérieur du convertisseur.

4.3 Type de moteur

Les principaux types de moteurs comprennent les moteurs synchrones polyphasés et les moteurs à induction polyphasés. Les configurations les plus courantes dans les deux cas sont à enroulement stator triphasé ou à enroulement stator triphasé multiple. Les moteurs à induction peuvent être répartis en moteurs à induction à cage et en moteurs à induction à rotor bobiné.

La figure 5 montre un exemple de configuration à convertisseur multiple côté réseau, convertisseur moteur à modules, et avec un moteur comprenant deux bobinages stator séparés.

4.2.2 Direct converter

The power conversion from a fixed frequency and voltage a.c. input to a variable frequency and voltage a.c. output is performed without an intermediate d.c. link, as in figure 4.

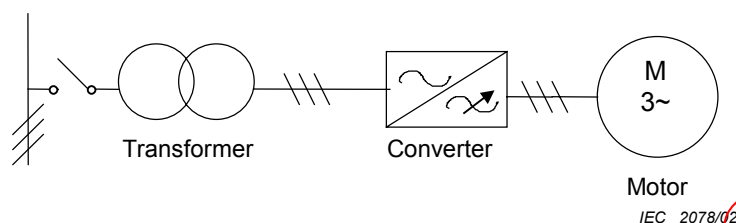


Figure 4 – General structure of a drive system with direct converter

The transformer in both figures usually presents one line-side three-phase winding and one or more secondary three-phase windings, depending on the nature of the connected converter. The latter may consist of multiple six-pulse converter modules, connected in series and/or parallel and sometimes with a sequential control, with the scope to improve the harmonic content and the power factor respectively.

4.2.3 Commutation mode

4.2.3.1 External commutation

External commutation means that commutation is due to a source outside the converter. This kind of commutation includes line commutation and load commutation. In case of indirect converters with a load commutated motor-side converter, this is named load commutated inverter (LCI).

4.2.3.2 Self-commutation

Self-commutation means that commutation is performed by means of components within the converter.

4.3 Motor type

The main motor types include polyphase *synchronous motors* and *induction motors*. The most common configurations of both types are three-phase or multiple three-phase stator winding systems. Induction motors may be subdivided into cage induction motors and wound rotor induction motors.

Figure 5 shows an example of a configuration with multiple line-side and motor-side converter modules and with a motor with two separate stator winding systems.

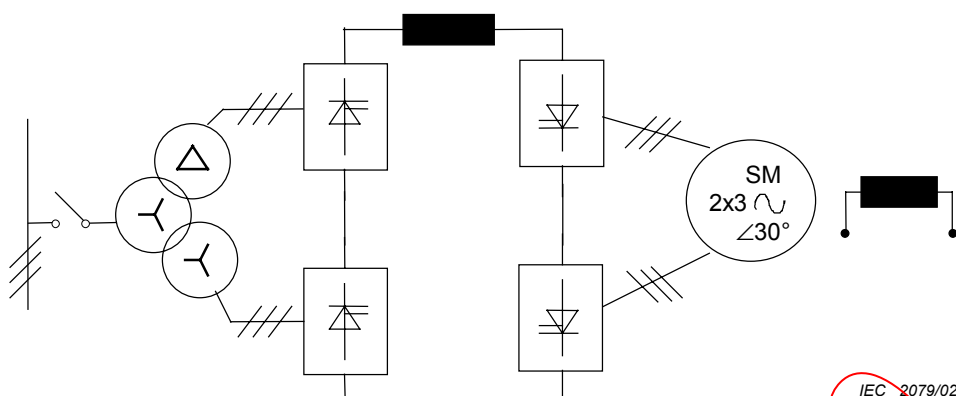


Figure 5 – Exemple de convertisseur à modules multiples et d'enroulements stator séparés

4.4 Couplage direct du moteur et configurations redondantes

Les entraînements peuvent comporter un couplage direct du moteur et/ou des configurations redondantes, afin de répondre à différents objectifs parmi lesquels:

- passage normal d'une source à fréquence variable à l'alimentation à la fréquence du réseau à la fin de la procédure de démarrage;
- commutation d'urgence de la source à fréquence variable à la source réseau à fréquence fixe en cas de défaut du convertisseur, afin de permettre un fonctionnement du système à vitesse constante;
- optimisation de la disponibilité et de la fiabilité du système, en prévoyant des voies de convertisseur multiple agissant en sous-systèmes séparables sélectivement – chacun d'eux permettant le fonctionnement du système en cas de défaillance partielle, parfois à puissance réduite – ainsi, chaque sous-système agit en voie de couplage à fréquence ajustable.

NOTE En cas de topologie avec couplage direct du moteur, il convient de prendre garde aux spécifications assignées du moteur relatives aux conditions de démarrage sans l'aide du convertisseur.

La figure 6 montre un exemple générique de couplage direct du moteur pour un entraînement avec convertisseur indirect: la voie de couplage direct peut comprendre un transformateur d'adaptation des niveaux de tension.

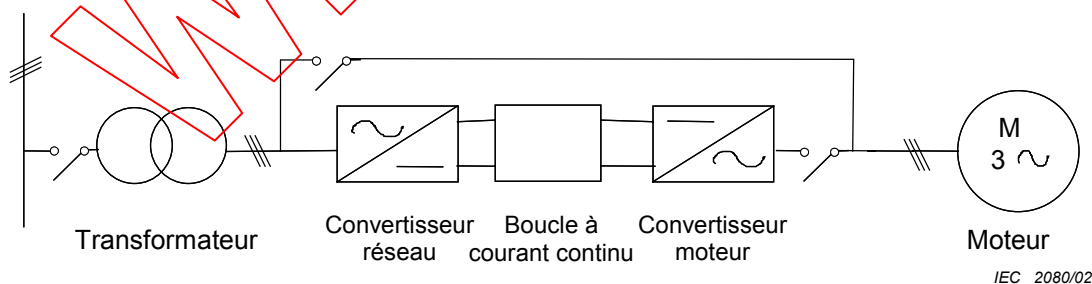


Figure 6 – Configuration générique de couplage direct du moteur pour un système à convertisseur indirect

La figure 7 donne un exemple d'une configuration redondante.

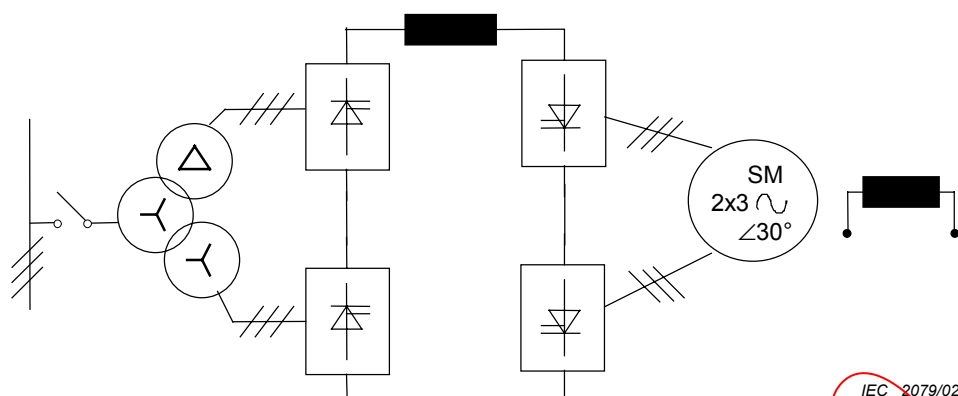


Figure 5 – Example of multiple converter modules and separate stator winding systems motor

4.4 By-pass and redundant configurations

Drive systems may have by-pass and/or redundant configurations to satisfy different aims, among which are the following:

- normal changing from a variable frequency supply to a mains frequency supply at the end of the system starting procedure;
- emergency switching from a variable frequency supply to a mains frequency supply, in case of power converter failures, in such a way as to allow operation of the system at a fixed speed;
- maximum system availability and reliability, obtainable by including multiple power converter channels, acting as selectively separable subsystems – each of them allowing the operation of the system in case of partial failure, sometimes at reduced power, each drive subsystem acting therefore as an adjustable frequency bypass channel.

NOTE In the case of bypass topology, care should be taken regarding the motor rating for the starting conditions without the converter.

Figure 6 shows an example of a bypass configuration for a drive system with indirect conversion: the bypass channel may include a transformer for voltage level matching.

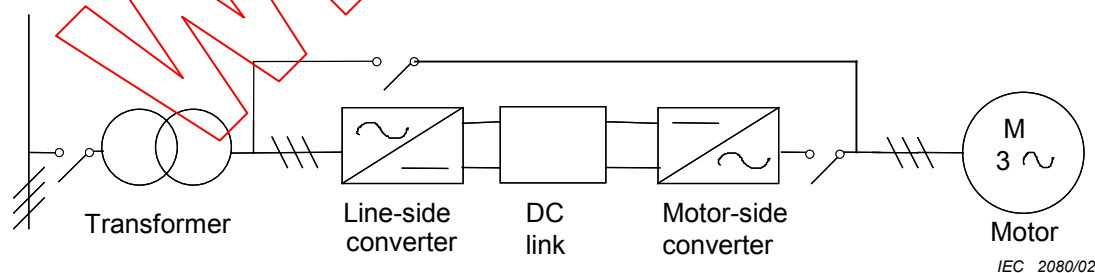


Figure 6 – Bypass configuration for system with indirect converter

An example of a redundant configuration is given in figure 7.

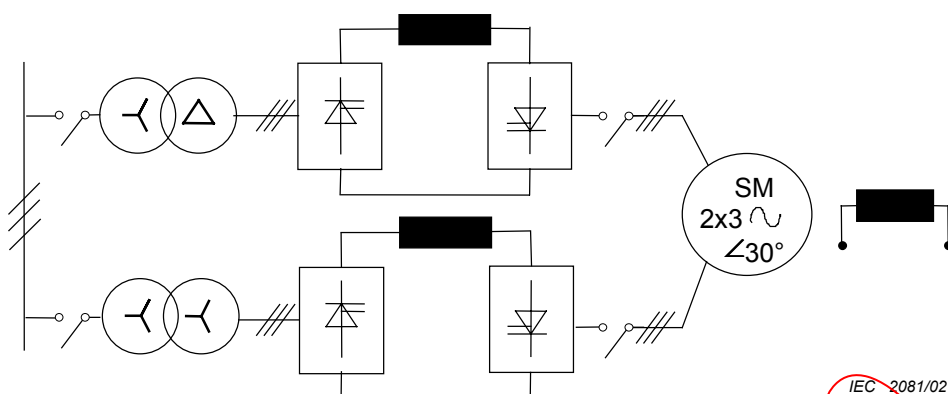


Figure 7 – Onduleur à commutation assistée par la charge (LCI) pour moteur synchrone en configuration partiellement redondante

4.5 Récupération et freinage dynamique

4.5.1 Freinage en récupération

Le couple et la vitesse peuvent, en général, avoir deux sens de telle sorte qu'il y a quatre quadrants de fonctionnement. Si le couple et la vitesse sont de même sens, alors l'énergie va du réseau vers le moteur. Dans le cas contraire, si le couple est opposé au sens de rotation, alors l'énergie va du moteur vers le réseau.

Lorsque l'énergie va du réseau vers le moteur on dit qu'il s'agit du fonctionnement moteur, alors que lorsque l'énergie va du moteur vers le réseau, on dit qu'il y a fonctionnement en récupération.

De nombreuses topologies illustrées en annexe A peuvent assurer le fonctionnement dans les quatre quadrants et donc le freinage en récupération.

4.5.2 Freinage dynamique

Dans le cas du freinage dynamique, l'énergie est dissipée dans une résistance.

A titre d'exemple, la figure 8 montre un entraînement à onduleur en source de tension (VSI) avec une résistance en parallèle sur la boucle à courant continu capacitive; lorsque le courant s'inverse dans la boucle, le hacheur fonctionne en contrôlant la tension du condensateur, permettant de dissiper l'énergie de freinage dans la résistance.

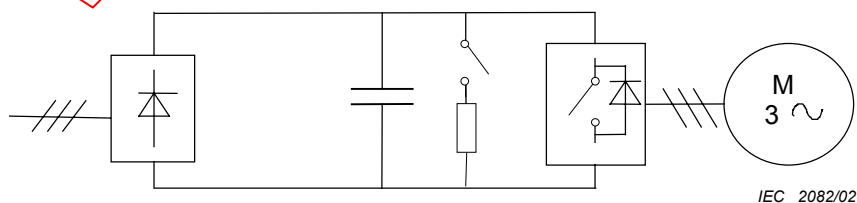


Figure 8 – Exemple de freinage dynamique