

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Adjustable speed electrical power drive systems –
Part 2: General requirements – Rating specifications for adjustable speed
AC power drive systems**

**Entraînements électriques de puissance à vitesse variable –
Partie 2: Exigences générales – Specifications de dimensionnement pour
entraînements électriques de puissance à vitesse variable en courant alternatif**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Adjustable speed electrical power drive systems –
Part 2: General requirements – Rating specifications for adjustable speed
AC power drive systems**

**Entraînements électriques de puissance à vitesse variable –
Partie 2: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour
entraînements électriques de puissance à vitesse variable en courant alternatif**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.30; 29.200

ISBN 978-2-8322-9450-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references	12
3 Terms and definitions	14
4 Guidance for specification of BDM/CDM/PDS and methodologies for compliance	32
4.1 General.....	32
4.2 Methodology for compliance	32
4.2.1 Agreement between <i>customer</i> and <i>manufacturer</i>	32
4.2.2 Methodology to state compliance without <i>customer</i> input.....	33
4.3 Applicable standards.....	38
5 Performance and functionality criteria.....	38
5.1 General.....	38
5.2 <i>BDM/CDM/PDS</i> characteristics and topology	39
5.2.1 General	39
5.2.2 <i>BDM/CDM/PDS</i> characteristics	39
5.2.3 Basic topology for <i>BDM/CDM/PDSs</i>	40
5.2.4 Cooling topology.....	42
5.2.5 Bypass and redundant configurations.....	43
5.3 Ratings	44
5.3.1 General	44
5.3.2 Input ratings	45
5.3.3 Output ratings.....	46
5.3.4 Operating <i>quadrants</i>	48
5.3.5 Ratings and functionality of the control equipment	49
5.3.6 Special ratings related to <i>BDM/CDM/PDS</i> or <i>motor</i>	49
5.4 Performance	59
5.4.1 Operational.....	59
5.4.2 Fault supervision	68
5.4.3 Minimum status indication required.....	70
5.4.4 I/O devices	70
5.5 General safety	72
5.6 Functional safety	72
5.7 EMC	72
5.8 Ecodesign.....	72
5.8.1 General	72
5.8.2 Energy <i>efficiency</i> and power losses	73
5.8.3 Environmental impact	73
5.9 Environmental condition for service, transport and storage	73
5.9.1 General	73
5.9.2 Operation	73
5.9.3 Storage and transport of equipment.....	78
5.9.4 Mechanical conditions	78
5.9.5 Specific storage hazards	79
5.9.6 Environmental service tests (<i>type test</i>)	80
5.10 Types of load duty profiles	80

5.11	Generic interface and use of profiles for <i>PDS</i>	81
5.12	Voltage on <i>power interface</i>	82
5.13	Driven equipment interface	83
5.13.1	Critical speeds.....	83
5.13.2	Torsion analysis	83
5.14	Explosive environment.....	84
5.15	Earthing requirements.....	84
6	Test.....	85
6.1	General.....	85
6.2	Items of individual <i>PDS</i> component tests	85
6.3	Overview of standards and tests for <i>PDS</i> components	85
6.4	Performance of tests.....	85
6.5	Standard tests for <i>BDM/CDM/PDS</i>	86
6.5.1	General	86
6.5.2	Current source <i>converter zero power factor</i> test	86
6.6	Test specifications	86
6.6.1	Visual inspections (<i>type test, sample test and routine test</i>)	86
6.6.2	Supply system earthing conditions.....	86
6.6.3	Static performance and rating test	87
6.6.4	Electrical safety	94
6.6.5	Functional safety	94
6.6.6	EMC	94
6.6.7	Ecodesign.....	95
6.6.8	Environmental condition tests	95
6.6.9	Communication profiles	97
6.6.10	Explosive atmosphere environment	97
7	Information and marking requirements.....	97
7.1	General.....	97
7.2	Marking on product.....	97
7.3	Information to be supplied with the <i>PDS</i> or <i>BDM/CDM</i>	98
7.4	Information to be supplied or made available	98
7.5	Safety and warning	98
7.5.1	Safety and warning labels.....	98
7.5.2	Additional safety considerations of a <i>PDS</i>	99
Annex A	(informative) Classification of <i>PDS</i> into low-voltage system and high-voltage system.....	100
A.1	General.....	100
A.2	Classification of <i>PDS</i> by voltage	100
A.3	Examples.....	101
A.3.1	<i>PDS</i> with a supply transformer.....	101
A.3.2	<i>PDS</i> with an <i>active infeed converter</i>	101
A.3.3	<i>PDS</i> with an output transformer	102
A.3.4	<i>PDS</i> with a common <i>DC link</i>	103
A.3.5	<i>PDS</i> with a step-up chopper	104
A.3.6	<i>PDS</i> with parallel-connected line-side <i>converters</i>	104
A.3.7	<i>PDS</i> with series-connected line-side <i>converters</i>	105
A.3.8	<i>PDS</i> with star-connected <i>inverters</i>	106
A.3.9	<i>PDS</i> with a multilevel <i>inverter</i>	107
A.3.10	Multiple <i>PDSs</i> with a common supply transformer.....	109

Annex B (informative) Determination of the <i>input current</i> of <i>BDM/CDM/PDS</i>	111
Bibliography	113
Figure 1 – <i>BDM/CDM/PDS manufacturer/customer</i> relationship	18
Figure 2 – Operating quadrants	20
Figure 3 – Example of a <i>power drive system</i>	26
Figure 4 – Typical <i>BDM/CDM/PDS</i>	40
Figure 5 – Common <i>DC link</i> <i>BDM/CDM/PDS</i>	41
Figure 6 – <i>BDM/CDM/PDS</i> with brake	42
Figure 7 – <i>BDM/CDM/PDS</i> with AIC	42
Figure 8 – Bypass configuration for system with indirect <i>converter</i>	44
Figure 9 – Load commutation <i>inverters</i> LCI-synchronous <i>motor</i> in a partly redundant configuration	44
Figure 10 – Example of operating region of a <i>PDS</i>	47
Figure 11 – Overload cycle example	48
Figure 12 – Insulation stressing types	56
Figure 13 – Definition of the transient voltage at the terminals of the <i>motor</i>	57
Figure 14 – Admissible pulse voltage (including voltage reflection and damping) at the <i>motor</i> terminals as a function of the peak rise time t_a	57
Figure 15 – Deviation band	60
Figure 16 – Time response following a step change of reference input – No change in operating variables	63
Figure 17 – Time response following a change in an operating variable – No reference change	64
Figure 18 – Time response following a reference change at specified rate	64
Figure 19 – Frequency response of the control – Reference value as <i>stimulus</i>	66
Figure 20 – Example of relationship of IEC 61800-7 (all parts) to control system software and the <i>BDM/CDM/PDS</i>	82
Figure 21 – Example of protective earthing and interconnection of main components	84
Figure 22 – Measuring circuit of <i>PDS</i>	88
Figure A.1 – Basic configuration of <i>PDS</i>	100
Figure A.2 – Example of <i>low-voltage PDS</i> with a supply transformer	101
Figure A.3 – Example of <i>low-voltage PDS</i> with an <i>active infeed converter</i>	102
Figure A.4 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with an <i>active infeed converter</i>	102
Figure A.5 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with an output transformer	102
Figure A.6 – Example of <i>low-voltage PDS</i> with a common <i>DC link</i>	103
Figure A.7 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with a common <i>DC link</i>	104
Figure A.8 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with a step-up chopper	104
Figure A.9 – Example of <i>low-voltage PDS</i> with parallel-connected <i>rectifiers</i>	105
Figure A.10 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with parallel-connected line-side <i>converters</i>	105
Figure A.11 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with series-connected <i>rectifiers</i>	106
Figure A.12 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with series-connected <i>rectifiers</i>	106
Figure A.13 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with star-connected <i>inverters</i>	107
Figure A.14 – Example of <i>high-voltage PDS</i> with a multilevel <i>inverter</i>	108

Figure A.15 – Example of a power module	108
Figure A.16 – Example of multiple <i>low-voltage/high-voltage PDSs</i> with a common supply transformer	110
Figure B.1 – Example of distortion effect of the <i>input current</i> affected by a three-phase <i>converter</i> with capacitive load	111
Table 1 – List of general terms.....	14
Table 2 – List of input ratings of <i>BDM/CDM/PDS</i>	15
Table 3 – List of output ratings of <i>BDM/CDM/PDS</i>	15
Table 4 – List of <i>motor speed</i> and <i>torque</i> ratings	16
Table 5 – Basic classification of PDS by voltage	21
Table 6 – Selection of equipment rating, performance, functionality by responsible parties with corresponding test specification	34
Table 7 – Overview of input and output ratings of the <i>BDM/CDM/PDS</i>	45
Table 8 – Example of reduced maximum continuous load as a function of an overload	48
Table 9 – Limiting parts and typical voltage stress capability of the <i>motor</i> insulation system.....	58
Table 10 – Maximum deviation bands (percent)	61
Table 11 – PDS protection functions	69
Table 12 – Environmental service conditions	74
Table 13 – Definitions of pollution degree	75
Table 14 – Environmental vibration limits for fixed <i>installation</i>	75
Table 15 – <i>Installation</i> vibration limits	76
Table 16 – Environmental shock limits for fixed <i>installation</i>	76
Table 17 – Storage and transport limits.....	78
Table 18 – Transportation vibration limits.....	79
Table 19 – Transportation limits of free fall	79
Table 20 – Environmental service tests.....	80
Table 21 – Shock test	96
Table A.1 – Basic classification of PDS by voltage.....	101

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 2: General requirements – Rating specifications for adjustable speed AC power drive systems

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61800-2 has been prepared by subcommittee 22G: Adjustable speed electric power drive systems (PDS), of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2015. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the requirements from IEC 61800-4 for high-voltage PDS are now merged with requirements from IEC 61800-2:2015, and IEC 61800-4:2002 will be withdrawn upon release of this document;
- b) Clause 1 has been updated to introduce the new concept of Clause 4;

- c) terms and definitions in Table 1 to Table 4 have been classified in logical order; classification in low voltage and high voltage has been considered in Table 5, and Figure 3 clarifies boundaries within *BDM/CDM/PDS*.
- d) Clause 4 is new and creates the methods for evaluating a product to this document;
- e) Clause 5 has been updated with respect to:
 - 1) specific content for high-voltage *BDM/CDM/PDS*;
 - 2) description of the basic topology for *BDM/CDM/PDS* (5.2);
 - 3) ratings and performance (5.3 and 5.4);
 - 4) reference to applicable standards within the IEC 61800 series with respect to EMC (IEC 61800-3), electrical safety (IEC 61800-5-1), functional safety (IEC 61800-5-2), load duty aspects (IEC TR 61800-6), communication profiles (IEC 61800-7 series), *power interface* voltage (IEC TS 61800-8), and ecodesign (IEC 61800-9 series) to avoid conflicting requirements (5.5, 5.6, 5.7, 5.10, 5.11, 5.12);
 - 5) update of requirement for ecodesign (5.8);
 - 6) update of requirement for environmental evaluation (5.9);
 - 7) implementation of requirement for explosive atmosphere (5.14);
- f) Clause 6 has been updated with test requirement in order to provide a clear link between design requirement and test requirement;
- g) Clause 7 has been updated to harmonize the marking and documentation requirement within IEC 61800 (all parts);
- h) existing Annex A and Annex B have been updated to include specific detail pertaining to *high voltage BDM/CDM/PDS*.

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

FDIS	Report on voting
22G/432/FDIS	22G/435/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 2.

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

In this document, the terms in *italics* are defined in Clause 3.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

INTRODUCTION

0.1 General

This document is part of the IEC 61800 series specifying requirements for adjustable *speed electrical power drive systems (PDS)*. Since the publication of the second edition of IEC 61800-2, several documents of the IEC 61800 series have been developed and maintained, which has resulted in outdated references and conflicting requirements across the IEC 61800 series.

This document contains general requirements for *PDSs* intended to feed AC *motors* and with rated *converter* input voltages (line-to-line voltage) up to 35 000 V AC.

PDSs intended to feed DC *motors* are covered by IEC 61800-1.

0.2 Consistency of requirement

This document specifies requirements for *PDSs* under its scope for the identified topics not covered by any other of the standards in the IEC 61800 series.

The following requirements are covered by other standards in the IEC 61800 series:

- DC *PDS* requirements are covered by IEC 61800-1;
- EMC requirements are covered by IEC 61800-3;
- general safety requirements are covered by IEC 61800-5-1;
- functional safety requirements are covered by IEC 61800-5-2;
- type of load duty guidance is covered by IEC TR 61800-6;
- interface and use of profiles requirements are covered by IEC 61800-7 (all parts);
- *power interface* voltage specification is covered by IEC TS 61800-8;
- ecodesign energy *efficiency* requirements of drive system are covered by IEC 61800-9 (all parts).

Generally, this document provides a basic description of topics and refers to the relevant standard for specific requirement. This is done in order to ensure consistency, to avoid conflicting requirement within IEC 61800 (all parts) and to optimize future maintenance of the documents.

As part of the work inside SC 22G MT9, this document defines basic definitions used across the IEC 61800 series. For issues related to *active infeed converters*, IEC TS 62578 has been considered.

As a result of the development of the IEC 61800 series of standards, the need to reference documents outside the series has decreased and especially the need to reference the IEC 60146 (all parts) has decreased dramatically.

0.3 Tool for agreement between *customer* and *manufacturer*

This document provides a non-exhaustive list of requirements to aid in the development of a functional specification between responsible parties. Each topic should be individually specified by the *responsible party(ies)* as a compliance requirement where appropriate for the intended application. When the *manufacturer* is the only *responsible party*, for any reason, the *manufacturer* may choose to select the specific sections of this document which are relevant for the intended application.

BDM/CDM/PDS may be built into a final installation or imbedded into an extended product as a component. The following are example applications: lift and hoist, machinery, conveyor, switchgears, heating and ventilation, pump, wind, tidal and marine propulsion applications.

In every application, an identification of the environmental conditions under which the product is stored, transported and operated is essential for the proper specification of the *BDM/CDM/PDS*. The environmental conditions considered should include at least those defined in IEC 60721 (all parts) and EMC.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 2: General requirements – Rating specifications for adjustable speed AC power drive systems

1 Scope

This part of IEC 61800 applies to adjustable *speed* electric AC *power drive systems*, which include semiconductor power conversion and the means for their control, protection, monitoring, measurement and the AC *motors*.

It applies to adjustable *speed* electric *power drive systems* intended to feed AC *motors* from a *BDM* or *CDM* connected to line-to-line voltages up to and including 35 kV AC 50 Hz or 60 Hz and/or voltages up to and including 1,5 kV DC input side.

NOTE Adjustable *speed* electric DC *power drive systems* intended to feed DC *motors* are covered by IEC 61800-1.

This documents defines and describes a non-exhaustive list of criteria for the selection of *BDM/CDM/PDS* performance and functional attributes. This list is reviewed by the responsible parties to determine considerations for the design of device(s), equipment or system(s) with related testing specification. It also suggests a selection of performance and functional attributes for driven equipment and extended products. The performance and functional attributes focus on the following categories:

- principal parts topology and classification of the *PDS*;
- ratings, performance and functionality;
- specifications for the environment in which the *PDS* is intended to be installed and operated;
- other specifications which might be applicable when specifying a complete *PDS*.

Traction applications and electric vehicles are excluded from the scope of this document.

This document provides a non-exhaustive list from which minimum requirements can be used for the development of a specification between *customer* and *manufacturer* based on the application requirements. This same non-exhaustive list can be used by a *manufacturer* to determine the minimum requirements for a commoditised *BDM/CDM/PDS* without *customer* interaction based on the specified application of that *BDM/CDM/PDS*.

For some aspects which are covered by specific *PDS* product standards in the IEC 61800 series, this document provides a short introduction and reference to detailed requirements in these product standards.

This applies to the following aspects:

- EMC requirements are covered by IEC 61800-3;
- general safety requirements are covered by IEC 61800-5-1;
- functional safety requirements are covered by IEC 61800-5-2;
- type of load duty guidance is covered by IEC TR 61800-6;
- interface and use of profiles requirements are covered by IEC 61800-7 (all parts);
- power interface voltage specification is covered by IEC TS 61800-8;

- ecodesign energy efficiency requirements of drive system are covered by IEC 61800-9 (all parts).

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-112, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 112: Quantities and units* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-113:2011, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 113: Physics for electrotechnology* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-114, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 114: Electrochemistry* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-192, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 191: Dependability* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-442, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-551, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics* (available at www.electropedia.org)

IEC 60050-601, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General* (available at www.electropedia.org)

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60076 (all parts), *Power transformers*

IEC 60076-11, *Power transformers – Part 11: Dry-type transformers*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60146-1-1, *Semiconductor convertors – General requirement and line commutated convertors – Part 1-1: Specification of basic requirements*

IEC TR 60146-1-2, *Semiconductor convertors – General requirement and line commutated convertors – Part 1-2: Application guidelines*

IEC 60721-3-0, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Introduction*

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*

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

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

IEC 60721-3-4:1995, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weather protected locations*

IEC 60721-3-4:1995/AMD1:1996

IEC 61800-3, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods*

IEC 61800-5-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy*

IEC 61800-5-2:2016, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-2: Safety requirements – Functional*

IEC TR 61800-6, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 6: Guide for determination of types of load duty and corresponding current ratings*

IEC 61800-7 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7: Generic interface and use of profiles for power drive systems*

IEC 61800-7-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 7-1: Generic interface and use of profiles for power drive systems – Interface definition*

IEC TS 61800-8, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 8: Specification of voltage on the power interface*

IEC 61800-9-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 9-1: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications – General requirements for setting energy efficiency standards for power driven equipment using the extended product approach (EPA) and semi analytic model (SAM)*

IEC 61800-9-2, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 9-2: Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications – Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters*

IEC TS 62578:2015, *Power electronics systems and equipment – Operation conditions and characteristics of active infeed converter (AIC) applications including design recommendations for their emission values below 150 kHz*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-112, IEC 60050-113, IEC 60050-114, IEC 60050-151, IEC 60050-161, IEC 60050-191, IEC 60050-441, IEC 60050-442, IEC 60050-551, IEC 60050-601, IEC 60146-1-1, IEC TR 60146-1-2, and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

Index

Table 1 – List of general terms

3.4	basic drive module (BDM)	3.2	mains supply	3.96	type test
3.6	complete drive module (CDM)	3.51	port for process measurement and control	3.84	routine test
3.29	inverter	3.54	power interface	3.85	sample test
3.7	converter, <of the BDM>	3.88	signal interface	3.1	acceptance test
3.80	rectifier <of the BDM>	3.56	product packaging	3.97	witness test
3.10	DC link	3.86	shipping packaging	3.5	commissioning test
3.3	active infeed converter (AIC)	3.81	regeneration	3.89	special test
3.52	power drive system (PDS)			3.82	resolution
3.30	low-voltage BDM/CMD/PDS <for AC motor>	3.53	power factor (λ)	3.83	responsible party
3.16	high-voltage BDM/CMD/PDS <for AC motor>	3.94	total harmonic distortion (THD)	3.8	customer, <of the BDM/CDM/PDS>
3.28	integrated PDS	3.87	short circuit ratio (R_{SC})	3.14	end user
3.36	motor electric motor	3.12	efficiency <of the CDM>	3.31	manufacturer, <of the BDM/CDM/PDS>
3.27	installation	3.13	efficiency <of the PDS>	3.37	original equipment manufacturer (OEM)
3.50	port	3.46	output overload capability	3.92	system integrator
3.55	power port	3.91	stimulus		

NOTE This document contains the fundamental definitions used across IEC 61800 (all parts) in a way that they can be used in future revisions of all IEC 61800 standards.

Table 2 – List of input ratings of *BDM/CDM/PDS*

3.21	input current <BDM> (I_v)	3.66	rated input voltage <CDM/PDS> (U_{LN})	3.58	rated input active power <CDM/PDS> (P_{LN})
3.61	rated input current <BDM> (I_{vN})	3.17	input active power <BDM> (P_v)	3.60	rated input apparent power <CDM/PDS> (S_{LN})
3.22	input current <CDM/PDS> (I_L)	3.19	input apparent power <BDM> (S_v)	3.23	input frequency <BDM> (f_v)
3.62	rated input current <CDM/PDS> (I_{LN})	3.18	input active power <CDM/PDS> (P_L)	3.63	rated input frequency <BDM> (f_{vN})
3.25	input voltage <BDM> (U_v)	3.20	input apparent power <CDM/PDS> (S_L)	3.24	input frequency <CDM/PDS> (f_L)
3.65	rated input voltage <BDM> (U_{vN})	3.57	rated input active power <BDM> (P_{vN})	3.64	rated input frequency <CDM/PDS> (f_{LN})
3.26	input voltage <CDM/PDS> (U_L)	3.59	rated input apparent power <BDM> (S_{vN})		

NOTE Subscripts follow the concept of IEC 60146-1-1.

Table 3 – List of output ratings of *BDM/CDM/PDS*

3.42	output current <BDM> (I_a)	3.38	Output active power <BDM> (P_a)	3.41	output apparent power <CDM> (S_a)
3.71	rated output current <BDM> (I_{aN})	3.67	rated output active power <BDM> (P_{aN})	3.70	rated output apparent power <CDM> (S_{AN})
3.43	output current <CDM> (I_A)	3.39	output active power <CDM> (P_A)	3.44	output frequency <BDM> (f_a)
3.72	rated output current <CDM> (I_{AN})	3.68	rated output active power <CDM> (P_{AN})	3.73	rated output frequency <BDM> (f_{aN})
3.48	output voltage <BDM> (U_{a1})	3.47	output power <PDS> (P_s)	3.45	output frequency <CDM> (f_A)
3.76	rated output voltage <BDM> (U_{aN1})	3.75	rated output power <PDS> (P_{sN})	3.74	rated output frequency <CDM> (f_{AN})
3.49	output voltage <CDM> (U_{A1})	3.40	output apparent power <BDM> (S_a)	3.46	output overload capability
3.77	rated output voltage <CDM> (U_{AN1})	3.69	rated output apparent power <BDM> (S_{aN})		

NOTE Subscripts follow the concept of IEC 60146-1-1

Table 4 – List of *motor speed and torque ratings*

3.95	two quadrant operation ^b	3.35	minimum speed <of a motor> (N_{Min})	3.93	torque <of a motor> (M)
3.15	four quadrant operation ^b	3.34	minimum rated speed <of a motor> (N_{NMin})	3.79	rated torque <of a motor> (M_N)
3.90	speed <of a motor> (N)	3.32	maximum rated safe speed <of a motor> (N_{SNMax})	3.9	DC braking
3.78	rated speed <of a motor> (N_N)	3.33	maximum rated speed <of a motor> (N_{NMax})	3.11	dynamic braking

NOTE 1 Subscripts follow the concept of IEC 60146-1-1.

NOTE 2 See also Figure 10, 5.3.3.2.

3.1

acceptance test

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

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modified – The word "item" has been replaced by the word "device".]

3.2

mains supply

low or high-voltage power distribution system for supplying power to a *BDM/CDM/PDS*

SEE Figure 3.

3.3

active infeed converter

AIC

self-commutated power electronic *converter* which can convert electric power in both directions and which can control the reactive power or the *power factor*

Note 1 to entry: An active infeed *converter* can be of any technology, topology, voltage and size containing either current or voltage source DC side which work in generation and regeneration.

Note 2 to entry: Some of them can additionally control the harmonics to reduce the distortion of an applied voltage or current.

Note 3 to entry: Basic topologies may be realized as a Voltage Source *Converter* (VSC) or a Current Source *Converter* (CSC).

Note 4 to entry: In IEC 60050-551, these terms (VSC and CSC) are defined as voltage stiff AC / DC *converter* [551-12-03] and current stiff AC / DC *converter* [551-12-04]. Most of the AICs are bi-directional *converters* and have sources on the DC side

Note 5 to entry: In some literature *active infeed converters* are also known as active front end (AFE) *converters*.

[SOURCE: IEC TS 62578:2015, 3.5, modified – Some words in the definition have been moved to Note 1 to entry.]

3.4

basic drive module

BDM

electronic power *converter* and related control, connected between an electric supply and a *motor*

SEE Figure 3.

Note 1 to entry: The BDM is capable of transmitting power from the electric supply to the *motor* and may be capable of transmitting power from the *motor* to the electric supply.

Note 2 to entry: The BDM controls some or all of the following aspects of power transmitted to the *motor* and *motor* output: current, frequency, voltage, speed, torque, force.

3.5

commissioning test

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-06, modified – The word "machine" has been replaced by "device".]

3.6

complete drive module

CDM

drive module consisting of, but not limited to, the *BDM* and extensions such as protection devices, transformers and auxiliaries, but excluding the *motor* and the sensors which are mechanically coupled to the *motor* shaft

SEE Figure 3.

3.7

converter

<of the *BDM*> unit which changes the form of electrical power supplied from the *mains supply* to the form required by the *motor(s)* by changing one or more of the following; voltage, current and/or frequency

SEE Figure 3.

Note 1 to entry: The *converter* comprises electronic commutating devices and their associated commutation circuits. It is controlled by transistors or thyristors or any other power switching semiconductor devices.

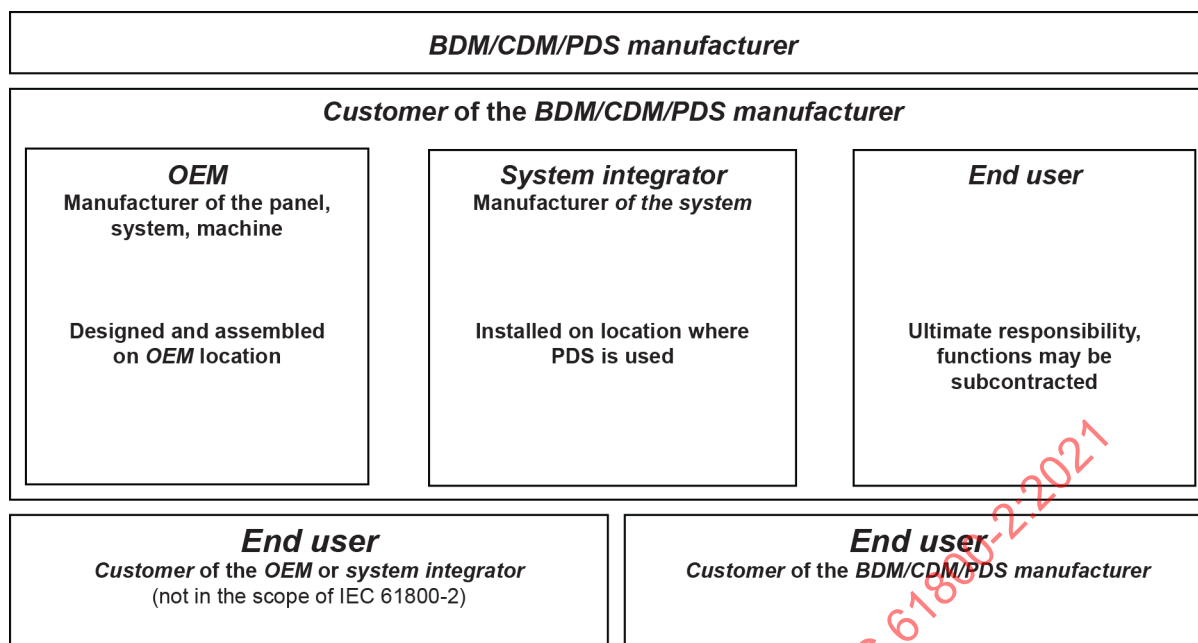
Note 2 to entry: The *converter* can be line-commutated or self-commutated and can consist for example of one or more *rectifiers*.

3.8

customer

<of the *BDM/CDM/PDS*> *original equipment manufacturer (OEM)*, *system integrator* or *end user* specifying and purchasing a *BDM/CDM/PDS* from the *BDM/CDM/PDS manufacturer*

See Figure 1.



IEC

Figure 1 – BDM/CDM/PDS manufacturer/customer relationship

3.9

DC braking

process of converting the rotational energy of the load to electrical energy dissipated in the rotor by injection of DC current into the stator

3.10

DC link

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

See Figure 3.

3.11

dynamic braking

method used to transfer energy generated when the load controlled by a PDS is slowed or stopped

Note 1 to entry: *Dynamic braking* includes resistive braking, regenerative braking, etc.

3.12

efficiency

<of the CDM> ratio of the total electrical power at the CDM power interface of the motor terminals to the total power at the mains supply port

Note 1 to entry: See feeding line in Figure 3.

Note 2 to entry: *Efficiency* is usually expressed as a percentage.

Note 3 to entry: IEC 61800-9-1 and IEC 61800-9-2 define power losses of the CDM and PDS. This document will change in the next edition to consider only power losses for the BDM/CDM/PDS, not efficiency. IEC 61800-9-1 and IEC 61800-9-2 should be used for power losses consideration of CDM/PDS. Because the BDM is a portion of the CDM, it is correct to calculate power losses for the BDM as well.

3.13

efficiency

<of the PDS> ratio of the mechanical power at the motor shaft to the total electrical power at the mains supply port

Note 1 to entry: See feeding line in Figure 3.

Note 2 to entry: *Efficiency* is usually expressed as a percentage.

Note 3 to entry: IEC 61800-9-1 and IEC 61800-9-2 define power losses of the *CDM* and *PDS*. This standard will change in the next edition to consider only power losses for the *BDM/CDM/PDS*, not efficiency. IEC 61800-9-1 and IEC 61800-9-2 should be used for power losses consideration of *CDM/PDS*. Because the *BDM* is a portion of the *CDM*, it is correct to calculate power losses for the *BDM* as well.

3.14

end user

entity who has ultimate responsibility for the *installation*, operation and maintenance of the *PDS*

SEE Figure 1.

3.15

four quadrant operation

converter operation of a machine as a *motor* or a generator in either direction of machine rotation

See Figure 2.

Note 1 to entry: *Four quadrant operation* involves operation in quadrants I, II, III and IV as shown in Figure 2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

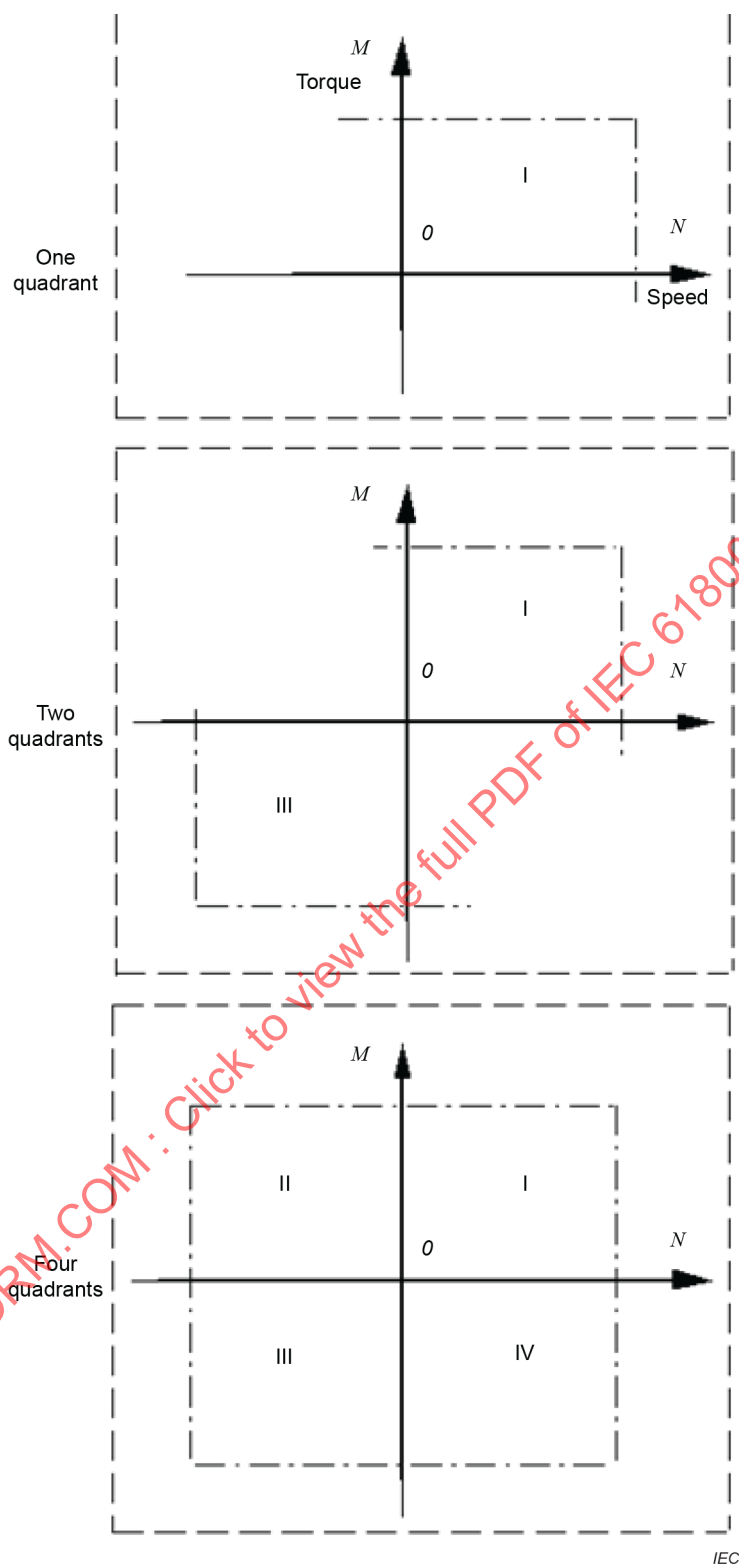


Figure 2 – Operating quadrants

3.16

high-voltage BDM/CDM/PDS

<for AC motor> basic drive module/complete drive module/power drive system having a port voltage above 1 kV AC 50 Hz or 60 Hz or above 1,5 kV DC

Note 1 to entry: "Port" generically applies to both input and output, and the scope of this document addresses only the range of voltages at the input port.

Note 2 to entry: See Table 5 for explanation.

Note 3 to entry: For *PDS* having series-connected *converter* sections, a sum of the series-connected *input voltages* is used as the equivalent *input voltage* of the *converter* sections (see Annex A).

Note 4 to entry: In the United States, the voltage range of the scope of this document is considered medium voltage.

Note 5 to entry: The term "high voltage" is abbreviated HV.

Table 5 – Basic classification of PDS by voltage

BDM/CDM voltage ratings		Classification of <i>PDS</i> by voltage
Input U_{VN}/U_{LN}	Output U_{aN1}/U_{AN1}	
Low-voltage	Low-voltage	Low-voltage
Low-voltage	High-voltage	High-voltage
High-voltage	Low-voltage	High-voltage
High-voltage	High-voltage	High-voltage

3.17

input active power

P_V

<*BDM*> power determined by the fundamental components of voltage and current at the supply terminals of the *BDM*

3.18

input active power

P_L

<*CDM/PDS*> power determined by the fundamental components of voltage and current at the supply terminals of the *CDM/PDS*

3.19

input apparent power

S_V

<*BDM*> power determined by the RMS values of voltage and current at the supply terminals of the *BDM*

3.20

input apparent power

S_L

<*CDM/PDS*> power determined by the RMS values of voltage and current at the supply terminals of *CDM/PDS*

3.21

input current

I_V

<*BDM*> RMS value of current at the supply terminals of the *BDM*

3.22

input current

I_L

<*CDM/PDS*> RMS value of current at the supply terminals of the *CDM/PDS*

3.23 input frequency

f_v

<BDM> frequency of the power input to the *BDM*

3.24 input frequency

f_L

<CDM/PDS> frequency of the power input to the *CDM/PDS*

3.25 input voltage

U_v

<BDM> RMS input line-to-line voltage at the supply terminals of the *BDM*

3.26 input voltage

U_L

<CDM/PDS> RMS input line-to-line voltage at the supply terminals of the *CDM/PDS*

3.27 installation

apparatus or a set of devices and/or apparatuses associated in a given location to fulfil specified purposes, including all means for their satisfactory operation

See Figure 3.

Note 1 to entry: The words "act of installing" are used in this document to denote the process of installing a *PDS*.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-11-26, modified – The reference to Figure 3 has been added, as well as Note 1 to entry.]

3.28 integrated PDS

power drive system where *motor* and *BDM/CDM* are combined into a single unit

3.29 inverter

electric energy *converter* that changes direct electric current to single-phase or polyphase alternating currents

See Figure 3.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-46]

3.30 low-voltage BDM/CDM/PDS

<for AC *motor*> *basic drive module/complete drive module/power drive system* having a port voltage less than or equal to 1 kV AC 50 Hz or 60 Hz or 1,5 kV DC

Note 1 to entry: For *PDS* having series-connected *converter* sections, a sum of the series-connected *input voltages* is used as the equivalent *input voltage* of the *converter* sections (see Annex A).

Note 2 to entry: The term "low-voltage" is abbreviated LV.

3.31 manufacturer

<of the *BDM/CDM/PDS*> entity which designs and builds all or part of a *BDM/CDM/PDS*

SEE Figure 1.

3.32

maximum rated safe speed

N_{SNMax}

<of a *motor*> maximum *speed* at which the *motor* may be operated continuously

Note 1 to entry: Operation above the *maximum rated safe speed* could lead to a hazard.

Note 2 to entry: See also Figure 10 and 5.3.3.2.

3.33

maximum rated speed

N_{NMax}

<of a *motor*> maximum *speed* specified by the *PDS manufacturer*

Note 1 to entry: This might include operation in the field weakening mode, at a *speed* higher than the *rated speed*, but with torque lower than *rated torque* (constant power region).

Note 2 to entry: When operating a *motor* at speeds above *rated speed*, the mechanical stress increases and the expected lifetime of the bearings may be reduced. Fine balance of the *motor* as well as service of the *motor* should be considered. See also IEC 60034-1.

Note 3 to entry: See also Figure 10 and 5.3.3.2.

3.34

minimum rated speed

N_{NMin}

<of a *motor*> minimum allowed *speed* at which the *motor* is able to continuously deliver *rated torque*, without overheating the *motor*

Note 1 to entry: See also Figure 10 and 5.3.3.2.

3.35

minimum speed

N_{Min}

<of a *motor*> minimum allowed *speed* of the *motor* at which the *motor* is able to continuously deliver *torque*, without overheating the *motor*

Note 1 to entry: See also Figure 10 and 5.3.3.2.

Note 2 to entry: Operating at minimum *speed* may also include operation with reduced *torque*.

3.36

motor

electric motor

electric machine intended to transform electric energy into mechanical energy

SEE Figure 3.

Note 1 to entry: For the purposes of this document, the *motor* includes all sensors which are mounted on it and which are relevant for supporting the operating mode and interacting with a *CDM*.

3.37

original equipment manufacturer

OEM

entity which designs and manufactures series of machines, panels or systems incorporating one or more *PDSs*

SEE Figure 1.

3.38

output active power

P_a

<BDM> power determined by the fundamental components of voltage and current at the *motor* side of the *BDM*

3.39

output active power

P_A

<CDM> power determined by the fundamental components of voltage and current at the *motor* side of the *CDM*

3.40

output apparent power

S_a

<BDM> power determined by the RMS values of voltage and current at the *motor* side of the *BDM*

3.41

output apparent power

S_A

<CDM> power determined by the RMS values of voltage and current at the *motor* side of the *CDM*

3.42

output current

I_a

<BDM> RMS value of the current at the *motor* side of the *BDM*

3.43

output current

I_A

<CDM> RMS value of the current at the *motor* side of the *CDM*

3.44

output frequency

f_a

<BDM> fundamental frequency at the *motor* side of the *BDM*

Note 1 to entry: The frequency is usually specified as the operating range by the *manufacturer*.

3.45

output frequency

f_A

<CDM> fundamental frequency at the *motor* side of the *CDM*

Note 1 to entry: The frequency is usually specified as the operating range by the *manufacturer*.

3.46

output overload capability

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

3.47

output power

P_s

<PDS> (mechanical) power of the *PDS* determined by the *torque* and *speed* at the *motor* shaft

3.48
output voltage U_{a1}

<BDM> RMS value of the rated fundamental voltage at the *motor* side of the *BDM*

3.49
output voltage U_{A1}

<CDM> RMS value of the rated fundamental voltage at the *motor* side of the *CDM*

3.50
port

access to a device or network where electromagnetic energy or signals may be supplied or received or where the device or network variables may be observed or measured

3.51
port for process measurement and control

input/output (I/O) *port* for conductor or cable which connects the process to the *PDS*

3.52
power drive system
PDS

system consisting of one or more *complete drive module(s)* (*CDM*) and a *motor* or *motors*

SEE Figure 3.

Note 1 to entry: Any sensors which are mechanically coupled to the *motor* shaft are also part of the *PDS*; however, the driven equipment is not included.

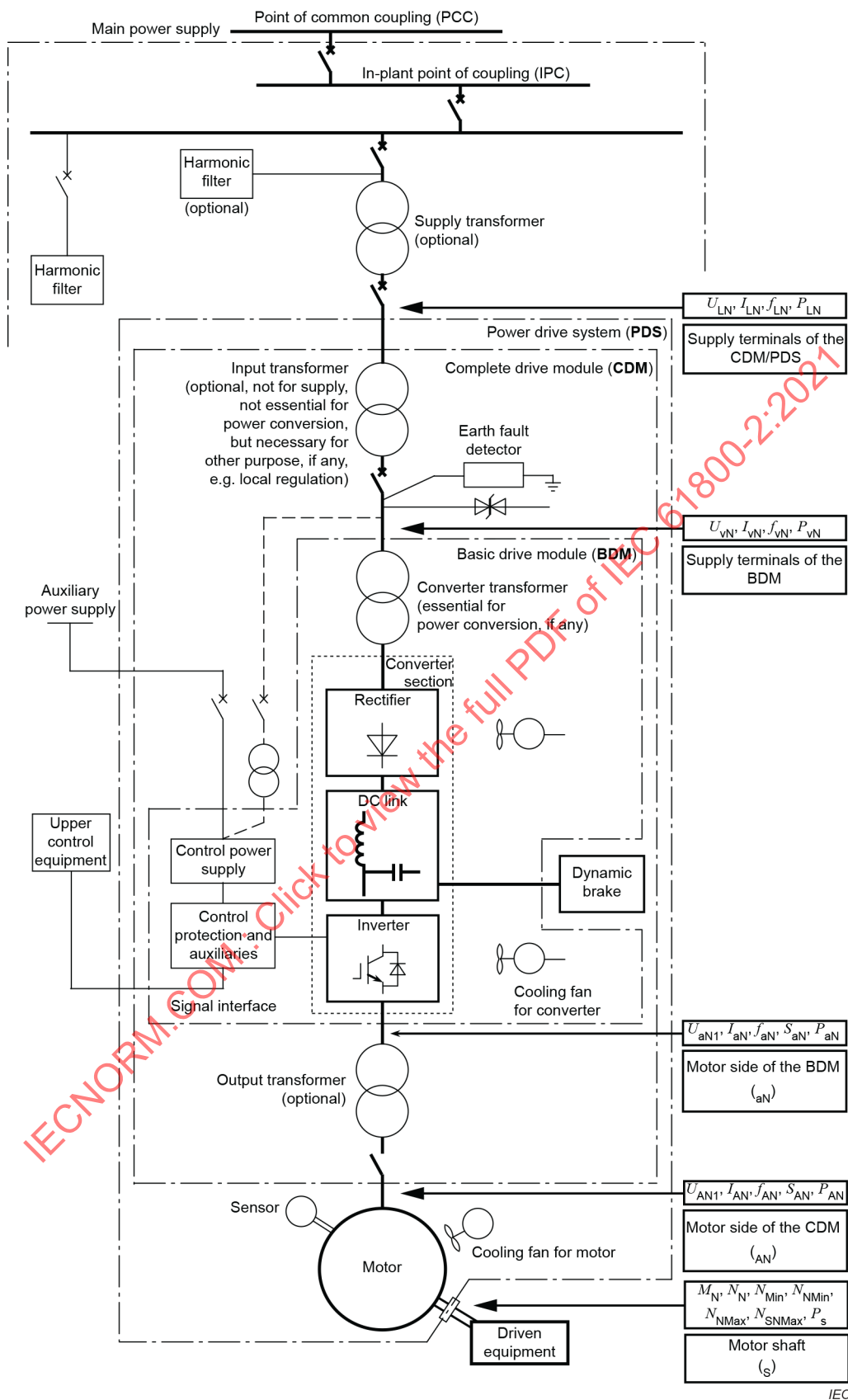


Figure 3 – Example of a power drive system

3.53

power factor

λ

under periodic conditions, ratio of the absolute value of the active power P to the apparent power S

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-11-46, modified – The note to entry has been deleted.]

3.54

power interface

connections needed for the distribution of electrical power within the *PDS*

3.55

power port

port which connects the *PDS* to the power supply which also feeds other equipment

3.56

product packaging

temporary protection of the *BDM/CDM/PDS* or part of it during storage and known in-house transport routes

3.57

rated input active power

P_{VN}

<*BDM*> rated power determined by the fundamental components of voltage and current at the supply terminals of the *BDM*

3.58

rated input active power

P_{LN}

<*CDM/PDS*> rated power determined by the fundamental components of voltage and current at the supply terminals of the *CDM/PDS*

3.59

rated input apparent power

S_{VN}

<*BDM*> rated power determined by the RMS values of voltage and current at the supply terminals of the *BDM*

3.60

rated input apparent power

S_{LN}

<*CDM/PDS*> rated power determined by the RMS values of voltage and current at the supply terminals of the *CDM/PDS*

3.61

rated input current

I_{VN}

<*BDM*> maximum RMS value of current at the supply terminals of the *BDM* under rated conditions

Note 1 to entry: It takes into account rated load and the most onerous combination of all other conditions within their specified ranges, for example line voltage and frequency deviations.

3.62 rated input current

I_{LN}

<CDM/PDS> maximum RMS value of current at the supply terminals of the *CDM/PDS* under rated conditions

Note 1 to entry: It takes into account rated load and the most onerous combination of all other conditions within their specified ranges, for example line voltage and frequency deviations.

3.63 rated input frequency

f_{vN}

<BDM> rated value of the frequency at the supply terminals of the *BDM*

3.64 rated input frequency

f_{LN}

<CDM/PDS> rated value of the frequency at the supply terminals of the *CDM/PDS*

3.65 rated input voltage

U_{vN}

<BDM> RMS value of the rated input line-to-line voltage at the supply terminals of the *BDM*

3.66 rated input voltage

U_{LN}

<CDM/PDS> RMS value of the rated input line-to-line voltage at the supply terminals of the *CDM/PDS*

3.67 rated output active power

P_{aN}

<BDM> rated power determined by the fundamental components of voltage and current at the *motor* side of the *BDM*

3.68 rated output active power

P_{AN}

<CDM> rated power determined by the fundamental components of voltage and current at the *motor* side of the *CDM*

3.69 rated output apparent power

S_{aN}

<BDM> rated power determined by the RMS values of voltage and current at the *motor* side of the *BDM*

3.70 rated output apparent power

S_{AN}

<CDM> rated power determined by the RMS values of voltage and current at the *motor* side of the *CDM*

3.71**rated output current** I_{aN}

<BDM> maximum RMS value of the current at the *motor* side of the *BDM* which can be supplied continuously without exceeding established limitations, under rated operating conditions

3.72**rated output current** I_{AN}

<CDM> maximum RMS value of the current at the *motor* side of the *CDM* which can be supplied continuously without exceeding established limitations, under rated operating conditions

3.73**rated output frequency** f_{aN}

<BDM> range of fundamental frequency at the *motor* side of the *BDM*

3.74**rated output frequency** f_{AN}

<CDM> range of fundamental frequency at the *motor* side of the *CDM*

3.75**rated output power** P_{sN}

<PDS> rated (mechanical) power of the *PDS* determined by the *torque* and *speed* at the *motor* shaft

3.76**rated output voltage** U_{aN1}

<BDM> RMS value of the rated fundamental voltage at the *motor* side of the *BDM*

3.77**rated output voltage** U_{AN1}

<CDM> RMS value of the rated fundamental voltage at the *motor* side of the *CDM*

3.78**rated speed** N_N

<of a *motor*> maximum speed at which the *motor* is able to continuously deliver *rated torque* (M_N), at *rated output voltage* (U_{aN1}/U_{AN1}), *current* (I_{aN}/I_{AN}) and *frequency* (f_{aN}/f_{AN}) conditions

Note 1 to entry: See also Figure 10 and 5.3.3.2.

3.79**rated torque** M_N

<of a *motor*> *torque* the *motor* develops at its shaft end at *rated output power* and *speed*

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-48-05, modified – The symbol " M_N " has been added, as well as the word "power" and the domain.]

3.80

rectifier

<of the *BDM*> electric energy *converter* that changes single-phase or polyphase alternating electric currents to unidirectional current

See Figure 3.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-45, modified – The domain and the reference to Figure 3 have been added.]

3.81

regeneration

process of converting the mechanical energy at the *motor* shaft of the *PDS* to electrical energy

3.82

resolution

minimum obtainable variation of the controlled variable

Note 1 to entry: It may be represented by an absolute value or a percentage of the maximum value.

3.83

responsible party

supplier, *manufacturer*, *OEM*, *system integrator*, *end user*, or *customer* of *BDM*, *CDM*, *electric motor*, *PDS*, driven equipment or extended product

3.84

routine test

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-02, modified – The word "machine" has been replaced by "device".]

3.85

sample test

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-05, modified – The word "sampling" has been replaced by "sample" in the term. The word "machines" has been replaced by "devices".]

3.86

shipping packaging

temporary protection to prevent damage during worldwide air, sea and land transportation

Note 1 to entry: *Shipping packaging* can be realized as product specific transport packaging or as a *product packaging* with additional transport packaging.

3.87

short-circuit ratio

R_{SC}

ratio of the short-circuit power of the source at the point of common coupling (PCC) to the *rated apparent power* of the *BDM/CDM/PDS*

3.88

signal interface

input/output (I/O) connection for a line connecting the *basic drive module* or *complete drive module* (*BDM/CDM*) to another part of the *PDS*

3.89**special test**

test in addition to *type test* and *routine test*, made either at the discretion of the *manufacturer* or according to an agreement between the *manufacturer* and the *customer* or customer representative

3.90**speed** N

<of a *motor*> rotational velocity of the *motor*

Note 1 to entry: See IEC 60050-811:1991, 811.13.03.

3.91**stimulus**

change, variation or fluctuation of parameter which may cause deviation of performance or behaviour of the *PDS*

Note 1 to entry: Examples of *stimulus*: change of *speed* reference, load of *PDS*, *input voltage* or temperature.

3.92**system integrator**

entity with responsibility to design the complete system of the application incorporating one or more *PDSs*

SEE Figure 1.

3.93**torque** M

<of a *motor*> twisting moment of force with respect to the longitudinal axis of the *motor* shaft

Note 1 to entry: This definition has been adapted from the note of IEC 60050-113:2011, 113.03.26.

3.94**total harmonic distortion****THD**

ratio of the RMS value of the harmonic content of an alternating quantity to the RMS value of the fundamental component of the quantity

[SOURCE: IEC 60050-551:2001, 551-20-13, modified – The definition has been rephrased and the notes to entry removed.]

3.95**two quadrant operation**

converter operation of a machine as a *motor* operation in either direction of machine rotation

Note 1 to entry: Two quadrant operation involves operation in quadrants I and III as shown in Figure 2.

3.96**type test**

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-01, modified – The word "machines" has been replaced by "devices".]

3.97

witness test

tests performed in the presence of the *customer* or the representative of the *customer*

4 Guidance for specification of BDM/CDM/PDS and methodologies for compliance

4.1 General

This document provides a non-exhaustive list of requirements for performance, ratings or functionality to aid in the development of a functional specification between responsible parties. Each topic should be individually specified by the responsible party(ies) as a compliance requirement where appropriate for the intended application. When the *manufacturer* is the only *responsible party*, for any reason, the *manufacturer* may choose to select the specific sections of this document which are relevant for the intended application.

A list of performance, ratings and functionalities for consideration is provided in Table 6. This table contains all topics addressed by this document. The topics covered by this document and in the Performance/functionality requirement column may not be sufficient for the specific application under consideration and are provided as guidance. The columns for Responsible party and all suggestions underneath those headings are intended to encourage consideration of the related topics. They do not provide a definitive or exclusive answer of responsibility for a topic and are provided as guidance and not a rule. Absence of a suggestion under the Responsible party column does not imply the topic is never applicable, nor does the selection of a topic under the Responsible party imply it is applicable in all cases. The Subclause requirement/test specification columns are provided to link to the topics throughout the document, to provide guidance, but not to define absolute requirements. Information contained within the complete table is not intended to be exhaustive. There may be additional items of performance/rating/functionality, responsible parties, requirements and testing not defined within this document. If an application needs an additional requirement, it should be added to a working copy of this table as a new row; all information for this requirement shall be added, and then the requirement shall be addressed in accordance with 4.2.

4.2 Methodology for compliance

4.2.1 Agreement between *customer* and *manufacturer*

The *customer* is required to provide a detailed specification of the requirements of the application. This specification may or may not directly correlate with the contents of this document.

- A list of performance, ratings and functionalities for consideration is provided in Table 6. The *customer* and the *manufacturer* shall develop a list of requirements derived from Table 6 and other *customer* defined requirements appropriate for the application. This should be used as the basis for a contract. Consideration shall be given to the fact that the responsible parties may select some or all topics of this list as required by the application.
- The responsible parties may add supplementary requirements to this list if a mutual agreement is in place based on the requirement of the application.

In either case, it is the responsibility of the *manufacturer* to:

- define the test procedure, simulation, model, design specific solution, or other method used to create evidence that the means used is capable of proving the performance and/or functionality requirement of the item being validated in this manner;
- provide evidence of test, if required by the *customer*, proving the performance and/or functionality of the item.

All useful information should be made available by both parties.

NOTE This document makes no suggestion on how to build an agreement between the manufacturer and the customer.

4.2.2 Methodology to state compliance without *customer* input

The *manufacturer* is required to create a detailed specification of the requirements of the application.

A list of performance, ratings and functionalities for consideration is provided in Table 6. The *manufacturer* shall determine the required items from this list, based on the application requirements and *manufacturer's* specifications. The resulting list shall become the basis of the statement of compliance. Consideration shall be given to the following:

- it is permissible to select some or all portions of this list as required by the application.
- it is permissible to add supplementary requirements to this list based on the requirement of the application.

In either case, it is the responsibility of the *manufacturer* to perform the following.

- Define the test procedure, simulation, model, design specific solution, or other method used to create evidence that the means used is capable of proving the performance and/or functionality requirement of the item being validated in this manner. There is no requirement to communicate this information.
- Maintain evidence of test, proving the performance and/or functionality of the item. There is no requirement to communicate this information.
- Provide detail of the functions and/or performance item in their product documentation. This is required to help customers in the selection of the product (see Clause 7).
- Produce evidence of test method and test execution upon request prior to purchase of equipment. The *manufacturer* is required to determine what information is required.

NOTE Evidence could be the selected list of application specific requirements created during the process, with verification of completion of each requirement, signed to validate that the requirements are met.

Table 6 – Selection of equipment rating, performance, functionality by responsible parties with corresponding test specification

Performance/ functionality requirement	Responsible party										Subclause requirement/ test specification	Type test	Routine test	Sample test
	End user	Transformer supplier	Reactor supplier	Filter supplier	BDM supplier	CDM supplier	Motor supplier	System integrator (PDS supplier)	Driven equipment supplier	Extended product supplier				
Application specification	X				X	X		X			4.2.1; 4.2.2/ 6.1	X		
Visual inspection	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6.6.1	X	X	X
Cooling system redundancy		X	X	X	X	X	X		X		5.2.4.1	X		
Air filtering		X	X	X	X	X	X		X		5.2.4.2	X		
Input ratings		X	X	X	X	X	X				5.3.2; 5.3.2.1 /6.6.3	X		
Input voltage		X	X	X	X	X	X				5.3.2.2 / 6.6.3.1	X		
Input frequency		X	X	X	X	X	X				5.3.2.2/ 6.6.3.1	X		
Input current		X	X	X	X	X	X				5.3.2.3 / 6.6.3.1	X		
Harmonic current					X	X	X	X			5.3.2.3 / 6.6.3.4.4	X		
Harmonic current HV (category 4)					X	X	X	X			5.3.2.3/ 6.6.3.4.4	X		
SCPD					X	X	X	X			5.3.2.4	X		
Output ratings		X	X	X	X	X	X	X			5.3.3 / 6.6.3.5	X		
BDM/CDM continuous output rating					X	X					5.3.3.1/ 6.6.3.1	X		
Harmonic current					X	X		X			5.3.3.1/ 6.6.3.1	X		
Harmonic voltage					X	X		X			5.3.3.1/ 6.6.3.1	X		
PDS continuous operation								X			5.3.3.2/ 6.6.3.1, 6.6.3.5.3	X		
Overcurrent								X			5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Torque								X			5.3.3.3/ 6.6.3.5.3	X		
Overtorque								X			5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Duty cycle derating	X								X	X	5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Repetitive load duty	X								X	X	5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Continuous duty	X								X	X	5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		

Performance/ functionality requirement	Responsible party										Subclause requirement/ test specification	Type test	Routine test	Sample test
	End user	Transformer supplier	Reactor supplier	Filter supplier	BDM supplier	CDM supplier	Motor supplier	System integrator (PDS supplier)	Driven equipment supplier	Extended product supplier				
Operating quadrants					X	X					5.3.4/ 6.6.3.5.6	X		
Operation in II and IV quadrant input and output ratings					X	X					5.3.4.2/ 6.6.3.5.6	X		
Control equipment rating					X	X		X	X	X	5.3.5/ 6.6.3.6	X		
Special ratings		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.3.6, 5.3.6.1; 6.6.3.7	X		
Special ratings transformer		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2	X		
Transformer rating		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Core losses due to voltage harmonics		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Stray losses due to current		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Voltage waveform characteristics		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Compliance with product relevant standard		X	X	X							5.3.6.2.1	X		
Transformer load and overload ratings		X	X	X							5.3.6.2.1	X		
Harmonic voltage and current		X	X	X				X			5.3.6.2.3.1	X		
Transformer winding insulation stress		X	X	X				X			5.3.6.2.3.1	X		
Winding arrangement		X	X	X							5.3.6.2.3.2	X		
Phase offset requirements		X									5.3.6.2.3.3	X		
Rating plate requirements		X	X	X							5.3.6.2.3.4	X		
Ambient temperature		X	X	X							5.3.6.2.3.5	X		
Impedance		X	X	X							5.3.6.2.4.1	X		
Commutating reactance		X	X	X							5.3.6.2.4.2	X		
Impedance with self-commutated converters		X	X	X							5.3.6.2.4.3	X		
Common mode and DC voltages		X	X	X							5.3.6.2.5	X		
Cooling systems		X	X	X							5.3.6.2.6.1	X		
Voltage accuracy		X	X	X							5.3.6.2.6.2	X		
Parallel connection of bridges		X	X	X							5.3.6.2.6.3	X		
Shielding between primary and secondary wiring		X	X	X							5.3.6.2.6.4	X		
Short-circuit requirements		X	X	X							5.3.6.2.6.5	X		

Performance/ functionality requirement	Responsible party										Subclause requirement/ test specification	Type test	Routine test	Sample test
	End user	Transformer supplier	Reactor supplier	Filter supplier	BDM supplier	CDM supplier	Motor supplier	System integrator (PDS supplier)	Driven equipment supplier	Extended product supplier				
Oversvoltage limitation		X	X	X							5.3.6.2.7	X		
Special ratings – Motor							X	X		X	5.3.6.3	X		
Design requirements							X	X		X	5.3.6.3.2	X		
Performance requirements							X	X		X	5.3.6.3.3.1	X		
Input ratings							X	X		X	5.3.6.3.3.2	X		
Output ratings							X	X		X	5.3.6.3.3.1 5.3.6.3.3.3	X		
Protection against shaft voltage and current							X	X		X	5.3.6.3.4.1	X		
Vibration and lateral resonance							X	X		X	5.3.6.3.4.2/ 6.6.3.8.2	X		
<i>Torque</i> pulsations and torsion considerations							X	X		X	5.3.6.3.4.3	X		
Voltage stress of the motor winding insulation system							X	X		X	5.3.6.3.5.1, 5.3.6.3.5.2/ 6.6.3.8.5	X		
Functional evaluation of motor winding insulation systems							X	X		X	5.3.6.3.5.4	X		
Designation of essential data							X	X		X	5.3.6.3.6	X		
Bearing currents							X	X		X	5.3.6.3.7/ 6.6.3.8.4	X		
Performance											5.4	X		
Features					X	X	X	X		X	5.4.1.1	X		
Steady state performance					X	X	X	X		X	5.4.1.2.1/ 6.6.3.9	X		
Selection of deviation band					X	X	X	X		X	5.4.1.2.3	X		
Service deviation band – Limits					X	X	X	X		X	5.4.1.2.4	X		
Operating deviation band – Limits					X	X	X	X		X	5.4.1.2.5	X		
Dynamic performance					X	X	X	X		X	5.4.1.3.1/ 6.6.3.10.2; 6.6.3.10.3; 6.6.3.10.4; 6.6.3.10.5;	X		
Time response					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.1	X		
Response time					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.2	X		
Rise time					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.3	X		
Settling time					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.4	X		
Control bandwidth					X	X	X	X		X	5.4.1.3.3.2	X		
Dynamic braking					X	X	X	X		X	5.4.1.4	X		

Performance/ functionality requirement	Responsible party										Subclause requirement/ test specification	Type test	Routine test	Sample test
	End user	Transformer supplier	Reactor supplier	Filter supplier	BDM supplier	CDM supplier	Motor supplier	System integrator (PDS supplier)	Driven equipment supplier	Extended product supplier				
Application requirements					X	X	X	X		X	5.4.1.5.1	X		
Supply connection requirements					X	X	X	X		X	5.4.1.5.2	X		
Rating requirements					X	X	X	X		X	5.4.1.5.3	X		
Fault supervision					X	X	X	X		X	5.4.2	X		
BDM/CDM/PDS protection interface					X	X	X	X		X	5.4.2	X		
Minimum status indication required					X	X	X	X		X	5.4.3	X		
I/O devices					X	X	X	X		X	5.4.4.1	X		
Process control interface/port					X	X	X	X		X	5.4.4.2.1	X		
Analog input					X	X	X	X		X	5.4.4.2.2	X		
Analog output					X	X	X	X		X	5.4.4.2.3	X		
Digital input					X	X	X	X		X	5.4.4.2.4	X		
Digital output					X	X	X	X		X	5.4.4.2.5	X		
Communication interface/ports					X	X	X	X		X	5.4.4.2.6	X		
Environmental impact					X	X	X	X		X	5.8.3	X		
Environ-mental condition for service, transport and storage		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.1	X		
Operation		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.1.1	X		
Mechanical installation service conditions and requirements		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.2.1	X		
Fixed installations		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.2.2	X		
Fixed installations as part of stationary machine		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.2.3	X		
Unusual environmental service conditions		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.3	X		
Sonic pressure and sound level		X	X	X	X	X	X		X		5.9.2.5 / 6.6.3.8.3	X		
Storage and transport of equipment		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3	X		
Climatic conditions		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.1	X		
Unusual climatic conditions		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.2	X		
Ambient temperature		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.1	X		
Relative humidity		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.1	X		
Mechanical conditions		X	X	X	X	X	X		X		5.9.4	X		

Performance/ functionality requirement	Responsible party										Subclause requirement/ test specification	Type test	Routine test	Sample test
	End user	Transformer supplier	Reactor supplier	Filter supplier	BDM supplier	CDM supplier	Motor supplier	System integrator (PDS supplier)	Driven equipment supplier	Extended product supplier				
Specific storage hazards		X	X	X	X	X	X		X		5.9.5	X		
Driven equipment interface					X	X	X	X	X	X	5.13	X		
Critical speeds					X	X	X	X	X	X	5.13.1	X		
Torsion analysis					X	X	X	X	X	X	5.13.2	X		
Explosive environment		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.14	X		
Bypass and redundant configurations		X	X	X	X	X	X	X		X	5.2.5	X		
Earthing requirements		X	X	X	X	X	X	X		X	5.15	X		

4.3 Applicable standards

This document makes many references to the following standards. These references are not intended to be exhaustive. These references are the best guidance of this document for the particular topic they are focussing on for the *BDM/CDM/PDS*. The user of this document is always responsible to determine the applicability of all of these standards to the product being considered, based on the intended application of the product.

- EMC requirements are covered by IEC 61800-3.
- General safety requirements are covered by IEC 61800-5-1.
- Functional safety requirements are covered by IEC 61800-5-2.
- Type of load duty guidance is covered by IEC TR 61800-6.
- Interface and use of profiles requirements are covered by IEC 61800-7 (all parts).
- *Power interface* voltage specification is covered by IEC TS 61800-8.
- Ecodesign energy *efficiency* requirements of drive system are covered by IEC 61800-9 (all parts).

5 Performance and functionality criteria

5.1 General

The detail in 5.3 to 5.15 provide a list of potential requirements relevant for the specification of a *BDM/CDM/PDS* based on what is selected from Table 6. More severe requirements might be specified if considered relevant for the application.

A *BDM/CDM/PDS* is typically designed for a specific application, in a specific environment, for use under specific conditions, in which the product needs to operate, be transported or stored. These conditions include, but are not limited to, the electrical, electro-magnetic, mechanical, climatic, thermal, and chemical environment as well as requirements on the functionality, safety and functional safety. These conditions are known by the *customer* or product standard committees using this document as a reference document and will need to be specified.

In order to ensure consistency and avoid conflicting requirements across IEC 61800 (all parts), some of the subclauses in 5.3 to 5.15 refer directly to other parts of the IEC 61800 series (see 4.3).

5.2 **BDM/CDM/PDS characteristics and topology**

5.2.1 **General**

Subclauses 5.2.2 and 5.2.3 are intended to be informative regarding common characteristics and topology for *PDSs*. The information in these subclauses shall not be understood as requirements.

Examples of commonly used drive system topologies are shown in Annex A.

5.2.2 **BDM/CDM/PDS characteristics**

AC *PDSs* are a type of electronic power conversion equipment which provide *speed*, current or *torque* control for AC electric *motors*. Because AC induction *motors* dominate industrial applications, AC *PDSs* designed to operate AC induction *motors* are the most numerous. However, many high *efficiency motor* technologies already require a *CDM* for operation. Therefore, the use of AC *PDSs* with other types of AC *motors* will continue to increase. The use of *CDM* with permanent magnet (PM) *motors* has already reached a significant level.

Some significant characteristics of *BDM/CDM/PDSs* include the following.

- *BDM/CDM/PDSs* are commonly available with *output power* ranging from 0,2 kW to several thousand kW.
- Most industrial *BDM/CDM/PDSs* are designed to be powered from a 3 phase AC supply.
- Some low power *BDM/CDM/PDSs* are designed to be powered from single phase AC supply.
- Many *BDM/CDM/PDSs* are designed to receive DC power from a connecting *DC link power port* of more than one *PDS*. Many *PDSs* may receive power from both an AC and DC *mains supply*.
- *BDM/CDM/PDSs* vary the *speed* of an AC *motor* by controlling the frequency and voltage of the power provided to the *motor*.
- The most common *BDM/CDM/PDSs* are designed to control 3 phase induction *motors* with voltage ratings such as 240 V, 400 V, 480 V, 600 V, and 690 V.
- Some *BDM/CDM/PDSs* are designed for use with stepper or switched reluctance *motors*.
- Many *BDM/CDM/PDSs* are designed for use with permanent magnet *motors*.
- The properly designed *PDS* or extended product can achieve improved energy *efficiency* from the very low power losses of the AC *BDM/CDM* when used at the correct operating points. In general, it is beneficial to reduce energy lost to heating effects in order to minimize size and operating cost.
- Most AC *PDSs* return electric power from the *motor* to the *DC link* during periods when the *motor* operates as a power generator (operation in quadrant II and *quadrant* IV).
- Some AC *PDSs* are provided with a dynamic brake (also called "chopper brake" or "brake chopper") in order to manage electric power returned from the *motor* to the *DC link* during periods when the *motor* operates as a power generator.
- Regenerative *PDSs* are designed to return power from the *DC link* of the *BDM/CDM/PDSs* to the AC supply.
- *BDM/CDM/PDSs* for use with AC induction *motors* are available with different control algorithms which optimize *speed/torque* regulation and overall cost for different applications. Examples include:
 - volts/hertz control,
 - sensorless vector control,

- flux vector control,
- sensorless flux vector control,
- field oriented control,
- sensorless field-oriented control.

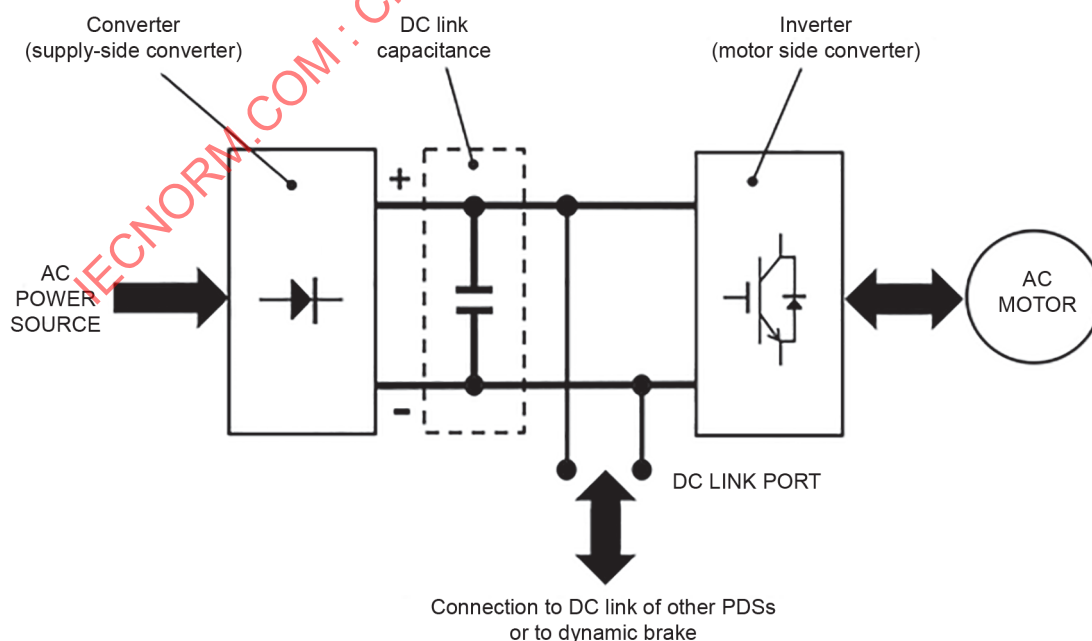
5.2.3 Basic topology for *BDM/CDM/PDSs*

The most commonly used topology for low-voltage *BDM/CDM/PDSs* is that of the voltage source *converter* (VSC). In a VSC, a supply-side *converter* changes electricity from the AC to DC. Capacitance is used to smooth the DC output of the *converter* and provide short-term energy storage. The DC output of the supply-side *converter*, sometimes referred to as the *DC link*, supplies energy to the *motor-side converter*, also known as an *inverter*. The *inverter* typically uses PWM (pulse width modulation) to provide the precise power requirements for an AC *motor* and permit control of *motor speed* and *torque*.

Figure 4 below illustrates a common *BDM/CDM/PDSs* topology. In Figure 4, energy flow is unidirectional from the AC power source into the *rectifier*. Energy flow between the *inverter* and *motor* is bidirectional depending upon the dynamics of the mechanical load on the *motor*.

The *DC link* port allows exchange of energy with the *DC link* port of other *BDM/CDM/PDSs* or with a dynamic brake. If the *DC link* port is connected to the *DC link* ports of other *PDSs*, it is possible to share energy either from the *converter*, or energy developed by the *motor* during operation in *quadrants* II and IV, with other *PDS* operating in *quadrants* I and III. Otherwise, the *DC link* port may be connected to an external dynamic brake in order to dissipate excess energy when the voltage of the *DC link* exceeds set limits. It is also possible to connect an external regenerative unit to the *DC link* and feed power back to the *mains supply*.

The *DC link* connection should be well designed and protected. In poorly designed *DC link* systems, it is possible for a low power *CDM* to feed a high power *CDM*. This may lead to destruction of the low power *CDM*. Also, if no suitable protection of the *DC link* connection has been provided, for example by fuses, fault conditions can lead to the destruction of one or more units connected to the common *DC link*.



IEC

Figure 4 – Typical *BDM/CDM/PDS*

BDM/CDM/PDSs with common *DC link* ports can be constructed without a supply-side *converter*. These *PDSs* are intended for use together with other power conversion units. In these configurations, the *DC link port* becomes a means of energy exchange between the different units. Examples of these units include:

- *BDM/CDM/PDS(s)* with a *DC link port* (Figure 5);
- dedicated supply-side *converter(s)* (no figure);
- dedicated dynamic brake(s) (no figure).

A *PDS* with a *DC link port* is illustrated in Figure 5 below.

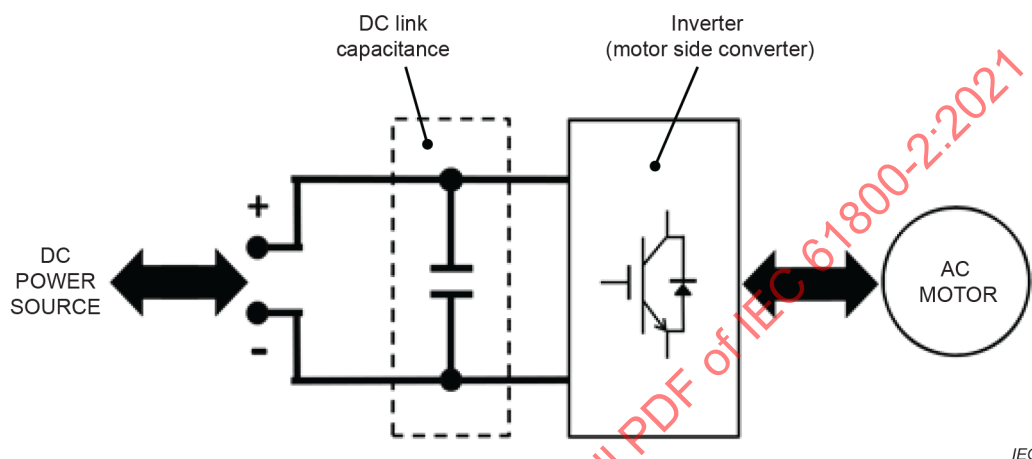


Figure 5 – Common *DC link* BDM/CDM/PDS

When a *BDM/CDM/PDS* operates in quadrants II and IV, the inertia of the *motor* and connected load, or sometimes potential energy in the connected load, results in energy being generated by the *motor* and returned through the *inverter* to the *DC link port*. During these periods, the energy returned to the *DC link port* is often managed using one or more of the following options:

- *BDM/CDM/PDS(s)* with *DC link* ports which use(s) energy available from the *DC link* to power other *motors*;
- *dynamic braking* which dissipates excess energy from the *DC link* using resistors (Figure 6);
- return of energy in the *DC link* to an AC power system for use by other loads (see Figure 7).

Figure 6 illustrates a *BDM/CDM/PDS* which incorporates a dynamic brake. Dynamic brakes are also commonly available as stand-alone units for connection to a *DC link port*.

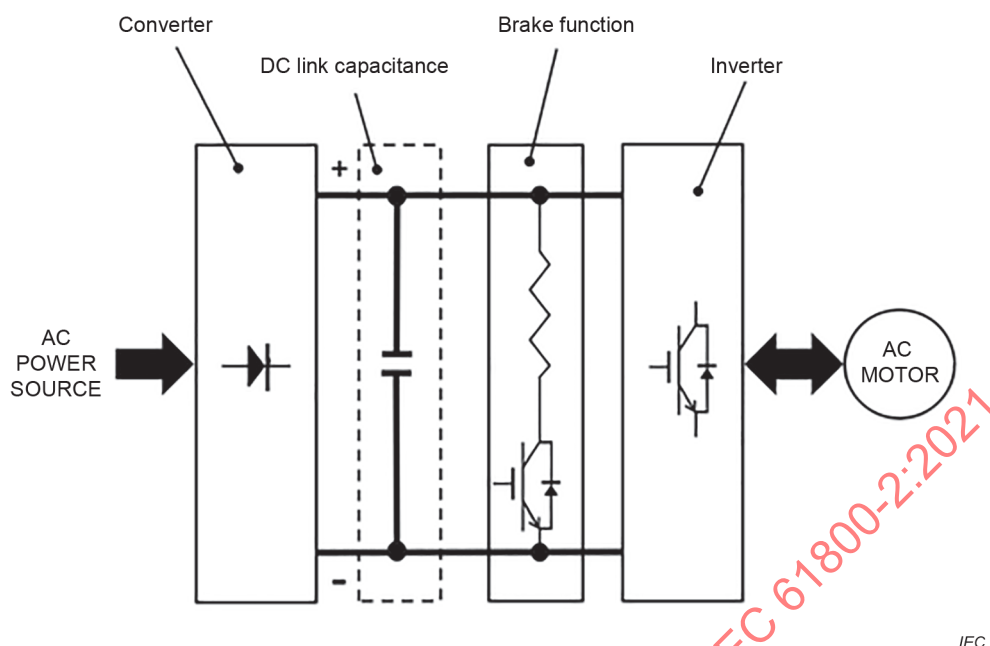


Figure 6 – BDM/CDM/PDS with brake

Figure 7 illustrates a regenerative *PDS* which can return energy to the *mains supply* using a supply-side *converter* which also can operate as an *inverter*, also known as *active infeed converters* (AICs) or as *active front end converter* (AFE).

Additional information regarding AIC and AFE are available in IEC TS 62578.

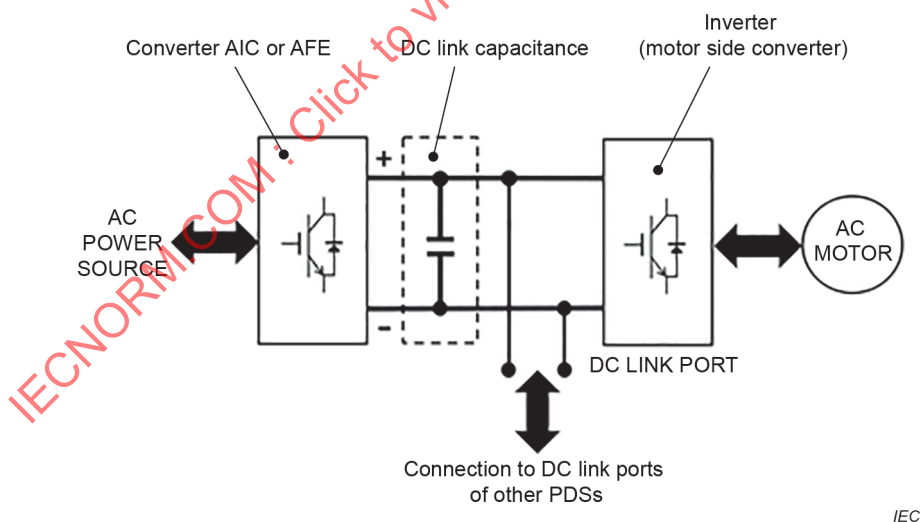


Figure 7 – BDM/CDM/PDS with AIC

5.2.4 Cooling topology

5.2.4.1 General

Common methods of cooling are forced air, liquid, heat exchangers, and evaporative cooling. Redundancy is recommended for critical applications.

Other cooling types are allowed.

Apply IEC 61800-5-1 for safety considerations.

5.2.4.2 Air-cooling

When the air supply has the potential to contain particles that could interrupt the *BDM/CDM/PDS* cooling paths, air filtering may be required to ensure the proper operation of an air-cooled system.

5.2.4.3 Liquid-cooling

When considering the proper operations of a liquid cooling system, the main considerations are monitoring and control of:

- conductivity,
- flow,
- condensation
- temperature,
- pressure, and
- maintenance of the system to prevent scale and corrosion.

Manufacturer should provide appropriate warnings and maintenance instructions for the cooling system. It is important to adhere to the assigned warnings and to *manufacturer's* recommendations regarding intervals of cooling system maintenance. It is also important to ensure that the *BDM/CDM/PDS* is installed and operated in the environmental conditions for which it is designed.

Apply IEC 61800-5-1 for safety requirements.

5.2.4.4 Heat exchangers

This type of cooling system can either be configured air to air, air to liquid, liquid to air, or liquid to liquid. These terms define the method by which the heat is transferred (exchanged) out of the product where the cooling is required. Typical considerations for heat exchangers include those listed in 5.2.4.2 and 5.2.4.3. Special considerations should be given to the interface between the internal and external loop. This is especially true for an air to liquid or liquid to liquid heat exchangers. For air to liquid system, the concern is that liquid could enter into the air system through a leak. For the liquid to liquid system, the concern is that contaminated/conductive liquid could enter the inner loop from the outer loop.

Apply IEC 61800-5-1 for safety requirements.

5.2.4.5 Evaporative-cooling

This type of cooling is a special case of liquid cooling. This will typically involve having a portion of the cooling system inside and a portion outside. It is unlikely that this type of cooling system would be contained within the *BDM/CDM* and would likely be part of the *PDS* or even the extended system. Consideration should be given to overall size and expense of this method. This case is not specifically detailed in IEC 61800-5-1. The *manufacturer* would be responsible for the considerations required for the proper system operation.

5.2.5 Bypass and redundant configurations

BDM/CDM may have bypass and/or redundant configurations to satisfy different aims, among which are the following:

- normal changing from a *BDM/CDM* supply to a *mains supply* at the end of the system starting procedure;

- emergency switching from a *BDM/CDM* supply to a *mains 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.

When bypass technology is used, it is important to consider if it is possible to start the motor directly from the *mains supply*.

Figure 8 shows an example of a bypass configuration for a PDS with indirect conversion: the bypass channel for the *BDM/CDM* may include a transformer for voltage level matching.

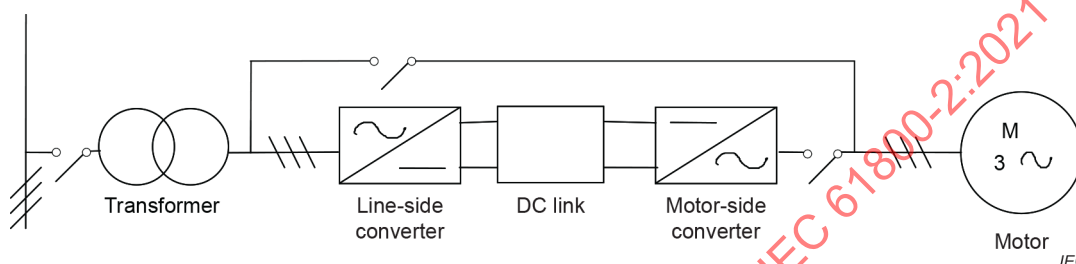


Figure 8 – Bypass configuration for system with indirect converter

An example of a redundant configuration is given in Figure 9.

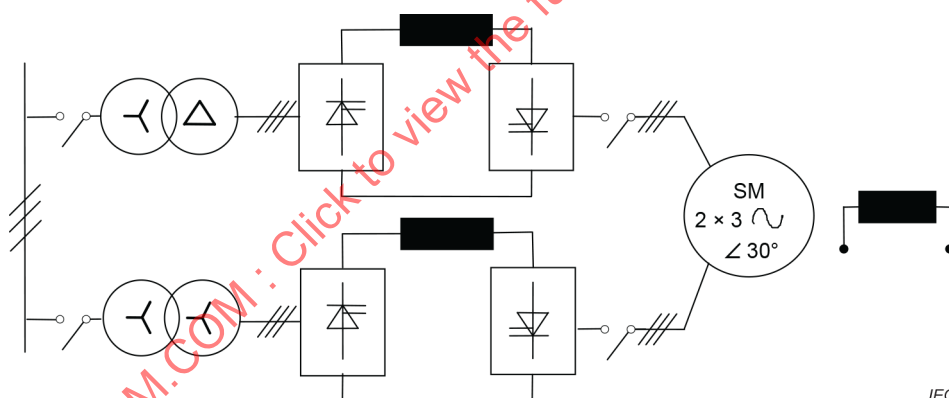


Figure 9 – Load commutation inverters LCI-synchronous motor in a partly redundant configuration

5.3 Ratings

5.3.1 General

The input and output ratings shown in Table 7 are acceptable for defining *BDM/CDM/PDS* proper operation.

When considering the safety requirements, apply IEC 61800-5-1.

For EMC considerations, apply IEC 61800-3.

For energy efficiency, apply IEC 61800-9-2.

Table 7 – Overview of input and output ratings of the *BDM/CDM/PDS*

Input ratings			Output ratings		
<i>BDM</i>	<i>CDM</i>	<i>PDS</i>	<i>BDM</i>	<i>CDM</i>	<i>PDS</i>
Voltage (U_{VN}) [V]	Voltage (U_{LN}) [V]	Voltage (U_{LN}) [V]	Voltage (U_{aN1}) [V]	Voltage (U_{AN1}) [V]	-----
Current (I_{VN}) [A]	Current (I_{LN}) [A]	Current (I_{LN}) [A]	Current (I_{aN}) [A]	Current (I_{AN}) [A]	<i>Torque</i> (M_N) [N·m]
Power (S_{VN} or P_{VN}) [kVA] or [kW]	Power (S_{LN} or P_{LN}) [kVA] or [kW]	Power (S_{LN} or P_{LN}) [kVA] or [kW]	Power (S_{aN} or P_{aN}) [kVA] or [kW]	Power (S_{AN} or P_{AN}) [kVA] or [kW]	Power (P_{sN}) [kW]
Frequency (f_{VN}) [Hz]	Frequency (f_{LN}) [Hz]	Frequency (f_{LN}) [Hz]	Frequency (f_{aN}) [Hz]	Frequency (f_{AN}) [Hz]	<i>Speed</i> (N_N and N_{NMax}) [r/min]
NOTE 1 In case no transformer nor other optional device such a filter is installed between supply mains input (i.e. <i>CDM/PDS</i> input) and <i>BDM</i> input, the ratings of <i>CDM/PDS</i> input and those of <i>BDM</i> input are same values, i.e. $U_{VN} = U_{LN}$ and so on. NOTE 2 In case no transformer nor other optional device such a filter is installed between <i>BDM</i> output and <i>motor</i> input (i.e. <i>CDM</i> output), the ratings of <i>CDM</i> output and those of <i>BDM</i> output are same values, i.e. $U_{aN1} = U_{AN1}$ and so on. NOTE 3 The <i>BDM/CDM output power</i> rating can be provided in either apparent power [kVA] or active power [kW]. Apparent power can be calculated using voltage and current. NOTE 4 The <i>BDM/CDM/PDS</i> current, voltage and frequency ratings can be provided within a range of values.					

5.3.2 Input ratings

5.3.2.1 General

The *system integrator* can consider whether the harmonic current, the harmonic voltage, and other input attributes of the *BDM/CDM* are important design considerations for the *PDS*.

5.3.2.2 Input voltage and input frequency

The rating(s) of the *BDM/CDM/PDS input voltage* and *input frequency* should be specified by the *manufacturer* to allow for proper selection of the *BDM/CDM/PDS*.

The rated *input voltage* is not adequate to determine that the supply is capable of sourcing the rated output load alone. The available current of the supply is important as well.

Standard voltage values are specified in IEC 60038. Different, non-standard voltage values may be specified for system optimization or special application needs.

For compliance, see 6.6.3.4.2.

5.3.2.3 Input current

The *BDM/CDM/PDS input current* rating should be specified by the *manufacturer* to allow for proper selection of the *BDM/CDM/PDS*. If multiple *input voltage* ratings or a range of voltages are specified in accordance with 5.3.2.2, the associated *input current* ratings should also be specified.

The specified *input current* includes the current required by the auxiliaries if they are supplied from the same source of the *BDM/CDM/PDS*.

The harmonic current spectrum of the PDS, considering from the fundamental to the 50th harmonic is possible. The first 25 harmonics have the greatest energy; therefore, they are the most significant. These harmonics can also affect the auxiliaries and should be considered (see 6.6.3.4.4).

If the *BDM/CDM/PDS* is a category C4 equipment as defined by IEC 61800-3, then harmonic current spectrum should be stated by the PDS *manufacturer* at the minimum specified AC line impedance (including the *BDM/CDM/PDS* supply transformer), and with no background supply-voltage distortion. For all other *BDM/CDM/PDS*, this requirement is covered by IEC 61800-3.

For compliance, see 6.6.3.4.3.

5.3.2.4 Short-circuit protective devices (SCPD)

A short-circuit protective device is likely required and should be considered. This device is specifically selected based on safety.

Apply IEC 61800-5-1 for definition and requirements.

5.3.3 Output ratings

5.3.3.1 *BDM/CDM* continuous operation

Continuous output operation of the *BDM/CDM* should be stated by the *manufacturer* and, if selected as a requirement, it shall be in terms of the *motor* requirements:

- fundamental AC voltage (U_{aN1}/U_{AN1});
- *rated output current* (I_{aN}/I_{AN});
- *output frequency range*;
- *rated maximum apparent output power* (S_{aN}/S_{AN}) [kVA] or maximum *output active power* (P_{aN}/P_{AN}) [kW].

If 5.3.3 is selected from Table 6, the operating frequency and voltage range shall be considered for the specified or typical output impedance. This would include all contributing impedances of the output like motor, transformer, filter, etc, if present or applicable.

NOTE Continuous, essentially equivalent to maximum steady state operation. See IEC 811-11-05.

The *system integrator* may wish to consider whether the harmonic current, the harmonic voltage, and other output attributes of the *BDM/CDM* are important design considerations for the PDS.

For compliance, see 6.6.3.5.2, 6.6.3.5.3, 6.6.3.5.4.

When CDM and *motor* are not provided by the same *manufacturer/supplier*, the *system integrator* should ensure proper performance and compatibility of CDM and *motor* as it pertains to operation for the specific system.

For safety, apply IEC 61800-5-1.

For EMC, apply IEC 61800-3.

For energy *efficiency*, apply IEC 61800-9-2.

5.3.3.2 PDS continuous output

Continuous output ratings should be stated by the *manufacturer*. If selected in Table 6, continuous output ratings shall be in terms of the *motor* shaft of the *PDS* (see Figure 10):

- *rated torque* (M_N) [N·m];
- *rated speed* (N_N) [r/min];
- *maximum rated speed* (N_{NMax}) [r/min];
- *minimum rated speed* (N_{NMin}) [r/min];
- *minimum speed* (N_{Min}) [r/min];
- *maximum rated safe speed* (N_{SNMax}) [r/min];
- *rated output power* (P_{sN}) [kW].

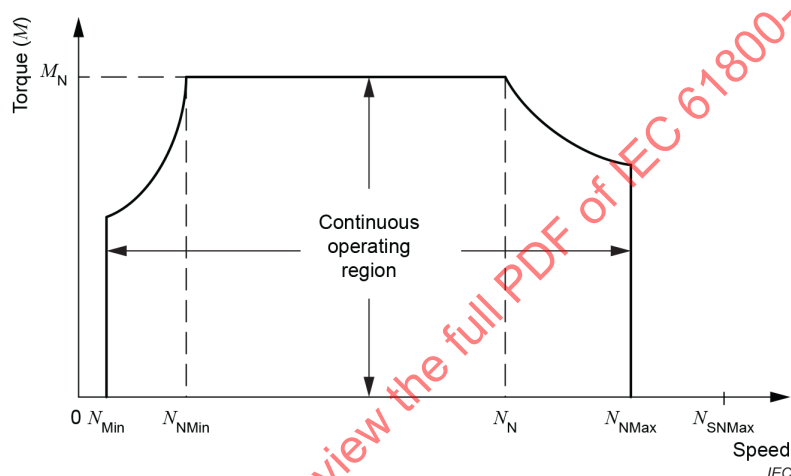


Figure 10 – Example of operating region of a PDS

For compliance, see 6.6.3.5.3, 6.6.3.5.4

5.3.3.3 Overcurrent and torque capability

Overcurrent, torque and overtorque should be considered when selecting a *BDM/CDM/PDS*. The defined minimum levels for safety listed as an overload requirement in IEC 61800-5-1 establish a range of acceptable overcurrent, *torque* and overtorque conditions. *Manufacturers* typically create products that operate well within the maximum stated values in IEC 61800-5-1. Examples of typical overload magnitudes and duration are given in 5.10, IEC 60146-1-1 and IEC TR 61800-6. Non-typical overcurrent, *torque* and overtorque values are possible and the *customer* should consult the *manufacturer's* product information for guidance on this topic to ensure the *BDM/CDM/PDS* meets the requirements of the application.

The performance of overload, *torque* and overtorque should be validated by test at the level the *manufacturer* specifies. These performance levels may be different than what is defined in IEC 61800-5-1 as long as they provide greater protection.

A good design rule for any type of duty cycle is that the RMS value of the current over the complete cycle should not exceed the rated current. Table 8 and Figure 11 show six typical examples of a 1 min overload with a 10 min and 60 min load cycle.

Table 8 – Example of reduced maximum continuous load as a function of an overload

Overload		Reduced continuous load	
Amplitude I_{aM} [p.u. of rated]	Duration T_{aM} [min]	Maximum amplitude of I_{aR} [p.u. of rated]	Duration T_{aR} [min]
1,5	1	0,928	9
1,5	1	0,989	59
1,25	1	0,968	9
1,25	1	0,995	59
1,1	1	0,988	9
1,1	1	0,998	59

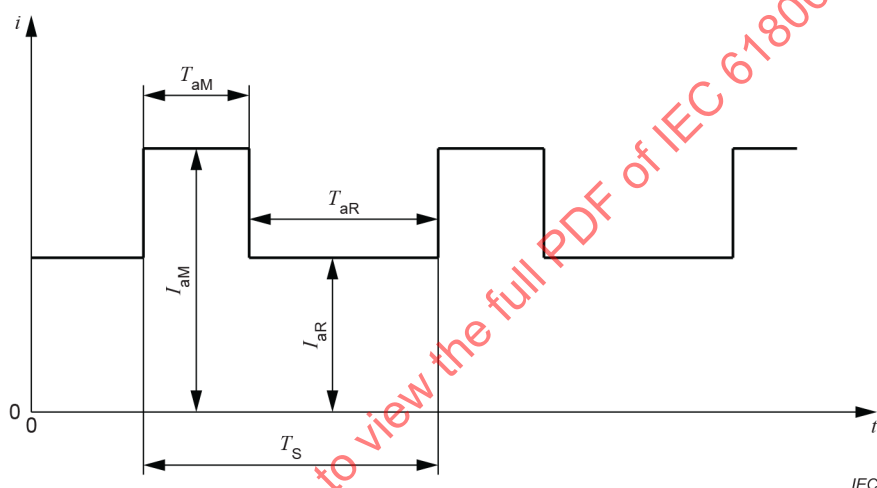


Figure 11 – Overload cycle example

For repetitive load duty, the *rated output current* (I_{aN}) should correspond, as a minimum, to the RMS value of the *motor current* for a full period of the *motor duty cycle* and the *output overload capability* of the *converter* should be adequate for the load duty cycle.

For continuous duty, the *rated output current* (I_{aN}) should correspond, as a minimum, to the continuous *motor current* necessary to supply the specified continuous *motor torque*.

For safety considerations of this topic, apply IEC 61800-5-1.

For testing options, see 6.6.3.5.5.

5.3.4 Operating quadrants

5.3.4.1 General

The above ratings of 5.3.2 and 5.3.3 should be given for all operating quadrants (I, II, III, IV) that are provided for operation of the *BDM/CDM*. Quadrants do not always require identical values/levels of performance.

5.3.4.2 Operation in II and IV quadrants

The operation in II and IV quadrant applies to applications when the *motor* is running as a generator, generating power back as explained in 5.2.

The input and output ratings under the operation in II and IV quadrants should be specified including the relevant parameters for the applicable solution.

For testing options, see 6.6.3.5.6.

5.3.5 Ratings and functionality of the control equipment

The ratings and functionality of the control equipment should be specified by the *manufacturer*.

For EMC related items, apply IEC 61800-3.

For safety related items, apply IEC 61800-5-1.

For functional safety related, apply IEC 61800-5-2.

For compliance, see 6.6.3.6.

5.3.6 Special ratings related to *BDM/CDM/PDS* or *motor*

5.3.6.1 General

Special ratings, performances or functionalities can be specified to provide further information for specific applications or considerations. This includes the effect on the *mains supply* side, inside the *BDM/CDM/PDS* as well as the effect on the *motor*. Any such special rating shall be specifically stated and detailed in the working copy of Table 6 and/or the agreement between responsible parties used to document compliance to this document, if selected as part of Clause 4.

5.3.6.2 Transformers and reactors

5.3.6.2.1 General

Power transformers may be used on the supply mains as well on the *motor* side of the *BDM/CDM/PDS* as step-up or step-down transformers. Transformers, whether internal or external to the *BDM* main enclosure, can also be part of the power conversion. An external transformer which is critical to the power conversion is part of the *BDM*.

The design should ensure compatibility between the transformer rating and the continuous input rating and overload capability of the *BDM/CDM/PDS* for functionality and performance.

For safety related topics, apply IEC 61800-5-1.

Additional core losses due to voltage harmonics, as well as additional stray losses due to the higher frequency current harmonics should also be considered, as appropriate for functionality and performance. Apply IEC 61800-9-2 for energy *efficiency* requirements.

Voltage waveform characteristics including insulation requirements should be considered. Transformers should comply with the product relevant standard for the particular type of transformer used as appropriate. IEC 60076 (all parts) and IEC 61378 (all parts) provide specifications for the design of these transformers; however, a nationally recognized product relevant standard would be acceptable.

NOTE In 5.3.6.2, where only transformers are mentioned, it means both transformers and reactors.

5.3.6.2.2 Transformers used in power conversion path

Subclause 5.3.6.2.2 addresses transformers in the power path of the *power drive system* (PDS) from input to conversion to output to load. Transformers can be used at the source (power system) end of the PDS or at the load (*motor*) end of the PDS. The purposes of transformers include:

- voltage matching;
- isolation;
- harmonic cancellation.
- rectification part of power conversion process (multiple secondary windings per phase).

Standard transformer construction types which are applied in PDS are dry-type and liquid-filled coil. The detail below is intended to assure the suitability of transformers for drive system duty as required.

The fundamental rating of the transformer should be appropriate for its intended application.

NOTE It is a good practice to have a transformer or reactor compliant to a nationally recognized product relevant standard if available.

Transformers supplied as part of the PDS should be properly rated to meet the requirements of:

- the steady state load;
- any momentary overloads.

For drive systems that normally run in adjustable speed mode, the transformer should be rated to deliver the required power on a steady state basis. Periodic overloads can be used to calculate an RMS apparent power (kVA) loading for the transformer.

The tests of IEC 60076 (all parts) and IEC 61378-1 may be relevant for *BDM/CDM/PDS* transformers.

5.3.6.2.3 Specification and rating

5.3.6.2.3.1 Harmonic currents and voltage

Converter modules cause harmonic currents and voltages, which cause an additional stress for the connected transformers (thermal, insulation). The transformer design should take special care of

- additional winding losses of each winding;
- additional iron core losses;
- additional insulation requirements (including common mode voltages and increased voltage stress).

In cases where the *converter* is sufficiently filtered on the valve side of the transformer, the use of standard transformers may be considered, assuming allowance is made for common mode voltages (insulation requirements).

Transformer windings should be defined according to the calculated insulation stresses (peak values, common mode, peak rise time, pulse frequency, reflections) defined by the drive system topology and the PDS power part earthing concept.

These values should be included in the transformer specification made by the PDS system integrator.

5.3.6.2.3.2 Winding arrangement

IEC 60076-1 contains the most common transformer winding arrangements and connection symbols.

Functionality and performance characteristics, (for example phase shift, winding arrangement, impedances) are important for the transformer design and *installation* purposes and should be properly considered.

5.3.6.2.3.3 Phase offset requirements

The harmonic attenuation effects to be achieved by multi-pulse transformer and *converter* circuits depend on the accuracy of the phase shift between the windings. The phase shift between the windings is specified at the fundamental frequency. Errors in the fundamental phase shift result in a much higher error at the harmonic frequency than at the fundamental frequency.

For example, a 2° error in phase shift for the fundamental of a 12 pulse PDS results in a phase error of $(5 + 1) \times 2^\circ = 12^\circ$ for the 5th and $(7 - 1) \times 2^\circ = 12^\circ$ for the 7th order harmonics. The corresponding residual values in case of a current source *converter* are:

$$\frac{I_5}{I_1} = \frac{1}{5} \times \sin\left(\frac{12^\circ}{2}\right) = 0,021 \quad \text{and} \quad \frac{I_7}{I_1} = \frac{1}{7} \times \sin\left(\frac{12^\circ}{2}\right) = 0,015$$

For cancellation of higher harmonics, a 15° phase shift is used with extended delta or zigzag windings. In such cases, it is the 11th harmonic that is of most interest and a 2° phase error has a much higher impact.

The resulting phase error should be kept below 2° of fundamental period for a 12-pulse transformer, including phase error of the transformer windings and eventually the thyristor control system.

5.3.6.2.3.4 Rating plate requirements

IEC 60076-1 defines the requirements for rating plates and creates a comprehensive list of pertinent data to be listed on the rating plate of a transformer. Any nationally recognized product relevant standard provides a comparable list and would be acceptable. This information is readily available and should be used to ensure that the rating plate information that is selected is appropriate for the intended applications of the transformer.

5.3.6.2.3.5 Ambient temperature

The application need will determine the required ambient temperature range that the transformer will have to perform in. The application need should define the maximum and minimum temperature extremes the transformer would be subjected to. A transformer should be selected which is capable of meeting these requirements when it is continuously operated at its maximum load, or derating should be applied which forces the operation to stay within reduced parameters which are acceptable. This would meet the maximum temperature requirements.

For the specification of the minimum temperature of the *BDM/CDM/PDS*, the climatic and mechanical stress shall be considered, if selected as part of Clause 4. This includes

- the possibility of condensation when transitioning from an extremely cold state into operation, or
- the mechanical stress of a rapid temperature change on the materials used in the transformer.

Care should be taken to ensure that the transformer is selected appropriately for the range of ambient temperatures the application space will present.

In most cases, the supplier of the transformer will define the appropriate ambient temperature for the product in most conditions like storage, transportation, or operation. The selection of the transformer should consider and follow the *manufacturer's* recommendations.

For safety, apply IEC 61800-5-1.

5.3.6.2.4 Impedance

5.3.6.2.4.1 General

The input transformer impedances should be coordinated in regard to harmonic emission and fault current requirements; typically, the impedance is in the 6 % to 12 % range according to IEC 60076 (all parts).

5.3.6.2.4.2 Commutating reactance

Commutating reactance is an important parameter for line commutated *converters*. Measurement methods for commutating reactance are given IEC 61378-1.

5.3.6.2.4.3 Impedance with self-commutated converters

Commutating reactance has less impact on the performance of self-commutated *converters*. However, transformer impedance may be important to limit harmonic currents or fault currents. For self-commutated *converters*, the impedance is usually taken to be the *short-circuit* transformer impedance measured in standard transformer tests. See IEC 60076-1. Measuring the *short-circuit* impedance at the frequency of interest may also be advisable.

5.3.6.2.5 Common mode and DC voltages

Some types of *converters* can impose voltage offsets on input or output transformers. Two common problems caused by voltage offsets are:

- increased insulation stress due to common mode voltages or unusual voltage conditions;
- core saturation due to DC voltage or DC current magnetization.

These problems should be considered and addressed in the properly designed PDS.

Apply IEC TS 61800-8.

5.3.6.2.6 Specific considerations

5.3.6.2.6.1 Cooling systems

See IEC 60076-1.

5.3.6.2.6.2 Voltage accuracy

Apply IEC 60076 (all parts).

5.3.6.2.6.3 Parallel connection of bridges

Care should be taken when considering the case of parallel connection of bridges (accuracy of no-load voltages, phase shift, short-circuit impedance of each secondary winding).

5.3.6.2.6.4 Shielding between primary and secondary winding

An electrostatic shield is recommended in order to prevent high-voltage transients being transferred to the secondary due to capacitive coupling. The shield also has an EMC effect on the common mode impedance for conducted disturbances. For both reasons, the inductance of the shield connection to earth should be low.

For full EMC considerations, apply IEC 61800-3.

5.3.6.2.6.5 Short-circuit requirements

Existing *BDM/CDM* designs create an increased possibility of *short-circuit* events on the secondary of a transformer. This is due to the usage of power electronic circuits fed by the secondary of the transformer. These power electronic circuits are most likely to fail in a shorted condition at the start of the failure. Care should be taken to ensure that the transformer used is constructed to tolerate these occurrences, or additional protection should be provided to limit the energy to within acceptable levels during the *short-circuit* events.

5.3.6.2.7 Overvoltages

Additional overvoltage limitation may be required to be provided for main power supply transformers (for example transient energy absorption as lightning arresters (LA)). Care should be taken to ensure that it is addressed through construction or additional protection when required.

The energy of the non-repetitive transients caused by no-load switching of the main transformer feeding the *converter* assembly is related to the transformer magnetizing energy E . Under the assumption of a sinusoidal magnetizing current, the energy stored in the magnetizing impedance of the transformer can be calculated by the following equation:

$$E(\text{J}) = \frac{i_{\text{mpu}}^2}{4 \times \pi \times f_{\text{LN}}} \times S_{\text{N}}$$

where

i_{mpu} is the magnetizing current, referred to the rated transformer current (p.u.);

f_{LN} is the rated frequency (Hz);

S_{N} is the apparent power of the transformer (VA).

5.3.6.3 Motor

5.3.6.3.1 General

It is important to ensure that the *motor* selected for the PDS is adequate for the intended application, including all modes of operations, environmental conditions, EMC, energy *efficiency*, and safety considerations. For operations and environmental conditions apply IEC 60034 (all parts), for EMC apply IEC 61800-3, for energy *efficiency* apply IEC 61800-9-2, and for safety apply IEC 61800-5-1. *Motor* construction can consist of general-purpose standard design as well as special application orientated. In addition to standard *motor* designs, new technologies including permanent magnet *motors* and other special solutions are also considered.

In this field of application, many different types of *motors* exist. Most are induction and synchronous *motors*. The number of phases is typically three or six.

Requirements for commonly used *motors* are covered by the relevant product standard of the IEC 60034 series. Subclause 5.3.6.3 considers the integration and interfacing of the *motor* as a part of the PDS.

5.3.6.3.2 Design considerations

Generally, the design of a *motor* should follow IEC 60034 (all parts) or nationally recognized equivalent.

Special attention is required because of the *speed* dependency on heat transfer of self-ventilated cooling systems and additional harmonic losses in *inverter* fed *motor* operation (see IEC 60034-25).

Unless otherwise specified, ambient and cooling temperatures, thermal class and temperature rise of the motor winding insulation system in *inverter* fed conditions should be in accordance with IEC 60034-1.

For *motor* energy *efficiency*, see IEC 60034-30 (all parts) and guidance from IEC 60034-1, for PDS energy *efficiency* IEC 61800-9-2, and for safety of the PDS see IEC 61800-5-1.

5.3.6.3.3 Performance requirements

5.3.6.3.3.1 General

The performance requirements of the motor should be selected to meet the requirements of the application. These requirements will commonly include voltage, current, frequency, speed, torque, inertia, environmental, etc.

In the case of 3-phase *motors*, occasionally a direct bypass to the line-side of the *BDM/CDM* may be required. A *motor* partial-winding operation in the case of a winding system with a multiple of 3 phases is also conceivable.

If performance and rating conditions for such a bypass operation are required, this should be requested by the *customer* and have clear detail provided to the supplier. If selected, the following detail is provided, but not considered an exhaustive list.

- necessary starting performance;
- eventually different *rated torque*.

For additional performance information, apply IEC 60034 (all parts).

5.3.6.3.3.2 Motor input ratings

The parameters for the input to the *motor* fed from a *BDM/CDM* are important in the properly designed PDS. Information regarding *motor* rating, operating frequency and voltage ranges can be found in IEC TS 61800-8.

Additional important information is the *motor* current which should be considered at rated *motor* voltage, base *speed* and rated PDS load. The following information is likely required for all applications:

- the total RMS current of the *motor* (I_{AN});
- the fundamental and the relevant harmonic current spectrum of the *motor* may be required at the specified or typical output impedance (including *motor* and, if any, transformer and filters); the information specific to the *motor*, transformers and filters, if any.

The *system integrator* should consider the following when purchasing the *motor* to ensure it will work within the PDS design:

- the excitation current of the motor, if any;
- the auxiliary supply.

NOTE For detail on the additional losses due to the higher frequency current harmonics, see IEC 61800-9-2.

5.3.6.3.3.3 Motor output ratings

See 5.3.6.3.3.1.

5.3.6.3.4 Mechanical system integration requirements

5.3.6.3.4.1 Protection against destructive shaft voltages or bearing currents

The *system integrator* should determine whether a *motor* with bearing insulation at the non-driven end is required and supplied accordingly.

In addition to the recommended earthing practices, other preventive measures may be necessary. They are especially needed when high frequency components exist in the *motor* voltage, including common mode voltages, caused by the *converter*. Some additional insulation measures include:

- the complete isolation of the *motor* shaft from the motor frame by the insulation of all the *motor* bearings in combination with a suitable earthing of the shaft to exclude electrostatic charging effects;
- an insulated coupling used to connect the driven equipment.

Filtering can also be considered, according to the topology of the *inverter*, particularly in the case of PWM voltage source *inverters* by means of:

- common mode filters;
- dv/dt limitation;
- sinusoidal filter.

The *system integrator* should give advice, if additional measures are required.

See IEC TS 61800-8 for guidance.

5.3.6.3.4.2 Motor vibrations and lateral resonance

Unless otherwise specified, the permitted limits of vibration severity and method of measurement should be as defined in IEC 60034-14.

In this context, the correct *motor* fastening (foundation, mechanical string alignment and coupling) is a consideration of the *system integrator*, which will need to coordinate this with the *manufacturer* of the driven equipment and *motor*. Special attention should be given to the lateral resonance frequencies of the whole mechanical string.

For compliance, see 6.6.3.8.2.

5.3.6.3.4.3 Torque pulsations and torsion considerations

Torque pulsations are electromagnetically produced as a result of voltage and current harmonics in a *converter* fed *motor*.

Disturbing or dangerous influences on mechanical structure elements, such as excitation of torsion resonances of the *motor* and driven equipment, should be avoided during normal operation and under fault conditions.

Necessary analyses and corrective actions should be defined and managed by the *system integrator* and should be undertaken in close cooperation between *converter*, *motor* and driven equipment experts during the PDS and extended product design process.

For safety, apply IEC 61800-5-1, IEC 60034 (all parts), and other specific standards relating to the driven equipment as required.

5.3.6.3.5 Voltage stress of the *motor* winding insulation system

5.3.6.3.5.1 General

The *system integrator* should ensure that, in all practical conditions of operation, the voltage stress level does not exceed the insulation system voltage stress capability. Therefore, the *system integrator* is responsible for specifying the voltage stress level at the *motor* terminals, taking into account possible voltage reflection depending on the topology of the *converter*, cable type and length, etc. Relevant parameters for insulation stress are transient peak voltage values, peak rise time, repetition rate, etc.

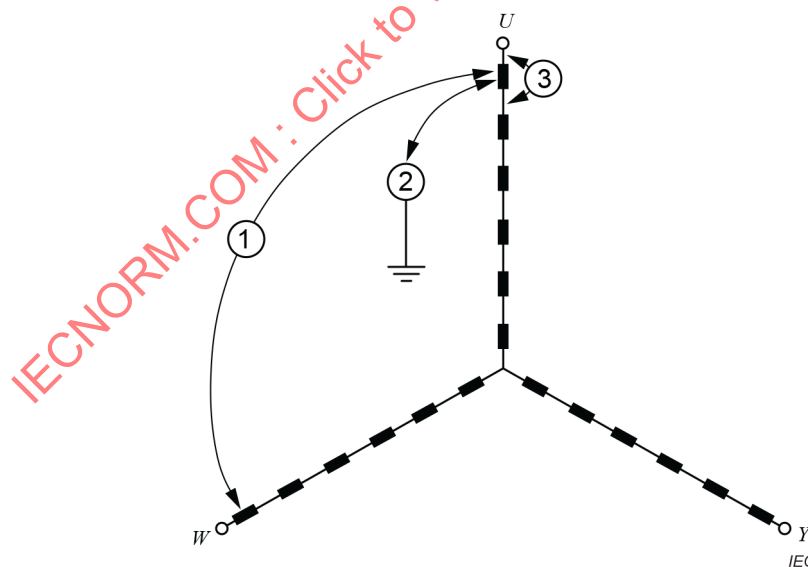
The *system integrator* should ensure that the *motor* selected will withstand the voltage stress of the application. To ensure that no service lifetime reduction of the *motor* insulation occurs, the actual stress due to *converter* operation should be lower than the repetitive voltage stress withstand capability of the motor winding insulation system.

For detail, see IEC 60034-25 and IEC TS 61800-8.

For testing options, see 6.6.3.8.5.

5.3.6.3.5.2 Types of winding stresses and limiting figures

Three different insulation stresses exist (see Figure 12).



Key

- 1 main insulation line to line
- 2 main insulation line to frame
- 3 inter-turn insulation in first coil

Figure 12 – Insulation stressing types

In line fed *motors* (sinusoidal, low frequency), the most occurs in the line to line and line to frame insulation. The electric stress of the inter-turn insulation is relatively low; however, in the case of *converter* fed *motors*, it can become very important and increased attention is necessary.

In a *converter* fed operation, the *motor* voltage is non-sinusoidal, typically with repeated transient voltage steps caused, for example, by fast switching PWM-inverters with relatively high pulse frequencies or by load side commutation notches of a thyristor *inverter*. In case of PWM voltage source *inverter* with *motors* fed via relatively long cables, each transient voltage step leads to reflections at the *motor* and the *converter* terminals with typically oscillating voltage overshoots (Figure 13).

t_a is the peak rise time of the voltage step (including the mentioned reflection phenomena). Definition of t_a is given in IEC 60034-25 as the time for the voltage to change from 10 % to 90 % of the total transient voltage Δu including overshoot (see Figure 13).

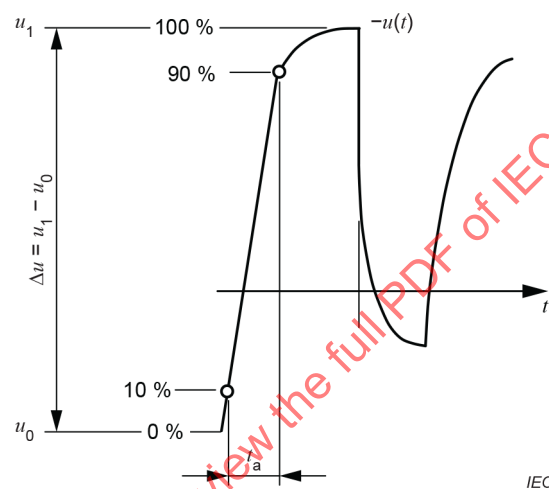
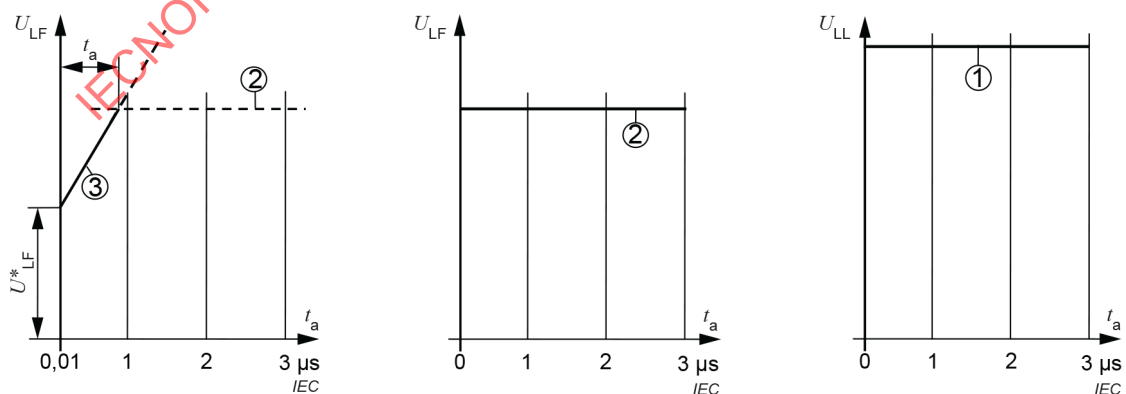


Figure 13 – Definition of the transient voltage at the terminals of the *motor*

The repetitive voltage stress withstand capability of the winding insulation system without service lifetime reduction can be described by the border lines given in Figure 14 a), Figure 14 b), and Figure 14 c). These borderlines refer to the admissible pulse voltage, including voltage reflections at the *motor* terminals. The numbers (circled 1, 2, 3 not on x-axis) in Figure 14 are common references to Figure 12 and to Table 9.



a) Determined by interturn insulation and winding design

b) Determined by main insulation line to frame

c) Determined by main insulation line to line

Figure 14 – Admissible pulse voltage (including voltage reflection and damping) at the *motor* terminals as a function of the peak rise time t_a

Figure 14 represents:

- inter-turn stressing type 3 relevant for transient voltage steps ΔU_{LF} with typical peak rise time $t_a \leq 1 \mu s$ (Figure 14 a));
- voltage differences up to the withstand capability of the main insulation according to Figure 14 b) for line to frame stressing type 2;

– voltage differences up to the withstand capability of the main insulation according to Figure 14 c) for line to line stressing type 1.

5.3.6.3.5.3 Typical voltage stresses capability of *motors* with usual design

Deriving from the insulation stress at line operation with usual voltage tolerances, the usual design of *motors* gives at least a withstand capability indicated in the right column of Table 9. These formulae are given for guidance, if no further information is available from the *motor manufacturer* and represent minimum values. Significant higher voltage limitations are often proposed.

Table 9 – Limiting parts and typical voltage stress capability of the *motor* insulation system

Limiting part of insulation system	Relevant peak voltage value	Voltage stress capability of 3-phase motors
Main insulation, line to line, see ① from Figure 14	U_{LL} line to line voltage difference	$U_{LL} = 1,1 U_{Ins} \sqrt{2} \approx 1,6 U_{Ins}$
Main insulation, line to frame, see ② from Figure 14	U_{LF} line to frame max. voltage difference	$U_{LF} = 1,1 U_{Ins} \sqrt{2/3} \approx 0,9 U_{Ins}$
Inter-turn insulation of first coil, see ③ from Figure 14	ΔU_{LF} voltage step t_a associated peak rise time (see Figure 13)	ΔU_{LF} at least 3 kV $t_a \approx 1 \mu s$ See Figure 14 a)
U_{Ins} is the rated RMS voltage value of <i>motor</i> insulation system.		

NOTE 1 The "rated voltage of insulation system" U_{Ins} (shown in Table 9) is not necessarily equal to the "rated *motor* voltage" U_{AN} .

NOTE 2 In the case of *inverter* fed *motors*, it is often appropriate to use a *motor* design with improved insulation systems having $U_{Ins} > U_{AN}$ (*motor*).

NOTE 3 As Figure 14 a) shows, the inter-turn insulation of the first coil is the limiting part for permissible transient voltage steps ΔU_{LF} in case of relatively short peak rise times in the range $0,01 \mu s \leq t_a \leq 1 \mu s$.

For $t_a > 1 \mu s$, the relevant limitations are normally given by the main insulation (Figure 14 b) and Figure 14 c)).

NOTE 4 Because the switching of semiconductor elements in each phase occur at different times, the line to line voltage and the line to frame voltage have corresponding transient voltage steps $\Delta U_{LL} = \Delta U_{LF}$.

5.3.6.3.5.4 Functional evaluation of motor winding insulation systems

Test procedures for winding insulation systems used in *motors* of rated voltage above 1 000 V should be in accordance with IEC 60034-18-31. Special attention is required, because of the additional stress factors produced by the *converter* fed operation such as increased voltage stress and high frequency repetition rate, additional heating as a result of harmonic losses and mechanical vibrations.

5.3.6.3.6 Designation of essential data

The following information may be of interest in addition to the normal rating plate of the motor:

- *rated torque*;
- *torque at minimum speed*;
- *lowest speed at rated torque*;
- *minimum speed*;
- *base speed*;
- *maximum speed*.

The following additional information may be necessary for a proper system design and installation of the motor, and may be supplied separately, for example in the product documentation:

- rotor moment of inertia and, if required, *motor* shaft stiffness for torsion investigations;
- additional *insulation* system data such as rated voltage;
- direction of rotation, and limit if any;
- air flow and surrounding requirements for *motor* cooling system;
- *motor* impedances (if required);
- relevant mounting dimensions;
- the shaft, the dimensions and the balancing should be in accordance with ISO/IEC, unless otherwise specified, "half key balancing" is relevant;
- mass of *motor* (rotor, stator);
- instructions for transportation, handling and storage;
- safety and maintenance instructions.

For detail, see IEC 60034 (all parts).

5.3.6.3.7 Bearing current

See IEC TS 61800-8 for detail.

For compliance, see 6.6.3.8.4.

5.4 Performance

5.4.1 Operational

5.4.1.1 General

The ratings of included features of the *BDM/CDM/PDS* should be specified by the appropriate *manufacturer*. One or more of the following features can be included (this list is not intended to be exhaustive):

- timed acceleration/deceleration;
- *dynamic braking*;
- reversing;
- *regeneration*;
- line filtering;
- input/output data processing (analog/digital);
- automatic restart;

- *DC braking.*

5.4.1.2 Steady state performance

5.4.1.2.1 General

The control system is in a steady state when the reference and operating variables have been constant for more than three times the settling time of the control system and the service variables have been constant for more than three times the longest time constant of the equipment (for example, the thermal time constant of the *speed* sensor). Steady state performance for drive variables such as *torque*, *speed*, position etc. should be considered in accordance with 5.4.1.2.2 to 5.4.1.2.5.

For compliance, see 6.6.3.9.

5.4.1.2.2 Deviation band

The deviation band (see Figure 15) is the total excursion of the directly controlled variable (unless another variable is specified) under steady state conditions as a result of changes in the service or operating conditions within their specified ranges.

The deviation band is expressed:

- as a percentage of the ideal maximum value of the directly controlled (or other specified) variable (see example in 5.4.1.2.3);
- as an absolute number for variables which have no readily definable base, such as position.

The signal representing the directly controlled variable should be filtered, for example by a first order low-pass filter with a 100 ms time constant, in order to remove noise and ripple from the signal.

NOTE The deviation band cannot be used to specify items which are not related with the steady state control performance (e.g. *torque* pulsation, or the *speed* ripple caused by load *torque* or *motor torque* pulsation).

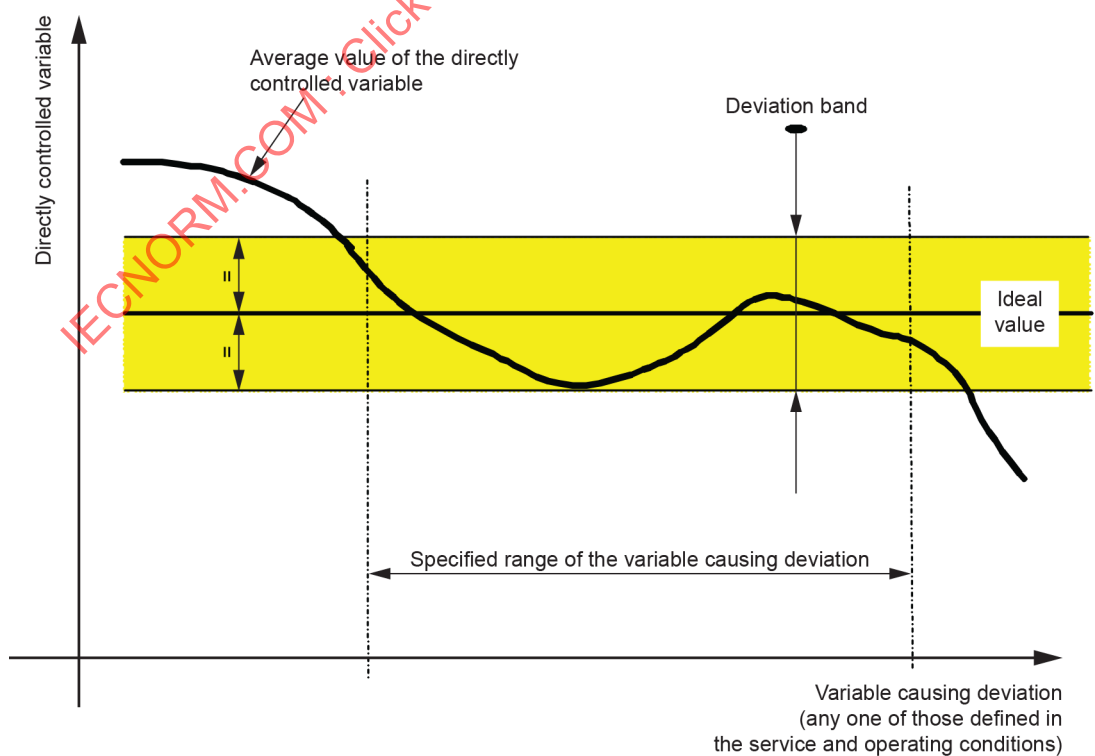


Figure 15 – Deviation band

5.4.1.2.3 Selection of deviation band

The steady state performance of a feedback control system can be described by a number, selected from Table 10, or a different level can be selected if appropriate for the application.

The range of variables to which the deviation band applies can be specified (see Figure 15).

Table 10 – Maximum deviation bands (percent)

±20	±10	±5	±2	±1	±0,5	±0,2	±0,1	±0,05	±0,02	±0,01
-----	-----	----	----	----	------	------	------	-------	-------	-------

EXAMPLE A *PDS* has a 60 Hz; at 1 780 r/min *motor* that is fed by a frequency *converter*. The maximum *speed* of the *PDS* is 2 000 r/min and the specified deviation band for the speed control is ±0,5 %. Operating conditions are: *speed* range: 0 to 2 000 r/min; load *torque* range: zero to *rated torque*. Service conditions, ambient temperature range: 5 °C to 40 °C.

Thus, the deviation of the actual *speed* from the ideal value (speed reference) is:

$$\pm 0,5 \% \text{ of } 2\,000 \text{ r/min} = \pm 10 \text{ r/min}$$

when the value of the *speed* reference, load *torque* and ambient temperature are within their specified ranges.

For example, if the *speed* reference is 1 200 r/min, the actual *speed* of the *motor* will be 1 200 r/min ± 10 r/min, that is between 1 190 r/min and 1 210 r/min.

5.4.1.2.4 Service deviation band – Limits

The service deviation band specified by *BDM/CDM/PDS manufacturer(s)* should be followed under any combination of applicable service conditions at any time during any 1 h interval following a warm-up period, with the operating variables held constant during the observation.

5.4.1.2.5 Operating deviation band – Limits

The operating deviation band of the directly controlled variable should not be exceeded for the range of the operating variable indicated. The service conditions shall be held constant during the observation.

When required by the application, the performance information should also include data on the steady state relationship of the directly controlled variable to the reference. This aspect of performance is not included in the above discussion of operating or service deviation bands.

5.4.1.3 Dynamic performance

5.4.1.3.1 General

The dynamic performance of the *BDM/CDM/PDS* varies greatly based on application. There are many ways in which dynamic performance is achieved, including: current-limit, timed acceleration, inertia limits, ratio of voltage and frequency (V/Hz), etc. These parameters should be considered with respect to the final design of *PDS* and extended product with focus on the application need. For compliance, see 6.6.3.10.2, 6.6.3.10.3, 6.6.3.10.4, 6.6.3.10.5.

5.4.1.3.2 Time responses

5.4.1.3.2.1 General

Time response represents the output versus time curve resulting from the application of a specified input, under specified operating and service conditions.

The *PDS* should operate before the application of a specified input under the following operating and service conditions:

- base *speed*;
- *maximum rated speed*;
- no load;
- rated *input voltage* and *input frequency*;
- temperature stabilized after a 1 h warm-up of the measuring equipment and interfaces, ambient temperature being within service conditions.

The output curve may contain a significant amount of ripple, for example due to the operation of the power semiconductor devices in the *BDM*. The average curve should be used in the determination of the time response (see Figure 16). Typical time responses for a *PDS* are the time responses following a step change of *speed* reference, current reference or *torque* reference (see Figure 16) and the time response following a change in the load *torque* (see Figure 17). For specification purposes, the load *torque* of the driven equipment should be assumed to increase linearly from zero to a specified *torque* (or decrease from a specified *torque* to zero) within 100 ms, without overshoot.

5.4.1.3.2.2 Response time

The response time is the time required, following the initiation of a specified *stimulus* (in percentage of rise rate of change) to a system, for an output going in the direction of the necessary corrective action to first reach a specified value.

The specified value for a time response following a step change of reference input (see Figure 16) should be the initial average value plus 90 % of the steady state increment. The transient overshoot should be equal or less than 10 % of the steady state increment. For a time response following a change in an operating variable (see Figure 17), the specified value should be the final average value plus 10 % of the maximum transient deviation.

5.4.1.3.2.3 Rise time

The rise time is the time required for the output of a control system to make the change from a small specified percentage of the steady-state increment to a large specified percentage of the steady-state increment, either before overshoot or in the absence of overshoot (see Figure 16).

The small specified percentage should be 10 %, the large specified percentage should be 90 % and the transient overshoot should be equal or less than 10 % of the steady state increment. If the term "rise time" is unqualified, response to a step change is understood. Otherwise, the pattern and magnitude of the *stimulus* should be specified.

5.4.1.3.2.4 Settling time

The settling time is the time required, following the initiation of a specified *stimulus* to a system, for a specified variable to enter and remain within a specified narrow band centered on its final average value.

For a time response following a step change of reference input (see Figure 16), the specified band should be ± 2 % of the steady state increment. For a time response following a change in an operating variable (see Figure 17), the specified band should be ± 5 % of the maximum transient deviation.

5.4.1.3.2.5 Load impact *speed* deviation area

Load impact *speed* deviation area (corresponding to a drift of the position) provides an assessment of the response of a *speed* control for a sudden change in load *torque* (see Figure 17). The formula is

$$A = \frac{B \times C}{2} \quad (1)$$

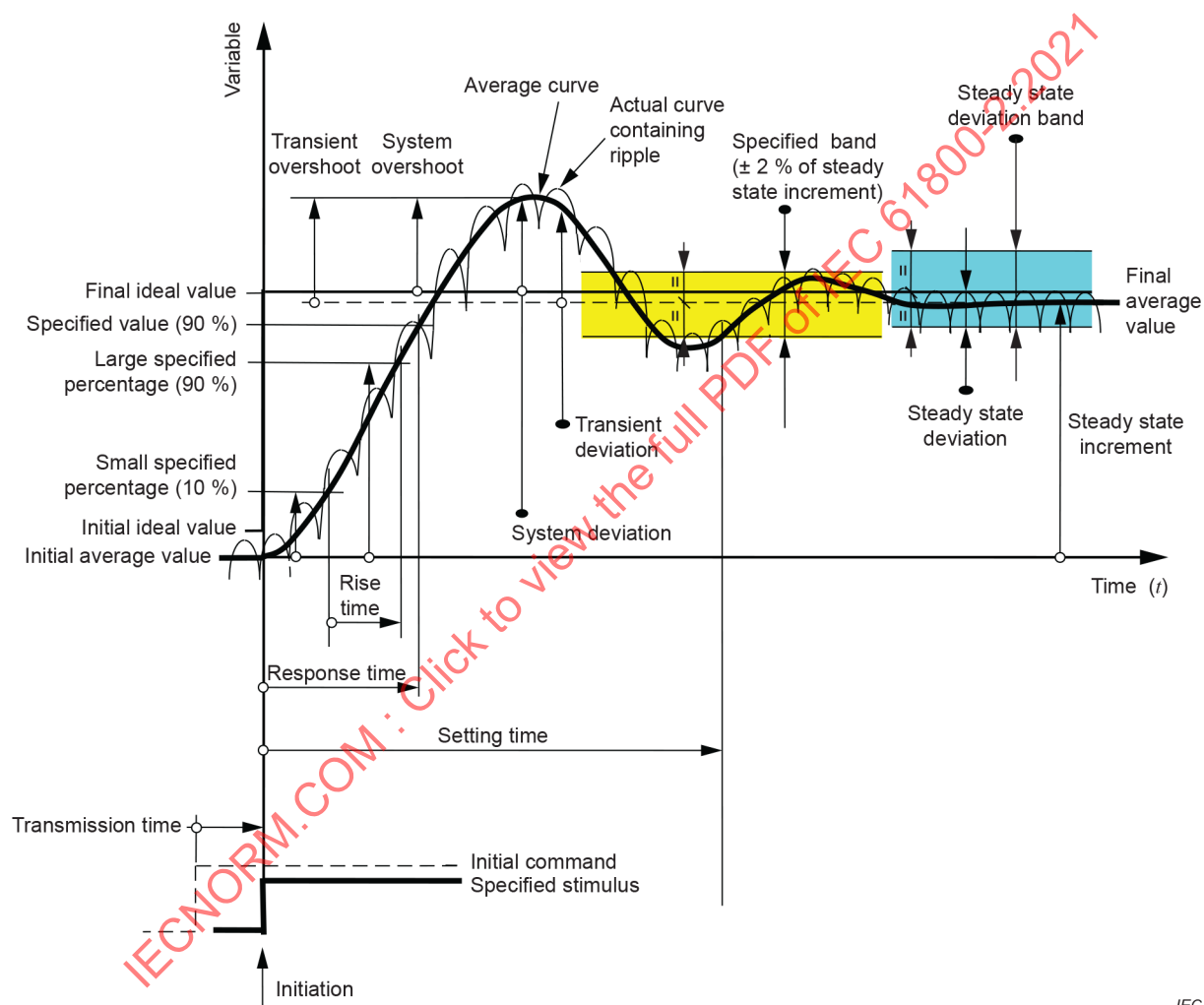
where

A is the load impact speed deviation area;

B is the response time;

C is the transient deviation.

The maximum transient deviation is given as a percentage of the maximum operating *speed*. Thus, the unit of the load impact *speed* deviation area is percent seconds (% s).



IEC

**Figure 16 – Time response following a step change of reference input –
No change in operating variables**

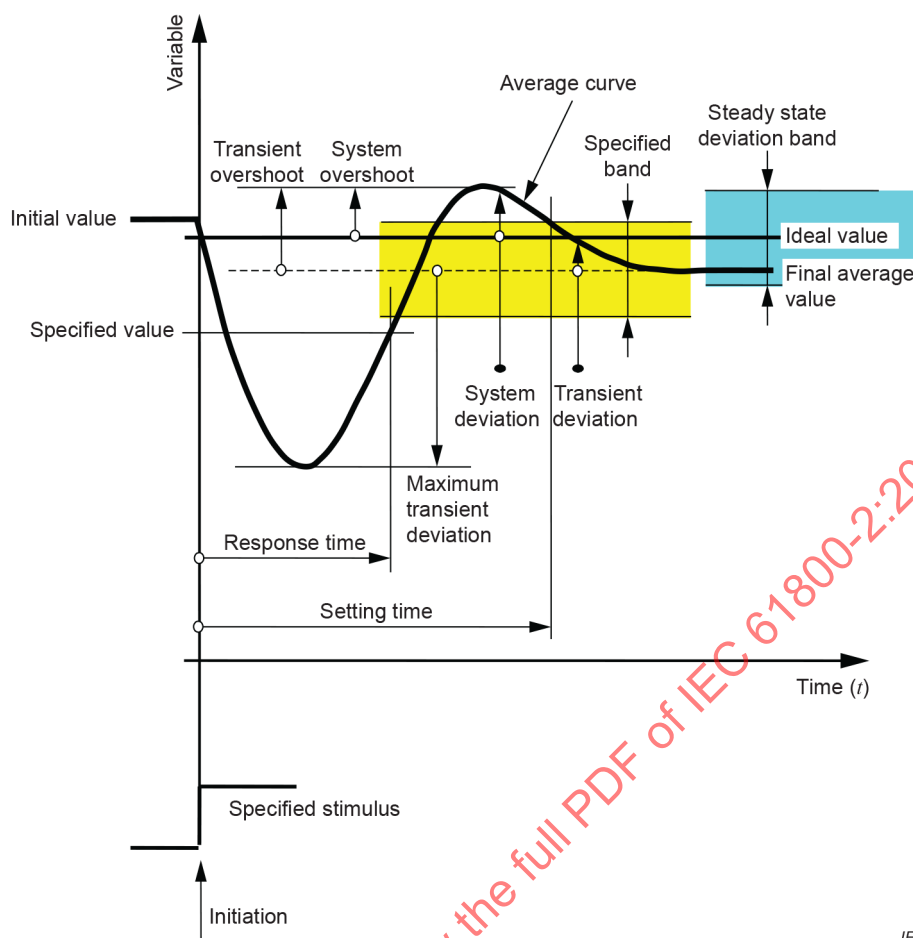


Figure 17 – Time response following a change in an operating variable – No reference change

5.4.1.3.2.6 Dynamic deviation

Dynamic deviation is the deviation between the reference (ideal value) and actual value when the reference is changed at specified rate (see Figure 18).

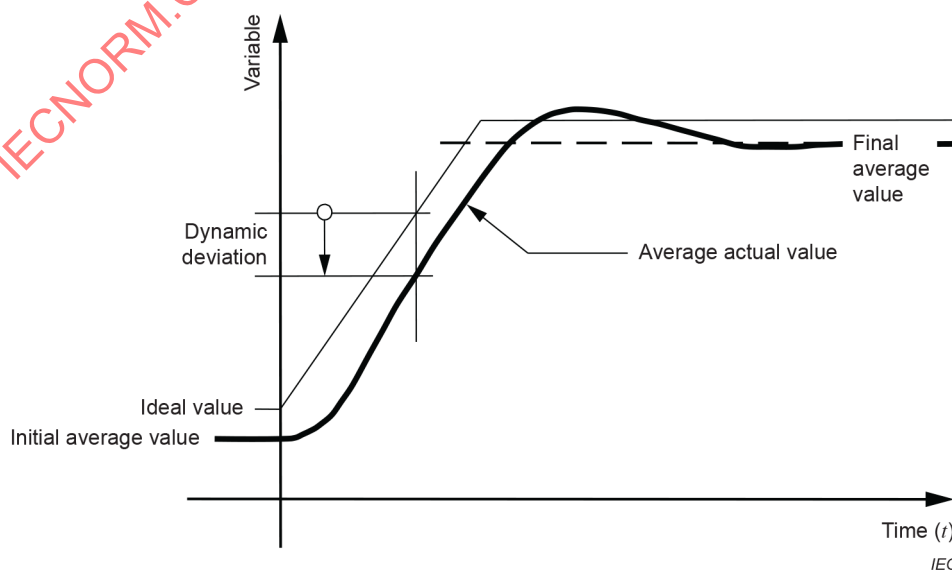


Figure 18 – Time response following a reference change at specified rate

5.4.1.3.2.7 Torque amplification factor (TAF)

Torque amplification factor is the ratio

$$A = \frac{M_p - M_{ini}}{M_{inc}} \quad (2)$$

where

A is the *torque* amplification factor;

M_p is the peak *torque* encountered in the shaft system after a sudden increase in the load *torque* by the amount M_{inc} ;

M_{ini} is the initial *torque* before the *torque* increase.

5.4.1.3.3 Frequency response of the control

5.4.1.3.3.1 Frequency analysis

Frequency response represents the amplitude ratio (amplification) and phase difference between the controlled variable and the sinusoidal *stimulus* as a function of the *stimulus* frequency when the feedback loop (if it exists) is closed.

NOTE 1 It is possible to use multi-frequency *stimulus* (noise) instead of the sinusoidal variable frequency *stimulus* when the frequency response is measured using a frequency analyzer.

NOTE 2 It is common to use decibels (dB) with the amplification (see IEC 60027-3). The formula is:

$$G = 20 \log_{10} \left(\frac{F_2}{F_1} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

where

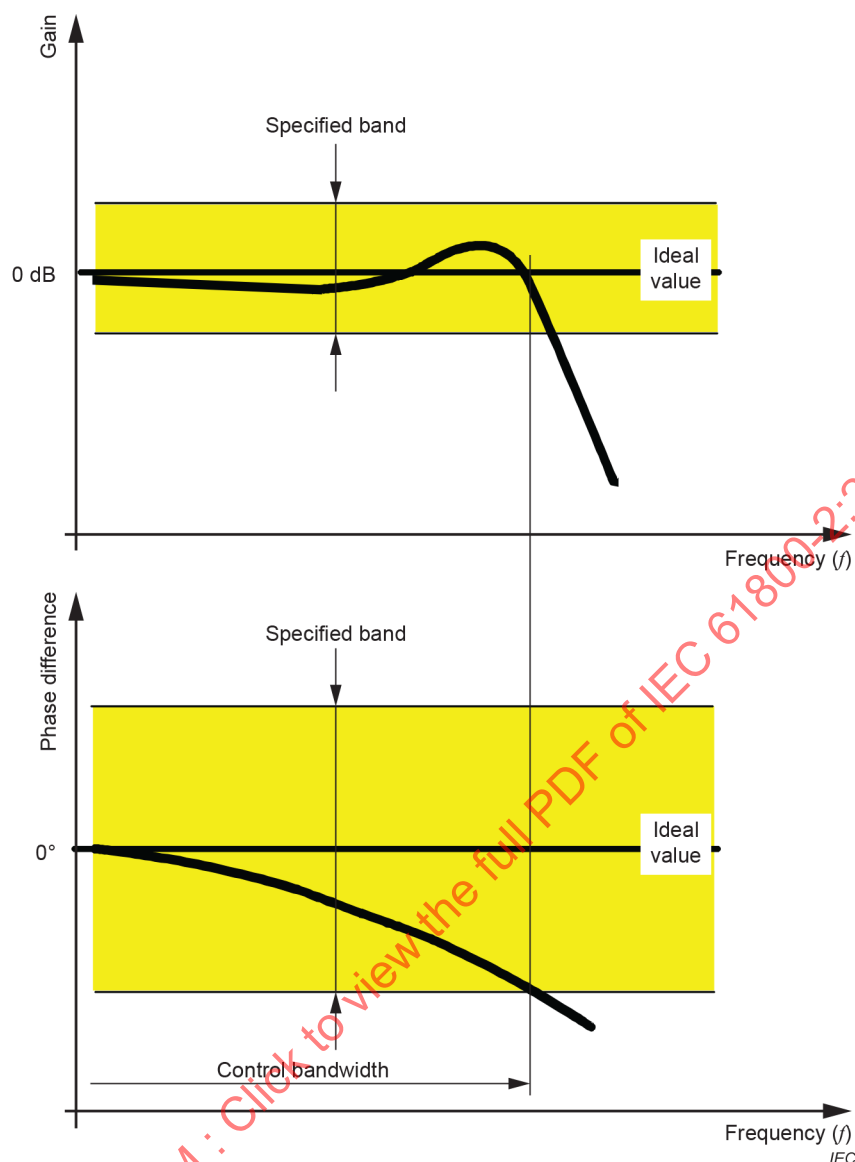
F_2/F_1 is the amplitude ratio;

G is the gain.

For example, if the amplitude ratio is 0,708, the gain is approximately –3 dB.

5.4.1.3.3.2 Control bandwidth

The control bandwidth is the frequency interval where both the amplification (gain) and phase difference of the frequency response with the reference variable as a *stimulus* remain within specified bands centered on 0 dB and 0° values, respectively (see Figure 19). The specified bands should be ±3 dB and ±90°.



NOTE The control bandwidth of the case shown in the figure is limited by the specified phase band.

Figure 19 – Frequency response of the control – Reference value as *stimulus*

5.4.1.3.3.3 Disturbance sensitivity

The disturbance sensitivity is the frequency response amplification when the *stimulus* is a specified operating variable. Typical example is the sensitivity of the *motor speed* for pulsating load torque.

NOTE The sensitivity can be expressed in dB only when both the controlled variable amplitude and the *stimulus* amplitude are expressed in per unit (p.u.).

5.4.1.4 Dynamic braking

5.4.1.4.1 Resistive braking

5.4.1.4.1.1 General

Resistive braking refers to the addition of dissipative elements (resistors) to allow faster electrical braking of the machine. Resistive braking here is considered to apply only to the use of a resistor across the *DC link* of *BDM/CDM/PDS*. This requires maintained control of the inverter. It is not necessarily the only or best method of emergency stopping.

5.4.1.4.1.2 Resistive braking (stop)

When resistive braking (stop) is provided:

- a) the *converter* should be capable of braking a load at a current depending on *converter* rating;
- b) *PDSs* with large variable inertia of the driven equipment (such as winders) should be capable of braking the maximum stored energy. With the *dynamic braking* resistor initially at ambient temperature, the energy rating should be adequate to allow stopping the drive system once from any operating speed. In this case, the inertia of the driven equipment should be provided by the *customer*.

5.4.1.4.1.3 Resistive braking (slowdown)

When resistive braking (slowdown) is provided:

- a) the resistor should be capable of absorbing the total stored rotational energy of the *motor* and the driven equipment under specified braking sequences between specified speeds with the resistor initially at ambient temperature;
- b) the *converter* should be capable of handling the AC current during the above sequence(s).
- c) the inertia should be provided by the *customer*.

5.4.1.4.2 DC braking

DC braking can also be available.

NOTE The available braking *torque* can decrease at low speed.

5.4.1.4.3 Regenerative braking

Torque and *speed* can, in general, have two polarities, so that there are four quadrants of operation. If *torque* and *speed* have the same polarity, then power is flowing from the line to the *motor*. On the other hand, if the *torque* opposes the direction of rotation, then power is flowing from the *motor* to the line.

Energy transfer from the line to the *motor* is called "motoring operation", while energy transfer from the *motor* to the line is called "regenerating operation". Energy transfer from the *motor* to the line could include energy transfer to other devices connected to the *DC link* of the regenerating device.

Many of the topologies are capable of *four quadrant operation* and therefore, regenerative braking.

5.4.1.5 Other performance requirements

5.4.1.5.1 Application requirements

Application requirements may include:

- audible noise;
- operating quadrants: the usual combination are quadrants I, II and III, or all quadrants;
- *torque* as a function of *speed*;
- special mechanical conditions.

5.4.1.5.2 Supply connection requirements

Supply connection requirements may include:

- earthing;

- displacement factor at rated condition;
- line side harmonic content;
- maximum symmetrical fault current, *short circuit*.

NOTE For details, see IEC 61800-3 and IEC 61800-5-1.

5.4.1.5.3 Rating requirements

Rating requirements may include:

- *rated output current* (I_{aN}/I_{AN}) (see 5.3.3.1);
- *rated output voltage* (U_{aN1}/U_{AN1}) (see 5.3.3.1);

5.4.2 Fault supervision

5.4.2.1 General

The *BDM/CDM* should provide specified fault indication and response. This may consist of a common alarm and/or trip signal provided via dry relay contact(s) or static relay(s). The fault indication is normally activated by one or more of the *BDM/CDM* faults, which may include but are not limited to the following:

- external faults;
- *output power* section fault;
- instantaneous overcurrent;
- overtemperature (*converter*);
- loss of cooling air;
- *motor* overload;
- auxiliary power supply fault;
- supply overvoltage/undervoltage;
- loss of supply phase;
- internal control system fault;
- regulator/power circuit diagnostics;
- current limit or timed acceleration;
- overspeed and loss of *speed* feedback;
- cooling fan failure.

5.4.2.2 *BDM/CDM/PDS* protection interface

The *PDS* should contain the necessary protection functions, system components protection and generally high system availability. Well-designed protection will protect against contingencies internal and external to the drive system. This should include the protections listed in Table 11.

Table 11 – PDS protection functions

Line-side supply	Alarm	Trip	Remark
Outage, phase loss	X	X	
Line overvoltages	X	X	
Line under-voltages	X	X	
Line voltage unbalance	X	X	
Line feeder	Alarm	Trip	Remark
Overcurrent		X	
Overload	X	X	
Transformer	Alarm	Trip	Remark
Gas relay (Buchholz)	X	X	Oil-type only
Over-temperature	X	X	
Loss of cooling media	X	X	
Low oil level	X		Oil-type only
Converter	Alarm	Trip	Remark
Overcurrent	X	X	Commutation failure, <i>short circuit</i> , etc.
Overload	X	(X)	Thermal
Overvoltage	X	X	
Ground fault	X	(X)	
Loss of cooling	X	(X)	
Over-temperature	X	(X)	
Loss of auxiliary supply	X	X	
Loss of communication to process control	X	(X)	
Loss of <i>speed</i> feedback	X		
Motor	Alarm	Trip	Remark
<i>Motor</i> over/under-voltage	X	X	
<i>Motor</i> overcurrent	X	X	
Overload	X	(X)	Thermal
Over-speed	X	X	
Winding over-temperature	X	X	
Bearing over-temperature	X	X	
High vibrations	X	X	
Loss of cooling	X	(X)	
Loss of lubrication	X	X	
NOTE 1 Vibration protection functions can be taken care of by the driven equipment supplier.			
NOTE 2 (X): conditionally applied.			

The impedance of the supply network at the IPC, and the input impedances of the PDS shall be considered if selected as part of Table 6.

The demand for and the scope of the PDS protection system increase typically with the power of the drive system. For large or important drives, a diagnostic system to help the *customer* in fault conditions is recommended.

5.4.3 Minimum status indication required

The *BDM/CDM/PDS* should be equipped with a status indication signal for "drive on" (whether *motor* rotating or at standstill). The *BDM/CDM/PDS* may also be equipped with a status indication signal "drive ready for operation".

5.4.4 I/O devices

5.4.4.1 General

Number and nature of I/O should be stated by the *manufacturer*.

Inputs and outputs are needed for both variables and parameters. They are provided through analog or digital inputs/outputs using voltage or current. They are also communicated through serial or parallel links according to various communications standards. Both analog and digital variables can be manually set using a control panel and can be read on displays. Variables and parameters are treated in the same manner.

5.4.4.2 Process control interface/port

5.4.4.2.1 General

The process control interface/*port* and its performance should be defined. The following list can be used for the definitions.

5.4.4.2.2 Analog input

The items specified may include, but are not limited to, the following:

- number of analog inputs;
- type of analog input, for example:
 - single-ended voltage input,
 - differential voltage input,
 - current loop input;
- isolation voltage level of the input;
- *input voltage* or current range depending on the input type;
- input impedance;
- time constant or bandwidth of the hardware low-pass filter;
- gain and offset errors;
- *resolution* of the A/D converter;
- sampling interval of the A/D converter.

NOTE For a more complete list, see IEC 61131-2.

5.4.4.2.3 Analog output

The items specified may include, but are not limited to, the following:

- number of analog outputs;
- type of analog output, for example:
 - single-ended voltage output,
 - differential voltage output,
 - current loop output;

- isolation voltage level of the output;
- *output voltage* or current range depending on the output type;
- maximum load;
- time constant or bandwidth of the hardware low-pass filter;
- gain and offset errors;
- *resolution* of the D/A converter;
- conversion interval of the D/A converter.

NOTE For a more complete list, see IEC 61131-2.

5.4.4.2.4 Digital input

The items specified may include, but are not limited to, the following:

- number of digital inputs;
- type of digital input:
 - relay input,
 - opto-coupler input;
- isolation voltage level of the input;
- rated control voltage and type (AC or DC);
- input resistance;
- propagation delay of the input.

5.4.4.2.5 Digital output

The items specified may include, but are not limited to, the following:

- number of digital outputs;
- type of digital output, for example:
 - relay output of normally open contact,
 - relay output of normally closed contact,
 - transistor output of normally open contact;
- isolation voltage level of the output;
- maximum voltage and type (AC or DC);
- maximum current and type (AC or DC);
- operation delay of the output;
- propagation delay from input to output.

NOTE For a more complete list, see IEC 61131-2.

5.4.4.2.6 Communication interface/ports

The items specified may include, but are not limited to, the following:

- number of communication interfaces/ports;
- type of communication interface/*port*:
 - commissioning and maintenance interface/*port*,
 - automatic system interface;
- type of the physical interface/*port* (connector and cable type);
- protocol used;
- maximum data transfer rate in bits per second;

- maximum length of the cable that can be connected to the interface/port;
- maximum number of interfaces/ports that can be connected to the same communication cable or communication bus system.

5.5 General safety

For the approach to protection against hazards, apply IEC 61800-5-1. This document does not give any requirements for the safety evaluation of the *BDM/CDM/PDS* as this is covered by the products safety standard IEC 61800-5-1.

5.6 Functional safety

The product safety standard IEC 61800-5-2 provides requirements and guidance to prevent dangerous situations caused by failure in the *BDM/CDM/PDS* affecting motion.

Functional safety is also applicable when the *BDM/CDM/PDS* is used for applications in explosive atmosphere. See 5.14.

Examples of safety functions are:

- unexpected start-up,
- *speed*, *torque* or temperature exceeding the maximum permitted value.

This document does not give any requirements for the functional safety evaluation of the *BDM/CDM/PDS* as this is covered by the functional safety standard IEC 61800-5-2.

5.7 EMC

BDM/CDM/PDS are often installed in industrial environments which include both high power equipment and low-power electronic controls. EM (electro-magnetic) disturbances are prevalent in these environments on the AC main, on conductors used for communications and I/O between equipment and radiated through the air.

In other applications in commercial and residential environments, such as lifts, pumps, and HVAC (heating, ventilation, and air-conditioning), *BDM/CDM/PDSs* may operate in proximity to computers and consumer electronics. It is important that a *PDS* provide sufficient immunity to EM disturbances present in the application environment in order to operate properly and reliably. It is also important that a *BDM/CDM/PDS* does not generate EM disturbances which interfere with the proper operation of other equipment.

Requirements to ensure EM compatibility of *BDM/CDM/PDS* with different application environments are provided in IEC 61800-3.

IEC 61800-3 does not define EM immunity requirements for functional safety in *BDM/CDM/PDS*. Guidance for EM immunity in *BDM/CDM/PDS* associated with functional safety is provided in IEC 61800-5-2.

5.8 Ecodesign

5.8.1 General

The use of energy during the complete lifetime of the *BDM/CDM/PDS* including manufacturing, transportations, operation and disposal, as well as consideration about the selection, use and recycling of raw materials and substances may be taken into consideration.

5.8.2 Energy efficiency and power losses

Energy *efficiency* and/or power losses may be determined for the *BDM/CDM/PDS* itself. Energy *efficiency* of the application system (extended product approach) can be determined using IEC 61800-9-1. For the power losses determination for *CDM/PDS* classifications, power losses limits and measurement methodologies, apply IEC 61800-9-2.

5.8.3 Environmental impact

The *manufacturer* may provide environmental product declaration (EPD) information about the environmental impact, including the energy consumption during manufacturing, transportation and disposal of the *BDM/CDM/PDS*. The information concerning energy consumption should be based on a calculation including energy consumption used for manufacturing and transportation of individual components used in the *BDM/CDM/PDS*.

NOTE No IEC standard for *PDS* is available at the time of development of this document. EN 50598-3 is available as a reference document. UL 10001-1 is also available as a reference document.

5.9 Environmental condition for service, transport and storage

5.9.1 General

The product standard committee for the relevant part of the IEC 61800 series or the *manufacturer* should select the service conditions for operation according to the IEC 60721 series of standards. Attention should be paid to IEC 60721-3-0 which establishes guidance on the usage of the IEC 60721 (all parts). This guidance includes an explanation that the values set within are for reference and are not intended to take the place of the *manufacturer* determining the correct values for the usage of the product in its intended application. The values included in Table 12 and Table 13 and for storage and transportation according to 5.9.3 are acceptable for usage.

The environmental conditions in 5.9.2 to 5.9.6 could be considered minimum requirements, or the *manufacturer* will have to determine the correct levels required by the application. More severe conditions should be specified, if required by the application. See IEC 60721 (all parts) for detail and requirements.

5.9.2 Operation

5.9.2.1 Climatic conditions

5.9.2.1.1 General

The *manufacturer* should state the environmental service condition for the *BDM/CDM/PDS*. The values provided in Table 12 are for reference only. See IEC 60721 (all parts) for detail.

Table 12 – Environmental service conditions

Condition	Indoor conditioned IEC 60721-3-3:1994, IEC 60721-3-3:1994/ AMD1:1995 and IEC 60721-3- 3:1994/AMD2:1996	Indoor unconditioned IEC 60721-3-3:1994, IEC 60721-3-3:1994/ AMD1:1995 and IEC 60721-3- 3:1994/AMD2:1996	Outdoor unconditioned IEC 60721-3-4:1995 and IEC 60721-3-4:1995/ AMD1:1996
Climatic	Class 3K2 (Temperature: 15 °C to 30 °C) (Humidity: 10 % R.H to 75 % R.H./ non-condensing)	Class 3K3 (Temperature: 5 °C to 40 °C) (Humidity: 5 % R.H to 85 % R.H. / non-condensing)	Class 4K6 (Temperature: –20 °C to 55 °C) (Humidity: 4 % R.H to 100 % R.H. / condensing) Rain, snow and hail are permitted.
Pollution degree	3 ^b	3 ^b	4 ^c
Overvoltage category according to IEC 60664-1	See IEC 61800-5-1		
Humidity condition of the human skin	Dry	Water wet ^a	Saltwater wet ^a
Chemically active substances	Class 3C1 (No salt mist)	Class 3C1 (No salt mist)	Class 4C2 (Salt mist) ^a
Mechanically active substances	Class 3S1 (No requirement)	Class 3S1 (No requirement)	Class 4S2 (Dust and sand)
Mechanical	Class 3M1 (Vibration: Table 14, Table 15) (Shock: Table 16)	Class 3M1 (Vibration: Table 14, Table 15) (Shock: Table 16)	Class 4M1 (Vibration: Table 14, Table 15) (Shock: Table 16)
Biological	Class 3B1 (No requirement)	Class 3B1 (No requirement)	Class 4B2 (Mould/fungus/ rodents/termites)
UV resistance	(No requirement)	(No requirement)	Yes ^d
The environmental conditions are guidelines. More severe conditions might be specified. Ultraviolet exposure (sun), food processing industry or other special applications. Marking in manual according to Clause 7. For testing, see Table 20.			
^a Where it is ensured that the equipment will not be used in a salt mist atmosphere, water wet or saltwater wet condition, the <i>manufacturer</i> may choose to rate the equipment for a less severe condition. For information, see 7.3. ^b Pollution degree 2 may be provided if the conditions in 5.9.2.1.2 are satisfied. ^c Pollution degree 2 or 3 may be provided if the enclosure provides sufficient protection against conductive pollution and the conditions in 5.9.2.1.2 are satisfied. ^d Material evaluated to be UV-resistant should be used for applications subjected to UV exposure			

For an *integrated PDS*, the service conditions should comply with the most severe conditions from Table 12 or with those of the relevant standard for the *motor* from the IEC 60034 series.

The *BDM/CDM/PDS* IP rating should be in accordance with IEC 61800-5-1.

For compliance, see 6.6.8.3, 6.6.8.4, 6.6.8.5, 6.6.8.6, 6.6.8.7, 6.6.8.8, 6.6.8.9, 6.6.8.10, 6.6.8.11 relevant according to environmental condition specified by the *manufacturer*.

5.9.2.1.2 Pollution degree

Insulation between circuits is affected by pollution, which occurs during the expected lifetime of the *BDM/CDM/PDS*. The effect on the insulation might affect the performance of the *BDM/CDM/PDS* due to malfunctions.

Table 13 – Definitions of pollution degree

Pollution degree	Description
1	No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.
2	Normally, only non-conductive pollution occurs. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation is to be expected.
3	Conductive pollution or dry non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation which is to be expected.
4	The pollution generates persistent conductivity caused, for example, by conductive dust or rain or snow.

Table 13 is provided for reference only. Apply IEC 61800-5-1 for requirements applicable to the selection of pollution degree.

5.9.2.2 Mechanical *installation* service conditions and requirements

5.9.2.2.1 General

Vibration, shock and free-fall conditions vary widely depending on the *installation* and environment and are very difficult to specify. For the purpose of this document, the service conditions are indirectly defined by the requirements in 5.9.2.2.2 and 5.9.2.2.3 for fixed installed *BDM/CDM/PDS*.

5.9.2.2.2 Fixed *installations*

Fixed *installations* of *BDM/CDM/PDS* should be placed on a rigid mounting surface which does not seriously interfere with the ventilation or cooling system.

Experience shows that equipment meeting the vibration test from 6.6.8.5 or the shock test from 6.6.8.6 is suitable for industrial use in fixed *installations*.

Vibration should remain within the limits of Table 14 which is considered normal for stationary equipment.

Table 14 – Environmental vibration limits for fixed *installation*

IEC 60721-3-3:1994 and IEC 60721-3-4:1995 and IEC 60721-3-4:1995/AMD1:1996 3M1 and 4M1		
Frequency	Amplitude	Acceleration
Hz	mm	m/s ²
$9 \leq f < 200$	Frequency dependent	1
NOTE The frequency range 2 Hz to 9 Hz covers earthquake, but not covered by this document. Earthquake can be specified. IEC 60721-2-6 provides more details.		

In addition to Table 14, PDSs with rated *converter input voltages* above 1 000 V AC should remain within the limits of Table 15. Vibration beyond these limits and use on non-stationary equipment are considered unusual mechanical conditions.

Table 15 – Installation vibration limits

Frequency Hz	Amplitude mm	Acceleration m/s ²
$2 \leq f < 9$	0,3	Not applicable

The main transformer (if any) and the *motor* should comply with their applicable product standards (IEC 60076 (all parts) and IEC 60034 (all parts), respectively, or a nationally recognized equivalent standard).

Compliance is checked by test of 6.6.8.5 which is an accelerating test to demonstrate the ability of the *BDM/CDM* to withstand the mechanical stress during the estimated lifetime.

If shock needs to be considered, the values should remain within the limits of Table 16.

Table 16 – Environmental shock limits for fixed installation

Shock	IEC 60721-3-3:1994 and IEC 60721-3-4:1995 and IEC 60721-3-4:1995/AMD1:1996 3M1 and 4M1
Peak acceleration	40 m/s ²
Duration	22 ms

Compliance is checked by test with increased values of 6.6.8.6.

5.9.2.2.3 Fixed installations as part of stationary machine

If the *BDM/CDM/PDS* is part of a stationary machine which creates vibrations and shock during operation, the mechanical stress can be higher than shown in Table 14, Table 15 and Table 16. If these values are known, the *manufacturer* should use them for testing.

The shock test is recommended if the *BDM/CDM/PDS* is part of a stationary machine.

If the mechanical stress exceeds the test values in 6.6.8.5 and 6.6.8.6, the values should be specified by the *customer*, and the *manufacturer* should use them for testing taking into account a margin.

5.9.2.3 Unusual environmental service conditions

The use of *BDM/CDM/PDS* under conditions exceeding the specified conditions listed in 5.9.2.1, and 5.9.2.2 shall be considered unusual.

Unusual service conditions may require special optional construction or protective features.

Examples to consider:

- a) exposure to damaging fumes;
- b) exposure to excessive moisture (relative humidity greater than specified);
- c) exposure to excessive dust;
- d) exposure to abrasive dust;
- e) exposure to steam or water condensation;
- f) exposure to oil vapour;

- g) exposure to abnormal vibration, shock or tilting;
- h) exposure to unusual transportation or storage conditions exceeding the values from Table 17;
- i) exposure to extreme or sudden changes in temperature (exceeding 5 K/h);
- j) unusual mounting space limitations;
- k) cooling water containing acid or impurities which cause excessive scale, sludge, electrolysis or corrosion or obstruction, sea and hard water;
- l) unusually high nuclear radiation;
- m) altitude for thermal consideration, if rated for operation above 1 000 m;
- n) altitude for insulation coordination if rated for operation above 2 000 m: see IEC 61800-5-1;
- o) long periods not energized (days, weeks or months).;
- p) severe restriction on audible noise;
- q) exposure to explosive mixtures of dust or gases;
- r) exposure to salt air;
- s) outdoor equipment.

For unusual service conditions of the main transformer (if any) and *motor*, refer to the applicable product standards (IEC 60076 (all parts) or IEC 60076-11 and IEC 60034 (all parts), respectively).

5.9.2.4 The act of installing, commissioning and operation

The act of installing, commissioning, and operation have the same normal and unusual service conditions.

5.9.2.5 Sonic pressure and sound level

Equipment with the *BDM/CDM/PDS* has the potential for increased noise emissions based on a variety of reasons.

Air cooled equipment can have increased noise emissions due to the sound created by the fans and *motors* cooling the equipment.

Transformers and reactors can have increased noise emission due to the sound created by non-sinusoidal currents.

Motors can have increase noise emissions due to bearing wear and other mechanical friction.

Water cooled equipment can have increased noise emissions due to the *motor* and pump provided for cooling.

Regardless, these all have a weighted effect on the overall noise created by the system. This is an important consideration in system design for performance, functionality, and safety.

For safety associated with sonic pressure and sound level, apply IEC 61800-5-1 for *BDM/CDM/PDS*, IEC 60076-1 for transformers and IEC 60034-9 and IEC 60034-25 for *motors*.

The information associated with sonic pressure and sound level can be obtained from the *manufacturers* of the various equipment used to create the *PDS*. This then can be used to create an estimation of the effect this new equipment will have on the existing sound levels at the site of *installation*. However, the best result is to measure the sonic pressure and sound level after the equipment is installed to make a final determination on how to follow local laws and ensure the usage of the correct personal protective equipment PPE, if required.

For compliance, see 6.6.3.8.3.

5.9.3 Storage and transport of equipment

5.9.3.1 Climatic conditions

The *BDM/CDM/PDS* should be placed under adequate cover immediately upon receipt if packing coverings are not generally suitable for outdoor or unprotected storage. Table 17 is provided as a reference. For detail, see IEC 60721 (all parts).

Table 17 – Storage and transport limits

	Storage according to IEC 60721-3-1:1997 in product packaging up to 6 months	Transport according to IEC 60721-3-2:1997 in shipping packaging for more than 6 months
Climatic class	1K4	2K4
Ambient temperature ^c		
Min.	–25 °C	–40 °C
Max.	55 °C	70 °C
Biological environmental conditions	1B1 ^a	2B1 ^a
Chemically active environmental conditions	1C2	2C2
Maximum permitted temperature changes	0,5 K/min as average value over 5 min; equivalent to 30 K/h	Direct change in air/air: –40 °C to 30 °C at 95 %
Relative air humidity ^d	1K3 (5 % R.H to 95 % R.H.)	2K4 (5 % R.H to 95 % R.H.)
Rain	Not permitted	6 mm/min ^b
Water, but not rain	Not permitted	1 m/s and wet loading surfaces ^b
Air pressure		
Min.	Above 70 kPa or below 3 000 m above sea level	
Max.	Below 106 kPa or above sea level	
Condensation, spray water and ice	Permitted	
Salt spray	Permitted	
Solar radiation	1 120 W/m ²	
Vibration	1M2	2M3
^a Mould, fungus, rodents, termites and other animal vermin not permitted. ^b In sea- and weather-resistant <i>shipping packaging</i> (container). ^c Temperature limits refer to the ambient temperature immediately surrounding the equipment (for example, inside a container). Lower limits for the highest temperature are possible, provided a warning is given. These limits apply with cooling liquid removed. ^d Some combinations of temperature and humidity may cause condensation.		

5.9.3.2 Unusual climatic conditions

Where transportation temperatures are below the *manufacturer's* recommendation, the use of heated transport or the removal of selected low temperature sensitive components may be required.

5.9.4 Mechanical conditions

Equipment should be able to be transported, in the *product packaging* and *shipping packaging*, within the limits of IEC 60721-3-2:1997 class 2M1, or within limits specified by the *manufacturer*.

This includes the following: vibration in Table 18 and free fall in Table 19, or *manufacturer's* specified limits.

Table 18 – Transportation vibration limits

Frequency Hz	Amplitude mm	Acceleration m/s ²
$2 \leq f < 9$	3,5	Frequency dependent
$9 \leq f < 200$	Frequency dependent	10
$200 \leq f < 500$	Frequency dependent	15

Table 19 – Transportation limits of free fall

Shipping weight with packaging kg	Random free-fall drop height mm		Number of falls
	IEC 60721-3-2:1997 (2M1)		
	With <i>product packaging</i>	With <i>shipping packaging</i>	
$w < 20$	250		5
$20 \leq w < 100$	250		5
$w > 100$	100		5
NOTE More severe requirement can be found in IEC 60721-3-2:1997.			

If a free fall and vibration environment beyond those limits is anticipated, special packaging or transport is required.

If a less damaging environment is known to exist, packaging may reflect reduced requirements.

The main transformer (if any) and the *motor* should comply with their applicable product standards (IEC 60076 (all parts) or IEC 60076-11 and IEC 60034 (all parts), respectively, or a nationally recognized equivalent).

5.9.5 Specific storage hazards

The following require particular attention:

- water – except for equipment specifically designed for outdoor *installation*: equipment should be protected from rain, snow, sleet, etc.;
- condensation – sudden changes in temperature and humidity should be avoided;
- corrosive materials – equipment should be protected from salt spray, hazardous gases, corrosive liquids, etc.;
- time – the above specifications apply to shipping and storage with a total duration of up to six months; longer storage times may require special consideration (i.e. reduced ambient temperature range such as in class 1K3 of IEC 60721-3-1);
- rodents and fungi – when storage conditions are likely to involve rodent or fungus attack, equipment specifications should include protective items:
 - rodents – materials on the outside of the equipment and the size of apertures for cooling, connection, etc. should be specified such as to discourage rodent attack or entry;
 - fungi – materials should be specified for a degree of fungus resistance suitable for the storage and operating environments.

5.9.6 Environmental service tests (*type test*)

Environmental service testing may be required to demonstrate the function of the *BDM/CDM/PDS* at the extremes of the environmental classification in Table 12 to which it will be subjected.

If size or power considerations prevent the performance of these tests on the complete *BDM/CDM/PDS*, it is permitted to test individual parts that are considered to be relevant to the function of the *BDM/CDM/PDS*.

When testing components or sub-assemblies separately, the temperature during the dry-heat test shall be chosen as to simulate actual use in the end-product. The component or sub-assembly shall be energized simulating the same conditions as in the end-product.

Table 20 shows the standard tests to be performed for the different environmental service conditions.

Product standard committees for the relevant parts of the IEC 61800 series or the *manufacturer* should select the relevant tests.

If selected, compliance is shown by conducting tests of 6.6.8.3 to 6.6.8.10 according to Table 20, as applicable for the environmental service conditions specified by the *manufacturer*.

Table 20 – Environmental service tests

Test condition	Indoor conditioned IEC 60721-3-3:1994	Indoor unconditioned IEC 60721-3-3:1994	Outdoor unconditioned IEC 60721-3-4:1995 and IEC 60721-3-4:1995/AMD1: 1996
Climatic	Temperature (see 6.6.8.3) Damp heat (see 6.6.8.4)	Temperature (see 6.6.8.3) Damp heat (see 6.6.8.4)	Temperature (see 6.6.8.3) Damp heat (see 6.6.8.4)
Chemically active substances	-	-	Salt mist ^a (see 6.6.8.7)
Water	-	Water test (see 6.6.8.10)	Water test (see 6.6.8.10)
Mechanically active substances	-	Dust (see 6.6.8.8)	Dust and sand (see 6.6.8.8, and 6.6.8.9)
Mechanical	Vibration (see 6.6.8.5) Shock (see 6.6.8.6)	Vibration (see 6.6.8.5) Shock (see 6.6.8.6)	Vibration (see 6.6.8.5) Shock (see 6.6.8.6)
Biological	-	-	-
^a Where it is ensured that the equipment will not be used in a salt mist atmosphere, water wet or salt-water wet condition, the <i>manufacturer</i> may choose to rate the equipment for a less severe condition. For information, see 7.3.			

When special environmental conditions are specified, additional tests (e.g. for chemically active substances) should be considered.

For *integrated PDS*, the test conditions should comply with the most severe tests from Table 20 or with those of the relevant standard for the *motor* from the IEC 60034 series.

5.10 Types of load duty profiles

The general performance features of the *CDM* are specified in 5.4, which covers the most common applications.

For special applications where other load profiles are requested, IEC TR 61800-6 provides further information about the current rating of the *CDM* for different kinds of load profiles covering equipment, assemblies and system aspects.

This included load profiles like:

- uniform load profiles,
- intermittent peak load profiles,
- intermittent load duty,
- intermittent load duty with no-load intervals,
- repetitive load duty,
- non-repetitive load duty.

IEC TR 61800-6 also specifies duty classes for non-repetitive industrial classes (IG to VG).

Compliance with special duty cycles according to IEC 60034-1 (S1 to S10) for rotating machines might be specified by the *manufacturer* following the guidance of IEC TR 61800-6.

5.11 Generic interface and use of profiles for *PDS*

BDM/CDM/PDSs used in industrial applications typically interface with one or more external control systems which coordinate operation of several *PDSs*.

Often, the control system is separate from the drive and may consist of:

- one or more PLCs (programmable logic controllers), and/or
- a DCS (distributed control system), and/or
- a MES (manufacturing execution system).

NOTE 1 The control system software can be partially or entirely embedded in the *BDM/CDM/PDS*.

IEC 61800-7 (all parts) define a means to access functions and data in a *BDM/CDM/PDS* by providing a series of well-defined communication profiles and interfaces. The objective is a common drive model with generic functions and objects suitable to be mapped into different communication interfaces/ports.

From the perspective of control software, the communication and control functions of a *BDM/CDM/PDS* may be characterized by profiles. A *BDM/CDM/PDS* device profile is a representation of the parameters and behaviour of the *BDM/CDM/PDS* which may be used to facilitate control of the *BDM/CDM/PDS*. This device profile can then be mapped onto different network technologies (e.g. "communication profiles" of the IEC 61158 fieldbus series) to facilitate control of a *BDM/CDM/PDS* over a network.

IEC 61800-7 (all parts) defines a generic interface and profiles for *BDM/CDM/PDS* to be used with a control system and consists of the following parts:

- IEC 61800-7-1 defines requirements for a generic interface with the control software;
- the series IEC 61800-7-2xx specifies different drive profiles;
- the series IEC 61800-7-3xx specifies mappings of the device profiles onto various network technologies.

The relationship of IEC 61800-7 (all parts) to control system software and the *BDM/CDM/PDS* is represented in Figure 20.

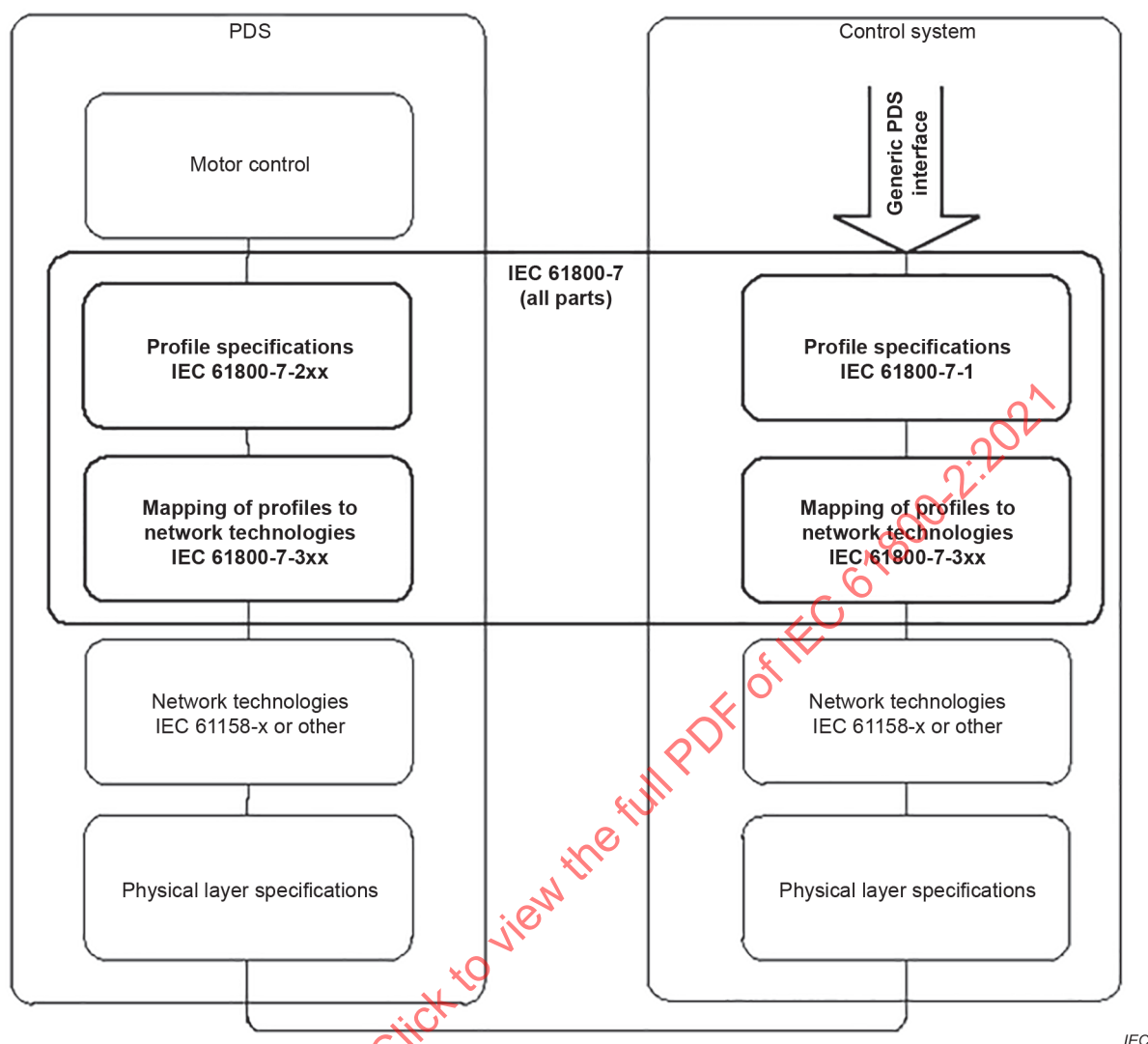


Figure 20 – Example of relationship of IEC 61800-7 (all parts) to control system software and the *BDM/CDM/PDS*

NOTE 2 Other network technologies can be applicable (e.g. EN 50325-4 or other).

For compliance, see 6.6.9.

5.12 Voltage on power interface

The voltage interface between the *CDM* and the *motor* is a topic, which might require special consideration, to ensure compatibility between *CDM* and *motor*.

For applications where the voltage interface is of importance, IEC TS 61800-8 can provide further information about the determination of voltages on the *power interface*.

IEC TS 61800-8 provides information about determination of the voltage on the *power interface* for:

- indirect *converter* of the voltage source type, with single-phase *rectifier* as line side *converter*;
- indirect *converter* of the voltage source type, with three-phase *rectifiers* as line side *converter*;

- indirect *converter* of the voltage source type, with three-phase active line side *converter* (e.g. *active infeed converter*).

Specification of the *power interface* voltage might be specified by the *manufacturer* following the guidance of IEC TS 61800-8.

For compliance, see 6.6.3.8.5.

5.13 Driven equipment interface

5.13.1 Critical speeds

Special attention should be paid to:

- take into account the influence of the stiffness of the bearing arrangement and the foundation;
- avoid any continuous running with insufficient damping close to lateral critical speeds ($\pm 20\%$).

In the case of active bearings (e.g. magnetic bearings), continuous operation at lateral critical speeds may be possible.

5.13.2 Torsion analysis

Torsion analysis is an important system design tool for *PDS* and driven equipment to check the torsion stresses in the whole mechanical string, especially, for example in the following operating conditions:

- start-up;
- 1-phase or 3-phase short-circuit on the terminals of the *motor*;
- impact of possible commutation failure of the *converter*;
- impact of the harmonic components of the *torque* in stationary conditions.

A torsion analysis is recommended for the *PDS* and driven equipment, especially in cases where risk of resonance exists between the inertia of the *motor* and the inertia of the driven equipment. The most relevant cases are:

- where the inertia of the driven equipment is higher than the half of the inertia of the *motor*, actually the risk of high torsion stress grows with increasing inertia of the driven equipment (compared to the inertia of the *motor*);
- where commutation failures of the *converter* may cause higher *torque* dynamics than a three-phase short-circuit of the *motor*;
- where within the electromagnetic *torque* (air gap torque) of a *motor*, any frequency components below twice the rated frequency can be expected to exceed 1 % of the nominal *torque* in a steady state or during start-up;
- for any drive systems above 5 MVA;
- where there is a long shaft connection and/or complex mechanical configuration.

For the torsion analysis, the responsible parties should provide:

- the air-gap *torque* pulsations (including the harmonic composition) over the whole *speed* range (typically the *system integrator*);
- the mechanical drawing of the shaft with information on the material attributes for the drive side (typically the *system integrator*);
- information on any load *torque* pulsations (including the harmonic composition) over the whole *speed* range (typically the driven equipment supplier);

- the mechanical drawing of the shaft with information on the material attributes (typically the driven equipment supplier).

5.14 Explosive environment

PDSs may be used in applications involving explosive atmospheres. Considerations include whether the *BDM/CDM* and/or *motor* are located in the explosive atmosphere, and whether the *BDM/CDM* provides a safety control system associated with a hazard related to the explosive atmosphere.

Requirements to achieve the necessary level of safety have been defined in IEC 60079 (all parts).

NOTE 1 IEC TS 60079-42 provides more information regarding the minimum requirements for safety devices required for the safe functioning of equipment with respect to explosion risks.

NOTE 2 IEC 61800-5-2:2016 no more implements appropriate information about PDS used in safety systems related to explosive atmospheres. All this information is now considered in different parts of the IEC 60079 series in revision.

5.15 Earthing requirements

The earthing concept (grounding, earthing, screening) of the drive system should take into account:

- common mode stresses due to the point of earthing of the *PDS*;
- EMC issues.

The protective bonding circuit and the equipotential bonding (its interconnection) between main components should be considered. Typically, it is also necessary to take into account local requirements. It should cover the whole *PDS* (see Figure 21), including:

- the transformer;
- the main *converter*;
- the *motor*.

The following items are important examples:

- the material of the protective bonding;
- the cross-sectional area of the protective bonding;
- the concept of equipotential bonding.

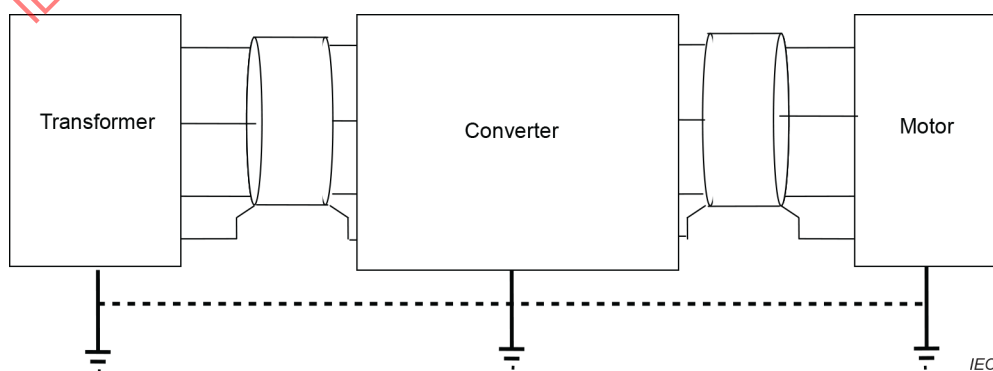


Figure 21 – Example of protective earthing and interconnection of main components

In Figure 21, if both ends of the screen are connected to a protective bonding conductor, the thermal loading of the screen by circulating currents (mostly magnetically induced) should be checked.

Apply IEC 61800-5-1 for safety requirements. This aspect is also relevant to safety and EMC (see IEC 61800-3).

6 Test

6.1 General

Subclauses 6.4 to 6.6 provide guidance for the tests to show compliance with the requirement of Clause 5. According to the different possible methodologies for compliance, as described in 4.2, the responsibility party shall define the test procedure for the selected items from Table 6. For additional requirements that are not part of the basic Table 6, it is also the responsibility of the relevant parties to define the appropriate test procedures to apply for demonstration of the compliance to the additional requirements.

Any test associated with the selected items from the list in Table 6 shall be performed. Also, parties shall agree for the tests category (type, routine or sample tests) to be defined and performed for additional requirements not covered by the list from Table 6.

6.2 Items of individual *PDS* component tests

When covered by particular product standards for design and testing, the *PDS* components should comply with the requirement for testing from these product standards.

For individual *PDS* components, when applicable, the selected tests attached to requirements from Table 6, or considered in addition to the list in Table 6, shall be performed for demonstrating compliance.

Other *PDS* components not listed in Table 6 are considered as part of the CDM. For these *PDS* components, when no particular product standards exist, the test for checking compliance shall be performed according to items selected from the column "CDM supplier" of Table 6.

6.3 Overview of standards and tests for *PDS* components

Subclause 5.2 provides an overview of the major parts of the *BDM/CDM/PDS* and reference information with regard to applicable standards both within IEC 61800 (all parts) and component specific standards. Each *responsible party* should seek to find the appropriate component, product, and/or *installation* standard for their particular application of the *BDM*, *CDM*, *PDS*, Extended system, or any part thereof.

A list of the applicable tests is included in Table 6 with their associated requirements.

6.4 Performance of tests

For the performance and functionality requirements of *BDM/CDM/PDS* and part thereof, when applicable, the selected tests associated with the requirements from Table 6 or considered in addition to the list in Table 6, shall be performed for demonstrating compliance.

Table 6 specifies the different types of tests. Individual type, routine and sample tests of main *PDS* components, i.e. *motors*, transformers as well as for *BDM* and *CDM*, should be performed as specified in the relevant IEC documents. In this document, additional performance test requirements relevant to the drive system, adjustable speed, harmonics, etc. are outlined.

When not specified in this document or in particular product standards, the test procedures with the relevant acceptance criteria should be provided by the *responsible party*. In particular, where the *BDM/CDM/PDS* is required to operate in conditions outside the range of values given in this document, then the test conditions should be specified, as defined in the particular individual enquiry or purchasing specification. In any case, the test requirements shall not be less demanding than the operating conditions specified.

6.5 Standard tests for *BDM/CDM/PDS*

6.5.1 General

Table 6 provides references for the tests to be performed for *BDM/CDM/PDS* as well as for the identified individual *PDS* components. Table 6 suggests the relevant tests attached to each listed requirement for performance and functionality.

6.5.2 Current source *converter* zero power factor test

A zero power factor test can be performed for current source *converter* in place of rated power tests. The *manufacturer* should consider equivalency when using this approach.

A zero power factor test means that the *converter* supplies the rated or overload current to the synchronous *motor* under test at the condition of zero power factor without mechanical load.

In this case, the *converter* rated current test, the overload capability test, the temperature rise test, the power loss determination, the checking of the attributes of the control equipment and the checking of the protective devices can be performed in an appropriate practical test.

6.6 Test specifications

6.6.1 Visual inspections (*type test*, *sample test* and *routine test*)

Visual inspections should be made:

- as *routine tests*, to check features such as adequacy of labelling, warnings and other aspects;
- as acceptance criteria of individual *type tests*, *sample tests* or *routine tests*, to verify that the requirements of this document have been met.

Visual inspections in *routine test* may be part of the production or assembly process.

Before *type test*, a check should be made that the *BDM/CDM/PDS* delivered for the test is as expected with respect to supply voltage, input and output ranges, etc.

6.6.2 Supply system earthing conditions

Type tests should be performed to verify complete *BDM/CDM* performance with the acceptable earthing systems. These may include:

- neutral to earth;
- line to earth;
- neutral to earth through high impedance;
- isolated neutral (not earthed).

For marking, see Clause 7.

6.6.3 Static performance and rating test

6.6.3.1 General

The satisfactory operation of the equipment should also be verified for the whole range of supply voltage for which it is designed, if this has not yet been done in another test (e.g. checking the protective devices). For the *type test*, the function of the equipment is tested at maximum and minimum values of each *input voltage range*.

Under the input and output rating test in 6.6.3.4 and 6.6.3.5, the following data are measured:

- voltage range U_L , current range I_L and frequency range f_L at the CDM/PDS input;
- voltage range U_V , current range I_V , power range P_V and frequency range f_V at the *BDM* input;
- voltage range U_{a1} , current range I_a , frequency range f_a and power S_a/P_a at *BDM* output;
- voltage range U_{A1} , current range I_A , frequency range f_A and power S_A/P_A at *CDM* output;
- *torque* range M , power range P_s , and *speed* range N at the *motor* shaft;

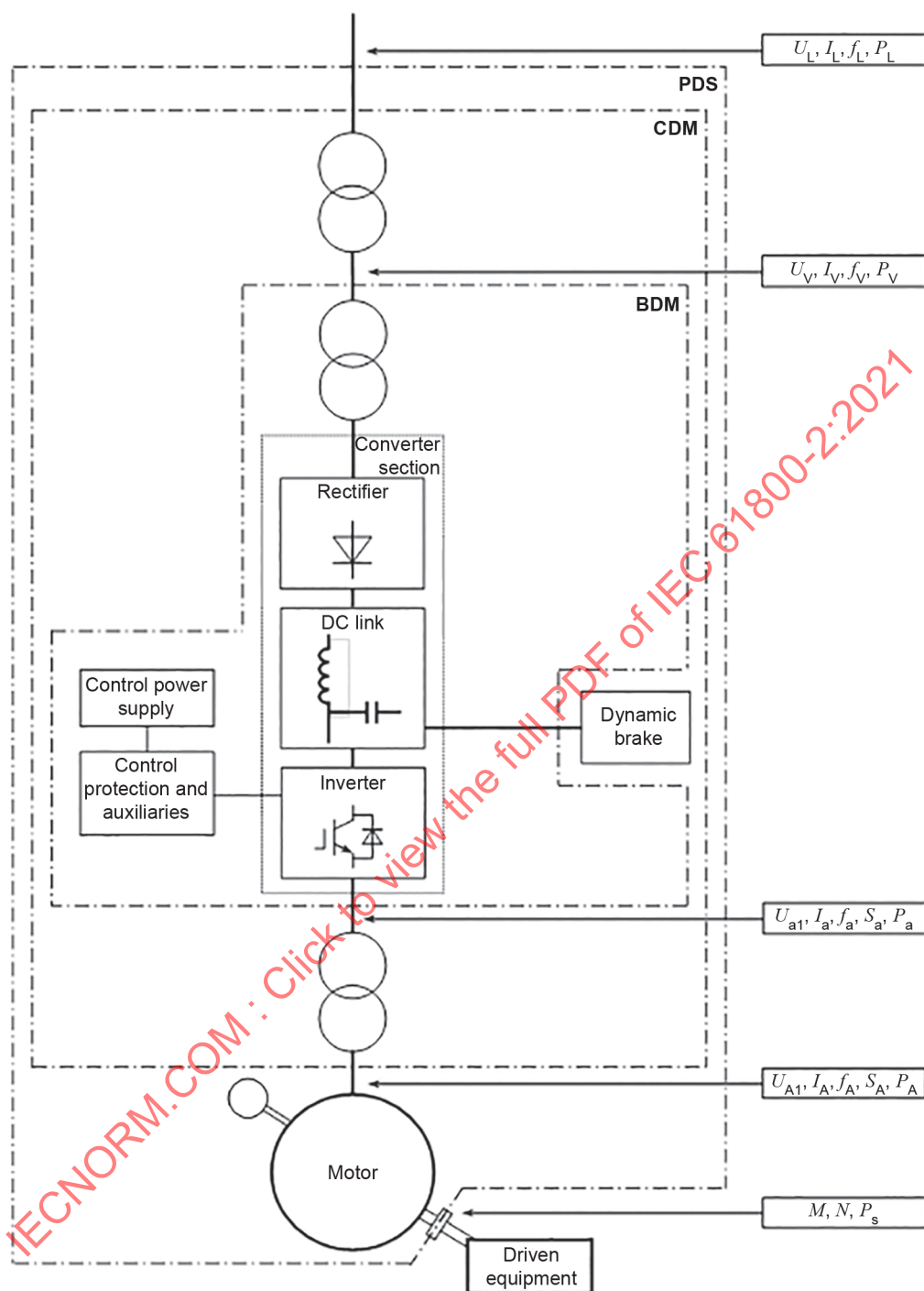
NOTE 1 Voltage U_{a1} and U_{A1} are measured with an instrument of type and adequate accuracy to indicate the RMS value of the fundamental component of the *converter output voltage*. Currents I_L , I_V , I_a and I_A are measured with an AC ammeter of adequate accuracy to indicate the RMS value of the total current.

NOTE 2 The load is the driven equipment or, for test purposes, a simulation of the driven equipment.

The *BDM/CDM/PDS* should meet the specified functionality and performance as specified by the *manufacturer*.

The load and functionality as specified in 6.6.3.3 may be used for showing compliance.

Regarding measuring circuit, see Figure 22 where physical variables are directly measured or calculated from indirect measurements



IEC

Figure 22 – Measuring circuit of PDS

6.6.3.2 Instrumentation for performance testing

The *output currents* and *output voltages* of the *converters* will have varying amounts of harmonics, depending on frequency setting and type of modulation in the *inverter* stage.

6.6.3.3 Load and functionality/performance

6.6.3.3.1 Load test

Based on the specification of the *BDM/CDM/PDS*, the *manufacturer* may choose to specify a load and functionality/performance test program, under which the specified performance and functionality can be proven under the conditions specified by the *manufacturer*.

The shaft of the *motor* is coupled to a load, which is able to provide conditions to the tested drive, such that the correct function of the control system can be proven. The *motor* should be selected to require adequate current to prove correct *BDM/CDM* functions.

A no load test can be used.

NOTE The load is the driven equipment, or a simulation of the driven equipment for test purposes.

6.6.3.3.2 Light load test for *BDM/CDM/PDS*

The light load test is carried out to verify that all parts of the electrical circuit and the cooling of the equipment operate properly together with the main circuit.

For the *routine test*, the *converter* is connected to rated *input voltage*. For the *type test*, the function of the equipment is also tested at maximum and minimum values of the *input voltage*. If series-connected semiconductor devices are used in the arms of the *converter*, the voltage sharing should be checked. This part of the light load test could be conducted at a lower voltage than rated.

6.6.3.4 Input ratings

6.6.3.4.1 General

The specified input rating according to 5.3.2 of the *BDM/CDM/PDS* should be verified under the rated voltage, current and frequency conditions.

See also Annex B.

6.6.3.4.2 Input voltage and input frequency

Under the *input voltage* and *input frequency* conditions specified by the *manufacturer*, the specified functionality and performance of the *BDM/CDM/PDS* should be verified.

6.6.3.4.3 Input current

Under the test in 6.6.3.4.2 showing compliance with the *input voltage* and *input frequency* conditions specified by the *manufacturer*, the *input current* range should be measured and specified for the *BDM/CDM/PDS*.

6.6.3.4.4 Line-side current distortion content

For compliance, apply IEC 61800-3.

6.6.3.5 Output ratings

6.6.3.5.1 General

The specified output rating according to 5.3.3 of the *BDM/CDM/PDS* should be verified under the rated conditions.

6.6.3.5.2 Voltage rating

The voltage rating of the *BDM/CDM*, specified by the *manufacturer* according to 5.3.3.1, should be verified by test.

6.6.3.5.3 Torque and current rating

The *torque* and current rating of the *BDM/CDM/PDS*, specified by the *manufacturer* according to 5.3.3.2, should be verified by test.

NOTE *Torque* can be measured indirectly, for example calculation using power and speed, etc.

6.6.3.5.4 Frequency and speed range

The operating *speed* and frequency range of the *BDM/CDM/PDS*, specified by the *manufacturer* according to 5.3.3.2, should be verified by test.

The functional test should consist of at least the following:

- starting and acceleration to minimum operating *speed*, according to the load parameters;
- stable operation at a reasonable number of *speed* settings, if possible, including the *rated speed* and the maximum *speed*, if different from the rated value;
- stable acceleration and deceleration between the above-mentioned operating speeds.

NOTE For the purpose of testing, some additional inertia might be appropriate.

6.6.3.5.5 Overcurrent/overtorque capability

The overcurrent capability/performance of the *BDM/CDM* and the overtorque of the *PDS* can be verified by test.

6.6.3.5.6 Operating quadrants

The operating *quadrants* of the *BDM/CDM/PDS*, specified by the *manufacturer* according to 5.3.4, can be verified by test.

6.6.3.6 Checking the functionality of the control equipment

The *responsible party* should define the control functions and procedures to test them. There are many ways that the proper operation and functionality of the control can be verified by testing. This could be done with a *motor* under load, with a *motor* with no load, or by operating the control by *stimulus* (feedback) and evaluating the response.

NOTE The light load test also checks some of the control functions.

Routine testing of the protection functions/equipment can be done by simulating the failure causes by operating the relevant switches.

For the type testing of the protection functions, the system supplier should propose an appropriate test program.

For steady state performance, see 6.6.3.9.

For dynamic performance and ratings, see 6.6.3.10.

6.6.3.7 Additional tests for special rating

6.6.3.7.1 General

The additional tests are indented to show compliance with certain functionality related to special applications.

6.6.3.7.2 Power factor

Power factor of *BDM/CDM/PDS* input measurements should be made under rated operating conditions.

6.6.3.7.3 Current sharing

If parallel connected devices or equipment are used in the *PDS*, the current sharing should be checked. If selected, this test shall be performed at *rated output current*.

Examples of parallel configurations are:

- a *converter* section made up by more than one *converter* bridge;
- a *converter* section made up by more than one semiconductor valve per arm;
- a *motor* section with *motor* windings in parallel.

If selected, the current sharing shall be adequate to ensure that no device is stressed beyond design values under worst case conditions. The design limits shall be identified before the tests start.

6.6.3.7.4 Voltage division

If two or more *converters* and/or *motors*, are connected in series, voltage division should be checked so that no overvoltage occurs to *BDM* and/or *motors*. If selected, the voltage division shall be adequate to ensure that no device is stressed beyond design values under normal operating and single failure conditions. These design limits shall be identified before the tests start.

6.6.3.7.5 Checking of auxiliary devices

The function of all auxiliary devices that are not completely tested in the *BDM/CDM* or *motor* tests should be checked. Examples of such devices are: *motor* fans, lubricating oil pumps fed from the *CDM*, external circuit breakers, disconnect devices, etc.

If convenient, this can be done while performing light load test (see 6.6.3.3).

6.6.3.7.6 Checking of protective measures

Protective measures which are relevant for the electrical, thermal, energy or functional safety of the *BDM/CDM/PDS* should be evaluated according to IEC 61800-5-1 and IEC 61800-5-2.

Examples of protective measures:

- *motor* overspeed;
- *motor* overvoltage;
- *motor* overload;
- *motor* overtemperature;
- loss of *speed* feedback;
- supply mains undervoltage;

- *BDM/CDM motor* output earth fault or short-circuit between *motor* terminals, etc;
- verification of the emergency stop function, if applicable;
- test of current/ *torque* limiting functions.

Due to the wide variety of protective measures and their combinations, it is not possible to state any general rules in this document for checking these measures.

When checking the protective measures will be done as part of a *routine test* or commissioning test, it should be done, as far as possible, without stressing the components of the equipment above their rated values. Reduced settings are recommended in order to obtain reduced stresses.

6.6.3.7.7 Checking attributes under unusual service conditions

Unusual climatic conditions may require special coating on electronic assemblies and/or cabinet. In extreme temperature conditions, an air conditioner or heater may be provided.

Unusual service conditions are mainly environmental conditions, such as temperature, humidity, salty air, altitude, etc. beyond IEC standard specifications for the relevant equipment. Such conditions might require:

- special design; and/or
- rating criteria; and/or
- extra protective coating; and/or
- etc.

6.6.3.7.8 Interphase ripple voltage and ripple current

Apply IEC 61800-3 for EMC requirements.

6.6.3.8 Additional test (effect on *motor*) for special rating

6.6.3.8.1 General

Due to the nature of the *output current* and *output voltage* of the *BDM/CDM*, some additional tests to verify the compatibility between *motor* and *BDM/CDM* can be considered.

As these effects depend on the application, no specific test for 6.6.3.8.2 to 6.6.3.8.5 can be specified in this document.

IEC TS 61800-8 and IEC TS 62578 provide additional information about the use of filter to reduce some of these phenomena.

6.6.3.8.2 *Motor* vibration

This test may be carried out at various *speeds* and loads to identify any *BDM/CDM* effects on *motor* vibration.

The vibration tests in accordance with IEC 60034-14 is likely needed.

6.6.3.8.3 Sonic pressure and sound level

PDS may be required to be tested for sonic pressure and sound level (see 5.9.2.5). The test should be done over the operating *speed* range and load range. Acceptable sonic pressure and sound level are defined by local regulation. For the most relevant standards which define these tests, see 5.9.2.5.

The application of the *PDS* should be evaluated to determine if more stringent local regulations may apply.

6.6.3.8.4 Bearing current

Bearing currents may result due to common-mode effects and harmonics in *motor* voltage and current. While these currents are small in magnitude, they may cause damage to either anti-friction or sleeve bearings.

IEC TS 61800-8 provides information about bearing current including the use of a filter to reduce bearing currents.

There are many methods available that can be used to verify this current is within an acceptable level.

NOTE See also IEC 60034-25.

6.6.3.8.5 Voltage stress of the *motor* winding insulation system

IEC TS 61800-8 provides information about the requirements for insulation and for the determination of the voltage on the *power interface* between *BDM/CDM* and *motor*.

6.6.3.9 Steady state performance

The *manufacturer* should verify the data given in the documentation.

6.6.3.10 Dynamic performance and rating

6.6.3.10.1 General

Under normal operating conditions, the dynamic performance and rating of the *BDM/CDM/PDS* should be verified.

6.6.3.10.2 Current limit and current loop

These tests characterize the dynamic performance of the *BDM/CDM* or of the *PDS* independently from the driven equipment.

Two items can be tested.

a) Current limit

An incremental load change is provided to require the *CDM* to reach its pre-set current limit point (as an alternative, an incremental step *speed* change into adequate rotational inertia can provide a transient load causing the *CDM* to reach the current limit set point). The rise time of current, overshoot magnitude and duration and damping characteristics may then be analyzed.

b) Step response to current reference

Current loop bandwidth can be measured with a small step change of current reference within a linear or quasi linear area. This test can include nonlinear area.

These tests should be carried out at different speeds to be chosen near 0,50 % *rated speed*, 100 % *rated speed*, and *maximum rated speed*.

It is usually necessary to adjust the *speed* by using a machine coupled to the shaft of the *motor* under test (which is itself adjusting the *torque* by means of current following the reference).

By adequate scaling, the current limit function might be tested if relevant.

6.6.3.10.3 Speed loop

A step in *speed* reference is provided and correctly selected to accommodate the following tests. This test can be carried out under no load or light load conditions. See 6.6.3.3.

The current limitation and its value are checked with a large step change of *speed* reference reaching the current limit.

The drive output *speed* response is measured without reaching any limits (normally done within 50 % *rated speed*, at 100 % *rated speed*, and at *maximum rated speed*).

A step in load may be provided to allow measurement of the consequent *speed* response. This may be carried out while performing rating test 6.6.3.3. If selected, the load step shall be chosen so that no limitations are reached.

6.6.3.10.4 Torque pulsation

Relative levels of air-gap *torque* pulsation may be measured under no load conditions using *speed* changes, provided that adequately sensitive *speed* measurement devices are coupled to the shaft. Ideally, air-gap *torque* pulsation arising within a specific *PDS* should be measured with a known load inertia, proper load/*PDS* mechanical coupling and shaft mounted *torque* sensing equipment.

6.6.3.10.5 Automatic restart

If automatic restart is provided and selected, it shall be verified for the specified power outage duration. This function shall be coordinated with emergency stop and inhibited if required.

Restriction on automatic restart may be considered.

6.6.3.11 Fault supervision

The *BDM/CDM/PDS* ability to detect internal and external faults should be tested. This also includes the audible, visual and electronic alarm for the *customer*.

6.6.3.12 I/O devices

The functionality of all input/output *port* should be proven.

Examples of input/output *ports* are:

- analog input/output ports;
- digital input/output ports;
- relay ports;
- power supply input/output ports.

6.6.4 Electrical safety

For compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.5 Functional safety

For compliance, apply IEC 61800-5-2.

6.6.6 EMC

For compliance, apply IEC 61800-3.

6.6.7 Ecodesign

For compliance, apply IEC 61800-9-2.

6.6.8 Environmental condition tests

6.6.8.1 General

The climatic tests of 6.6.8.3 to 6.6.8.11, if selected, shall be specified with the purpose of showing compliance with the static and dynamic performance and rating of the *BDM/CDM/PDS*.

Tests on sub-parts or sub-assemblies are permitted if it can be verified that the test results will not be affected compared to the tests of the complete assembled *BDM/CDM/PDS*.

The climatic tests of 6.6.8.3 to 6.6.8.11 might be referenced by other parts of the IEC 61800 series, in which case the acceptance criteria should be specified separately.

In 6.6.8, the values of the severity levels of IEC 60068 (all parts) with dated reference are copied and provided in the relevant clause for convenience. The levels of test conditions are informative, and the levels of IEC 60068 (all parts) take precedence in case of deviations.

6.6.8.2 Acceptance criteria

The following acceptance criteria shall be satisfied after for the environmental test(s) selected, if any:

- no mechanical damage or cracks in the enclosure which will reduce the IP classification;
- show compliance with the static and dynamic performance and rating of the *BDM/CDM/PDS* according to 6.6.3.3.

6.6.8.3 Temperature tests

6.6.8.3.1 Temperature rise test

The temperature rise test required in IEC 61800-5-1 may not consider temperature measurement locations that are relevant for evaluating performance or functionality. The test should be done following the requirements set in IEC 61800-5-1 and IEC 61800-5-2 with the addition of any measurement locations required for evaluation of performance or functionality. For minimum compliance, apply IEC 61800-5-1 for safety and IEC 61800-5-2 for functional safety as appropriate.

6.6.8.3.2 Dry heat test (steady state)

Certain application can have requirements for this topic which can be derived from IEC 60721 (all parts).

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.8.3.3 Load duty profile

This test generally requires information from the *customer*.

If a specific temperature rating is specified based on a selected load duty profile, the temperature test shall be performed according to the specified load duty profile (see 5.10).

The shaft of the *motor* is coupled to a load, which is capable of providing the specified load duty profile over a long-term run, to verify that the temperature in the equipment reaches stable conditions within ratings.

IEC TR 61800-6 provides further information about load profiles.

6.6.8.4 Damp heat test (steady state)

Certain application can have requirements for this topic which can be derived from IEC 60721 (all parts).

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.8.5 Vibration test (type test)

For vibration ratings past the minimum safety requirements provided by IEC 61800-5-1, use IEC 60721 (all parts) for guidance of test conditions and requirements. Test should be performed to verify *manufacturer* specifications.

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.8.6 Shock test (type test)

To verify the ability against mechanical shock strength, it is recommended to evaluate the *BDM/CDM/PDS* for use within machines by:

- a) tests defined according to the conditions specified in Table 21; or
- b) calculation or simulation based on tests, as defined in 6.6.8.6, on a representative model of *BDM/CDM/PDS*.

Table 21 – Shock test

Subject	Test conditions
Test reference	Test Ea of IEC 60068-2-27:2008
Requirement reference	Table 20
Preconditioning	According to 6.6.1
Conditions	Power supply disconnected
Motion	Half-sine pulse
Shock amplitude/time	50 m/s ² (5 g) 30 ms
Number of shocks	3 per axis on each of three mutually perpendicular axes
Detail of mounting	According to <i>BDM/CDM/PDS manufacturer's</i> specification
Acceptance criteria	6.6.8.2
Where the <i>manufacturer</i> specifies shock levels that are greater than those above, the higher levels shall be used for the test. The acceptance criteria shall not be changed.	
Where the environmental conditions are known to be lower, the <i>BDM/CDM/PDS manufacturer</i> might specify lower level or no vibration levels test than those specified in this table. The acceptance criteria shall not be changed.	

6.6.8.7 Salt mist test (type test)

Certain application can have requirements for this topic which can be derived from IEC 60721 (all parts).

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.8.8 Dust test (type test)

Certain application can have requirements for this topic which can be derived from IEC 60721 (all parts).

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.8.9 Sand test (*type test*)

Certain application can have requirements for this topic which can be derived from IEC 60721 (all parts).

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.8.10 Water test (*type test*)

Water test is relevant for second character IP.

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.8.11 Hydrostatic pressure test (*type test* and *routine test*)

For safety compliance, apply IEC 61800-5-1.

6.6.9 Communication profiles

For compliance, apply IEC 61800-7 (all parts).

6.6.10 Explosive atmosphere environment

For compliance, apply IEC 60079 (all parts) and specifically IEC TS 60079-42.

7 Information and marking requirements

7.1 General

Clause 7 provides a minimum number of information and markings, and several other standards in the IEC 61800 series provide further requirements for marking which should be taken into consideration if applicable:

- electrical safety information according to IEC 61800-5-1;
- functional safety information according to IEC 61800-5-2 if applicable;
- EMC information according to IEC 61800-3 if applicable;
- energy *efficiency* information according to IEC 61800-9-2 if applicable.

The safety marking requirements of IEC 61800-5-1 and IEC 61800-5-2, EMC marking requirements of IEC 61800-3 and the energy *efficiency* marking requirements of IEC 61800-9-2 should be taken into consideration where applicable.

NOTE In general, marking and information can be provided by marking on product and/or information in paper form or electronic form (WEB, CD-ROM or similar).

7.2 Marking on product

Marking on the product should provide the necessary information needed to ensure full identification and traceability of the *manufacturer*.

The following minimum information should be supplied on the rating plate of the *BDM/CDM/PDS*:

- the *manufacturer's* name;
- equipment identification (model number, serial number, and year of manufacture);
- input and output ratings.

For *PDS*, in addition, the rated *output power* (P_N), *rated torque* (M_N) and *rated speed* (N_N) should be marked.

NOTE The word "marking" also includes labelling on the product.

7.3 Information to be supplied with the *PDS* or *BDM/CDM*

The following information should be supplied with the furnished equipment:

- information necessary for calibrating components, devices, and subassemblies which are intended to be adjusted by the *end user*;
- operating instructions, including all information necessary to operate the *BDM/CDM/PDS*;
- acceptable supply systems earthing conditions for the *BDM/CDM/PDS*. The unacceptable systems should be indicated as:
 - forbidden; or
 - with modification of performance, which should be quantified through *type test*;
- device substitution;
- environmental rating.

The environmental rating in Table 12 should be indicated in the documentation.

The specific environmental conditions in 5.9.2.1.1 or 5.9.2.2.1 should be identified in the operating manual.

7.4 Information to be supplied or made available

The following information should be supplied or made available:

- maintenance and service instructions, including information for locating and replacing faulty components or subassemblies;
- energy absorption rating of the resistive braking (slowdown) and resistive braking (stop) circuits.

For *PDS* speed, information should be supplied, including:

- *rated speed* (N_N) [r/min];
- *maximum rated speed* (N_{NMax}) [r/min];
- *minimum rated speed* (N_{NMin}) [r/min];
- *maximum rated safe speed* (N_{SNMax}) [r/min].

Information may be supplied by an electronic media if specified.

7.5 Safety and warning

7.5.1 Safety and warning labels

Safety and warning labels should meet the requirement in:

- IEC 61800-5-1 for electrical safety,
- IEC 61800-5-2 for functional safety (only if applicable),
- IEC 61800-3 for EMC (only if applicable),
- IEC 61800-9-2 for energy *efficiency* (only if applicable).

7.5.2 Additional safety considerations of a *PDS*

The *PDS* may be coupled to driven equipment. All protection systems of the driven equipment, including the shaft of the *motor*, are defined by the *customer*. The *customer* shall provide to the *manufacturer* of the *PDS* all the necessary specifications which are consequences of machinery safety and have to be included in the control of the *PDS*.

The *PDS* is mainly electrical equipment and the safety risk is mainly electrical. The safety risk is predominantly electrical for the *BDM/CDM*.

For these reasons, the *BDM/CDM/PDS* should comply with IEC 61800-5-1.

Compliance with IEC 61800-5-1 does not, in itself, ensure compliance with all safety requirements for the final system or application. Detailed safety requirements for the final system or application are defined in their product or extended product safety standards.

Following standards are examples that may be applicable:

- IEC 60204-1 for electrical equipment on machinery;
- IEC 60364 (all parts) for low-voltage electrical *installations*;
- IEC 61439-1 for switchgear.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

Annex A (informative)

Classification of *PDS* into low-voltage system and high-voltage system

A.1 General

The purpose of Annex A is to classify *PDS* with AC power port(s) into low-voltage system and high-voltage system. See definition 3.30 and 3.16 for low voltage and high voltage, respectively. A *BDM* is always a subcomponent of a *CDM*, i.e. every *PDS* contains at least one *CDM*.

A.2 Classification of *PDS* by voltage

The Figure A.1 suggests the basic configuration of a *PDS* to support more easily the examples provided in Clause A.3. More detailed information of the *PDS* content is given by the example of Figure 2.

A *converter* transformer or a device such as a reactor, which is essential for power conversion if any, is a part of *BDM*. An output transformer is optional and a part of *CDM* (outside of *BDM*). A supply transformer is optional and outside of *PDS*. An input transformer, which is neither a supply transformer nor essential for power conversion but necessary for other reason/purpose if any, is optional and a part of *CDM* (outside of *BDM*).

The basic classification of *PDS* by voltage are described in Table 5 and Table A.1. In the only case where all *rated input/output voltages* of *BDM/CDM* are low-voltage, the *PDS* is a low-voltage system.

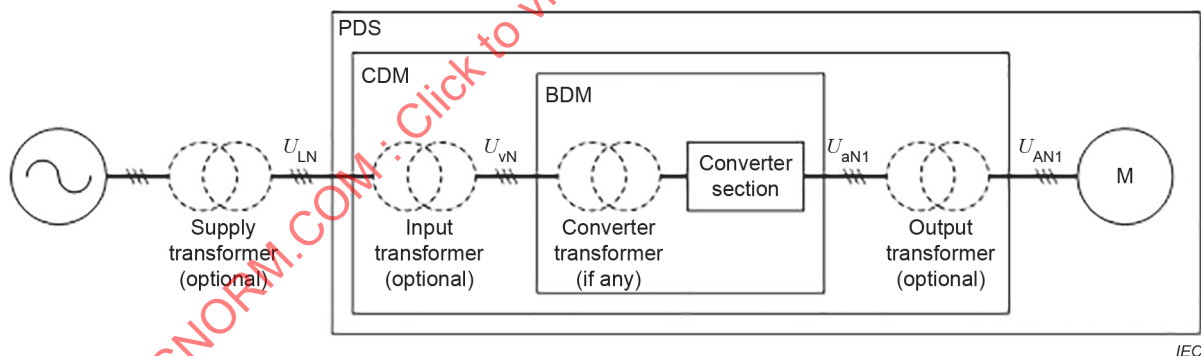


Figure A.1 – Basic configuration of *PDS*

Table A.1 – Basic classification of PDS by voltage

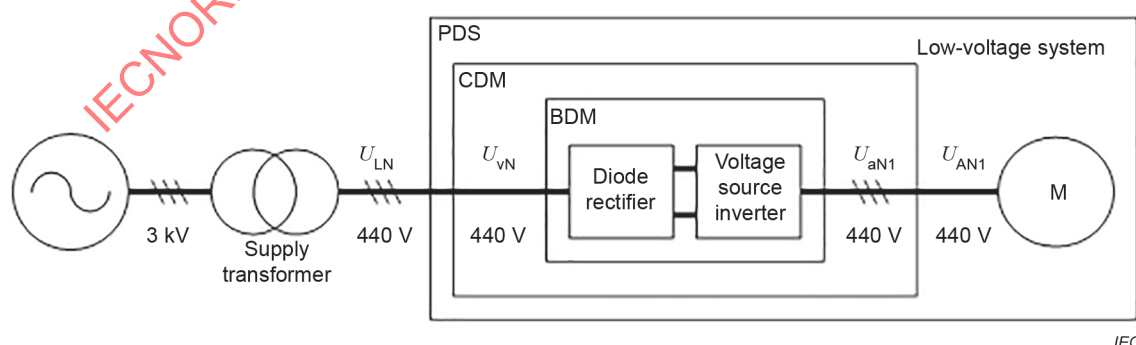
CDM voltage ratings				Classification of PDS by voltage
Input U_{LN}	BDM voltage ratings		Output U_{AN1}	
	Input U_{VN}	Output U_{aN1}		
Low-voltage	Low-voltage	Low-voltage	Low-voltage	Low-voltage
Low-voltage	Low-voltage	Low-voltage	High-voltage	High-voltage
Low-voltage	Low-voltage	High-voltage	Low-voltage	
Low-voltage	Low-voltage	High-voltage	High-voltage	
Low-voltage	High-voltage	Low-voltage	Low-voltage	
Low-voltage	High-voltage	Low-voltage	High-voltage	
Low-voltage	High-voltage	High-voltage	Low-voltage	
Low-voltage	High-voltage	High-voltage	High-voltage	
High-voltage	Low-voltage	Low-voltage	Low-voltage	
High-voltage	Low-voltage	Low-voltage	High-voltage	
High-voltage	Low-voltage	High-voltage	Low-voltage	
High-voltage	Low-voltage	High-voltage	High-voltage	
High-voltage	High-voltage	Low-voltage	Low-voltage	
High-voltage	High-voltage	Low-voltage	High-voltage	
High-voltage	High-voltage	High-voltage	Low-voltage	
High-voltage	High-voltage	High-voltage	High-voltage	

A.3 Examples

A.3.1 *PDS* with a supply transformer

Figure A.2 shows an example of *PDS* with a step-down supply transformer and no converter/output transformer as one of typical configurations.

The *rated input/output voltages* of *BDM*/*CDM* are AC 440 V. This *PDS* is classified into low-voltage system.

**Figure A.2 – Example of *low-voltage PDS* with a supply transformer**

A.3.2 *PDS* with an active infeed converter

Figure A.3 shows an example of *PDS* with an *active infeed converter* and no output transformer as one of typical configurations. An *active infeed converter* needs an inductive element in the AC side. The AC choke is therefore essential for power conversion and a part of *BDM*.

The *rated input/output voltages* of *BDM/CDM* are AC 440 V. This *PDS* is classified into low-voltage system.

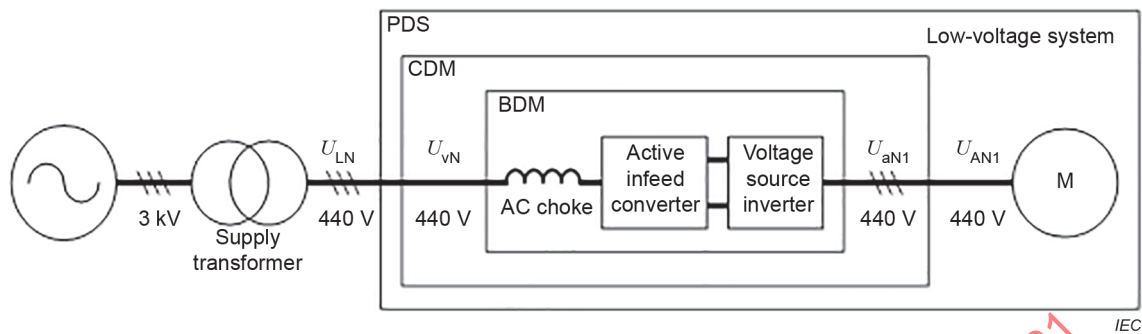


Figure A.3 – Example of low-voltage *PDS* with an active infeed converter

Figure A.4 shows another example of *PDS* with an *active infeed converter*. In this *PDS*, leakage inductance of a transformer in the AC side is used as an inductive element instead of an AC choke. The AC side transformer is therefore essential for power conversion and a part of *BDM* as a *converter transformer*.

The *rated input voltages* of *BDM/CDM* are AC 3 kV. This *PDS* is classified into high-voltage system.

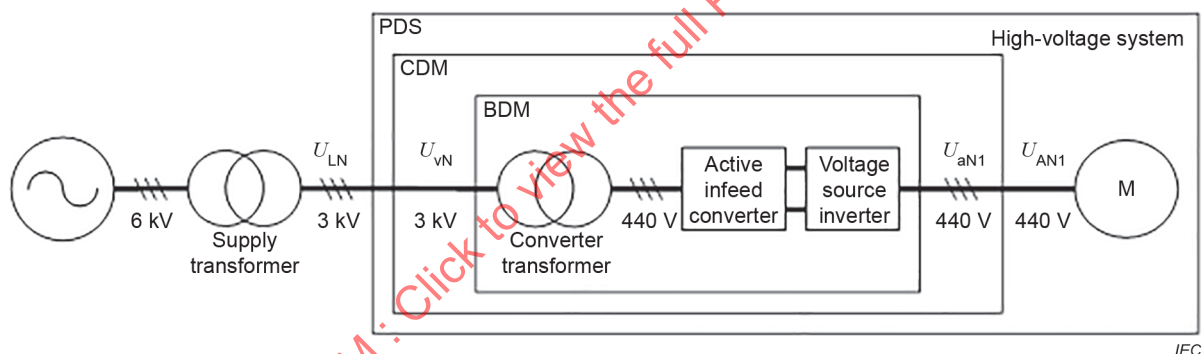


Figure A.4 – Example of high-voltage *PDS* with an active infeed converter

A.3.3 *PDS* with an output transformer

Figure A.5 shows an example of *PDS* with a step-down supply transformer and a step-up output transformer.

The *rated output voltage* of *CDM* is AC 3 kV. This *PDS* is classified into high-voltage system.

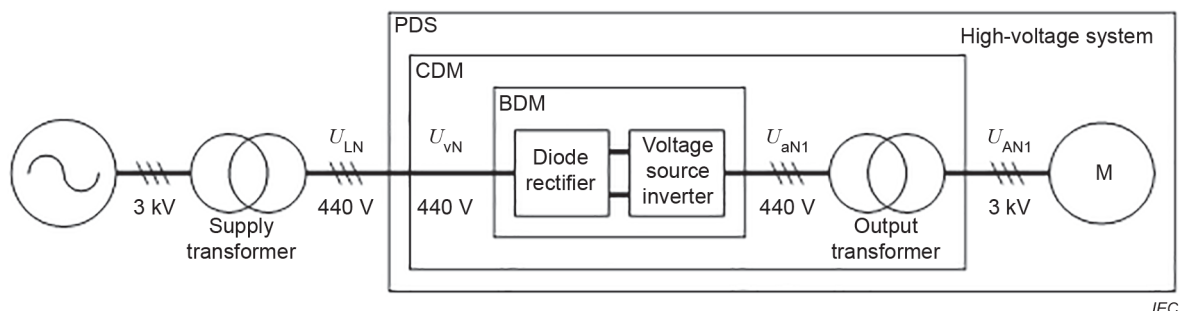


Figure A.5 – Example of high-voltage *PDS* with an output transformer

A.3.4 PDS with a common DC link

Figure A.6 shows an example of *PDS* with a common *DC link* and multiple *motors*.

The *rated input/output voltages* of *BDM/CDM* are AC 440 V. This *PDS* is classified into low-voltage system.

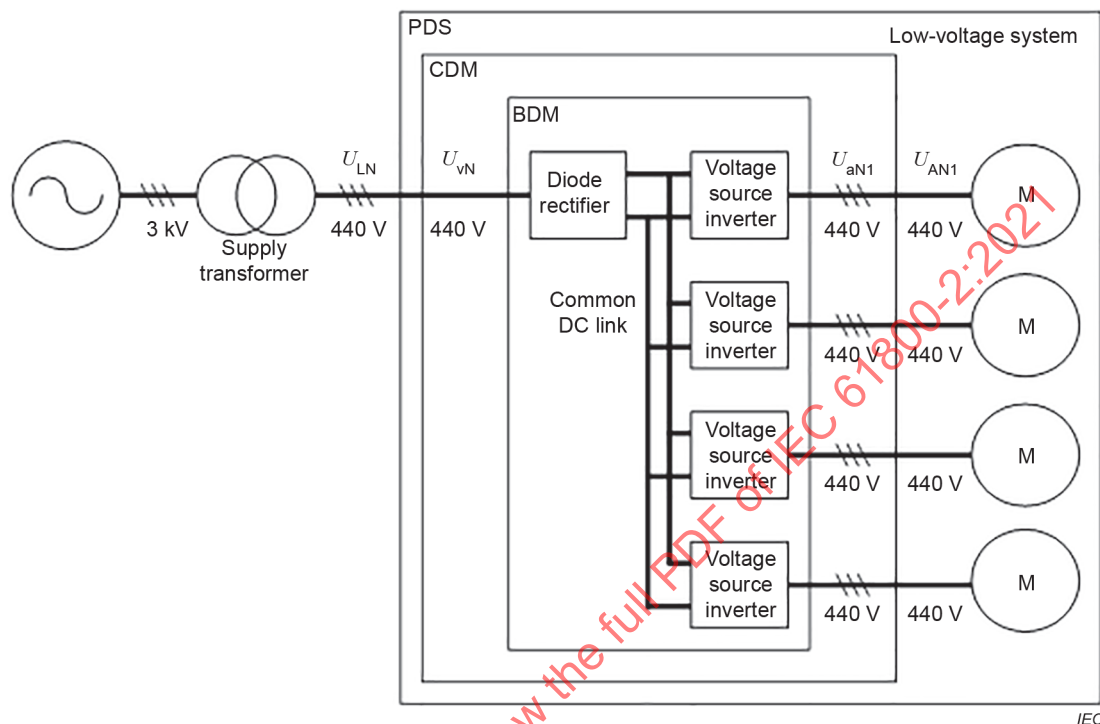


Figure A.6 – Example of low-voltage PDS with a common DC link

Figure A.7 shows another example of *PDS* with a common *DC link* and multiple *motors*. In this *PDS*, a step-up output transformer is connected to one of *inverters*.

One of the *rated output voltages* of *CDM* is AC 3 kV. This *PDS* is classified into high-voltage system.

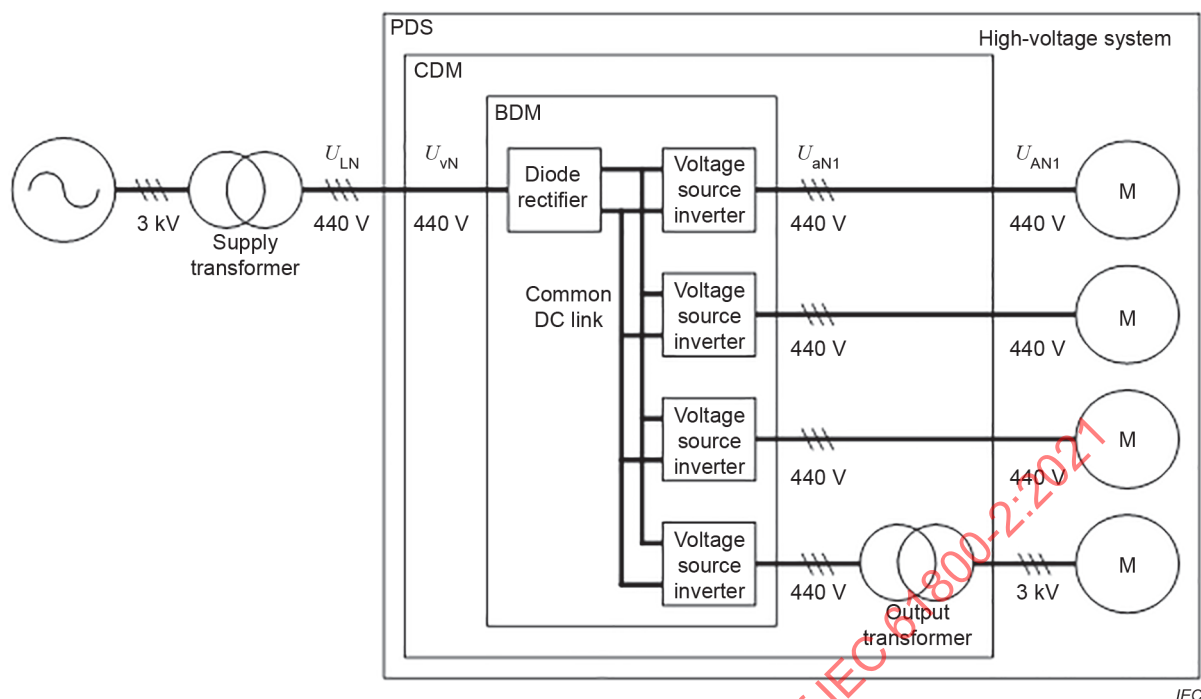


Figure A.7 – Example of *high-voltage PDS* with a common *DC link*

A.3.5 *PDS* with a step-up chopper

Figure A.8 shows an example of *PDS* with a step-up chopper.

The *rated output voltages* of *BDM/CDM* are AC 1 200 V. This *PDS* is classified into high-voltage system.

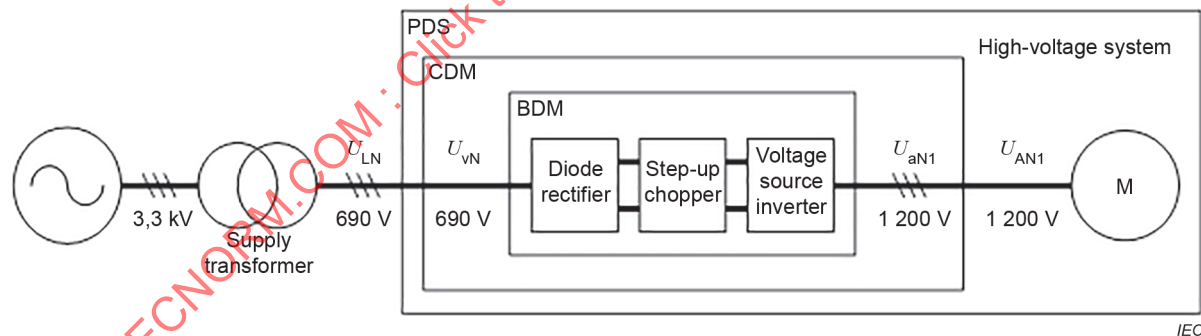


Figure A.8 – Example of *high-voltage PDS* with a step-up chopper

A.3.6 *PDS* with parallel-connected line-side converters

Figure A.9 shows an example of *PDS* with two parallel-connected line-side converters.

The *rated input voltage* of each diode rectifier in *BDM* and the *rated output voltages* of *BDM/CDM* are AC 660 V. This *PDS* is classified into low-voltage system.

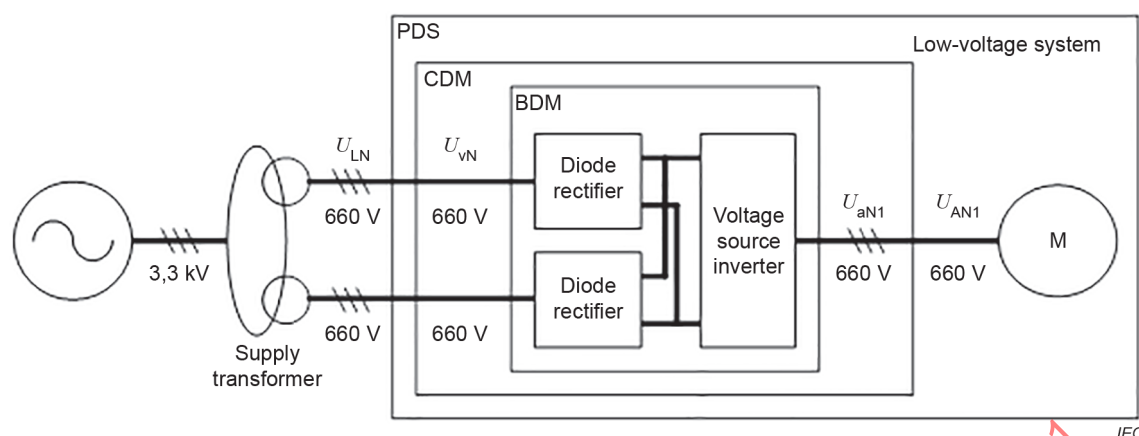


Figure A.9 – Example of low-voltage PDS with parallel-connected rectifiers

Figure A.10 shows another example of PDS with two parallel-connected line-side converters. BDM has a diode rectifier and an active infeed converter.

The rated input voltage of the diode rectifier is AC 1 100 V and that of the active infeed converter is AC 900 V, and the higher rated input voltage is AC 1 100 V. This PDS is classified into high-voltage system.

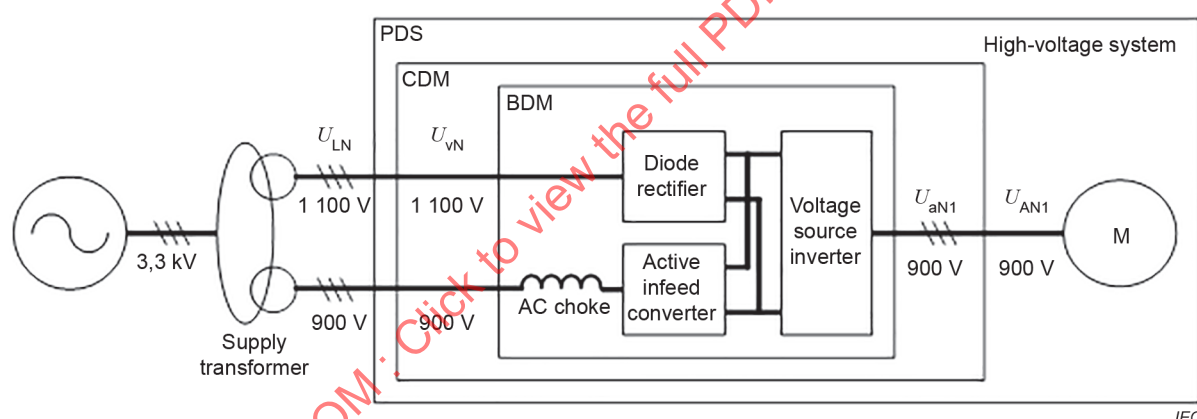


Figure A.10 – Example of high-voltage PDS with parallel-connected line-side converters

A.3.7 PDS with series-connected line-side converters

Figure A.11 shows an example of PDS with two series-connected rectifiers. In this PDS, each input of two diode rectifiers is mutually isolated and the AC side transformer is therefore essential for power conversion and a part of BDM as a converter transformer.

The rated input voltages of BDM/CDM are AC 3,3 kV. This PDS is classified into high-voltage system.

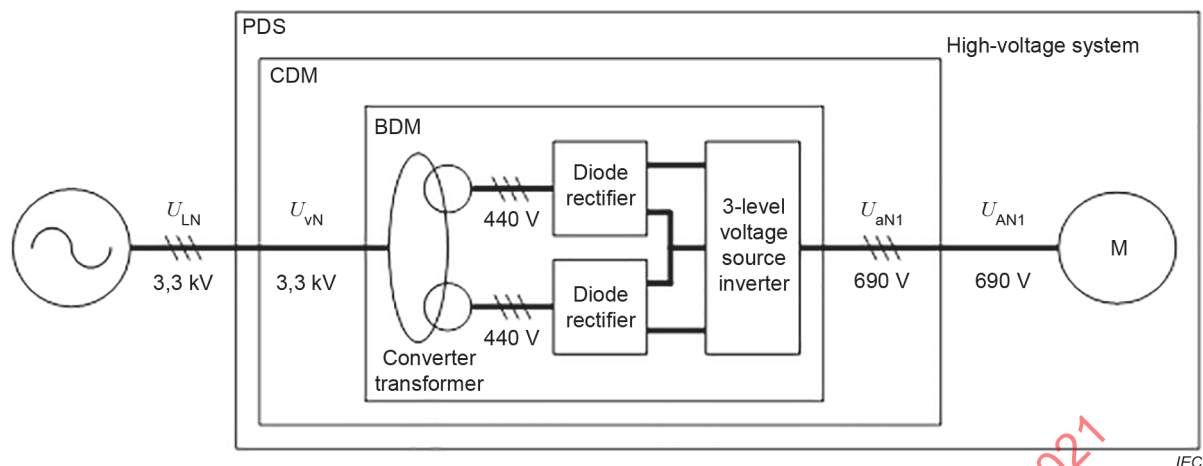


Figure A.11 – Example of *high-voltage PDS* with series-connected *rectifiers*

Figure A.12 shows another example of *PDS* with two series-connected *rectifiers*.

The *rated input voltages* of *BDM/CDM* are AC 3,3 kV and the *rated output voltages* of *BDM/CDM* are AC 1 200 V. This *PDS* is classified into high-voltage system.

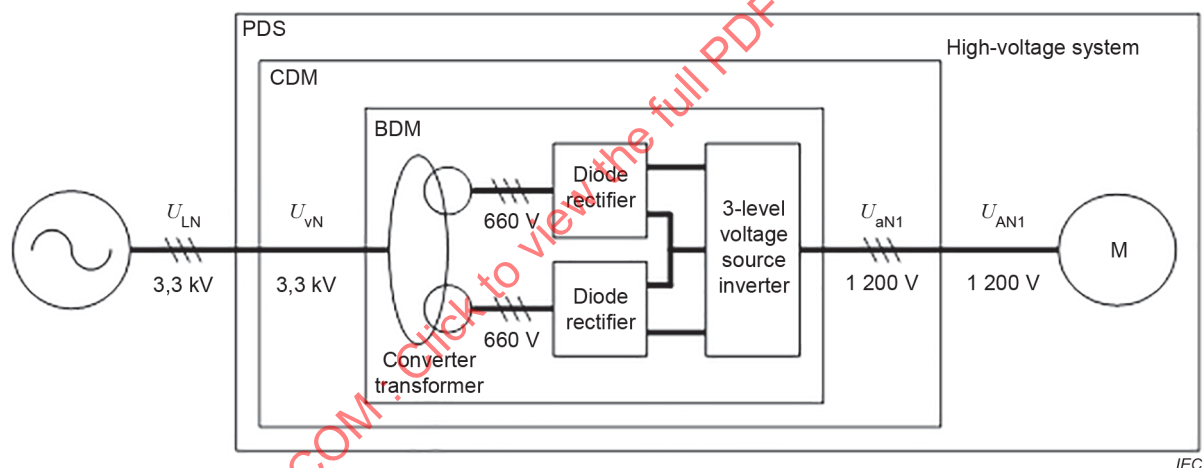


Figure A.12 – Example of *high-voltage PDS* with series-connected *rectifiers*

A.3.8 *PDS* with star-connected *inverters*

Figure A.13 shows an example of *PDS* with star-connected *inverters*. In this *PDS*, each input of three diode *rectifiers* is mutually isolated and the AC side transformer is therefore essential for power conversion and a part of *BDM* as a *converter* transformer.

The *rated input voltages* of *BDM/CDM* are AC 3,3 kV and the *rated output voltages* of *BDM/CDM* are AC 1 200 V. This *PDS* is classified into high-voltage system.

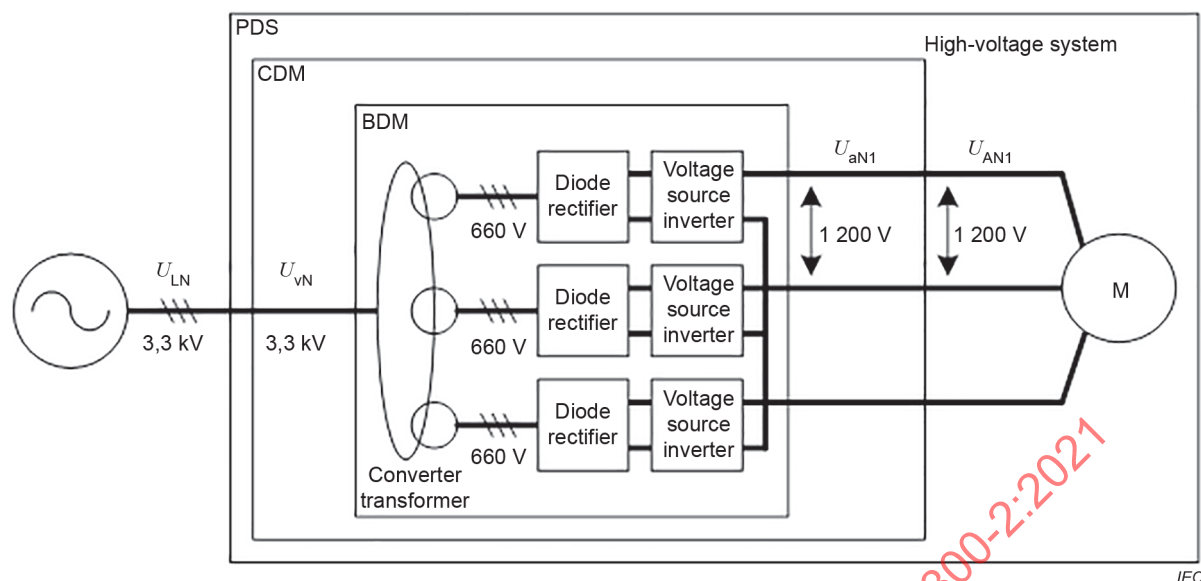


Figure A.13 – Example of *high-voltage PDS with star-connected inverters*

A.3.9 PDS with a multilevel inverter

Figure A.14 shows an example of *PDS with a multilevel inverter* which has cascaded power modules and Figure A.15 shows an example of the power module. In this *PDS*, each input of nine power modules is mutually isolated and the AC side transformer is therefore essential for power conversion and a part of *BDM* as a *converter transformer*.

The *rated input/output voltages* of *BDM/CDM* are AC 3,3 kV. This *PDS* is classified into high-voltage system.

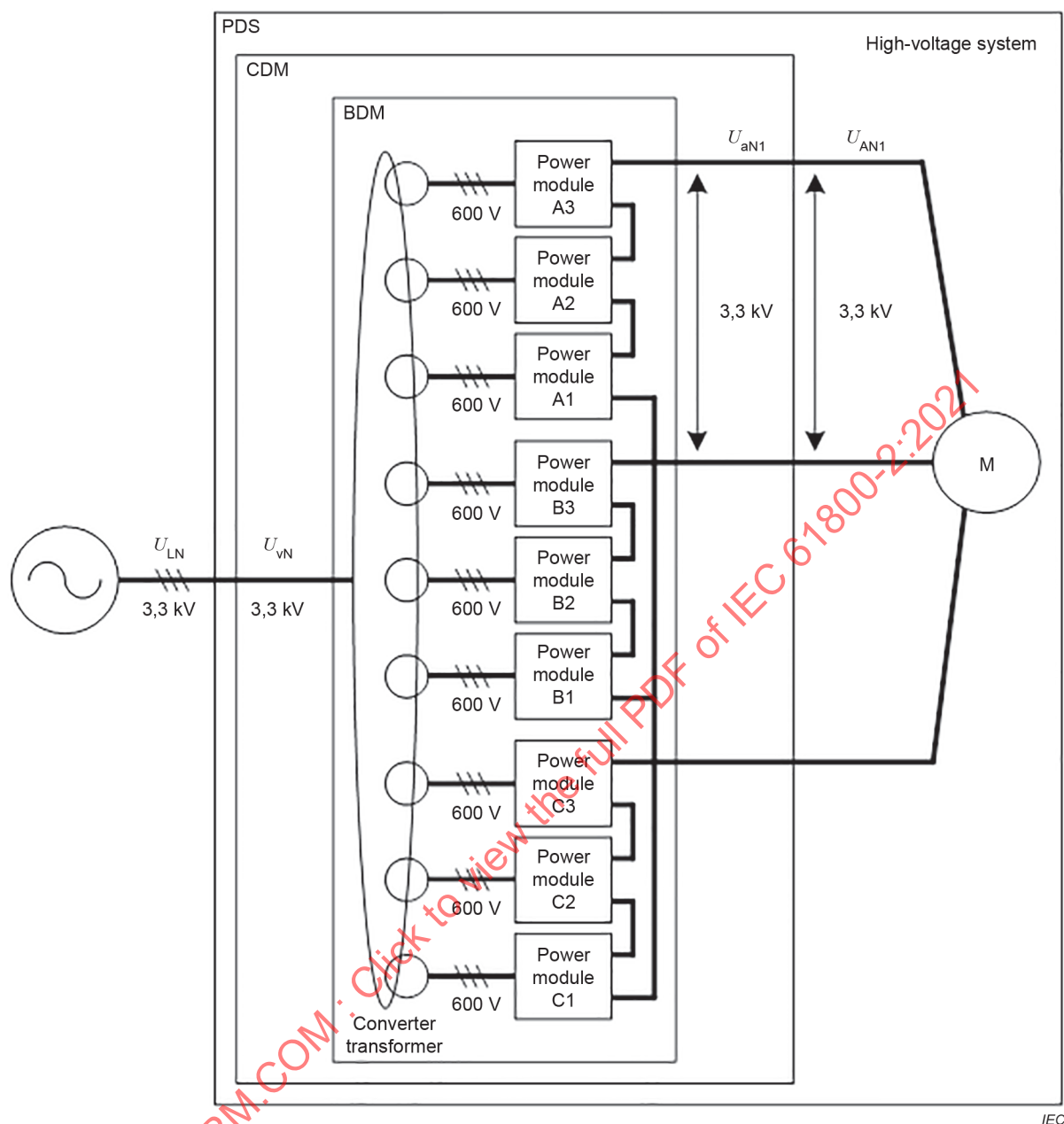


Figure A.14 – Example of *high-voltage PDS* with a multilevel *inverter*

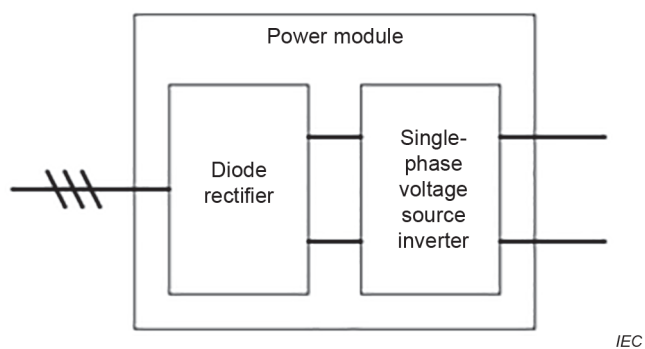


Figure A.15 – Example of a power module

A.3.10 Multiple *PDSs* with a common supply transformer

Figure A.16 shows an example of four *PDSs* with a common supply transformer. In this case, each *PDS* is classified individually.

For *PDS*-1, the *rated input/output voltages* of *BDM/CDM* are AC 400 V and this is classified into low-voltage system.

For *PDS*-2, the *rated output voltages* of *BDM/CDM* are AC 3 kV and this is classified into high-voltage system.

For *PDS*-3, the *rated input/output voltages* of *BDM/CDM* are AC 400 V and this is classified into low-voltage system.

For *PDS*-4, the *rated output voltage* of *CDM* is AC 3 kV and this is classified into high-voltage system.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

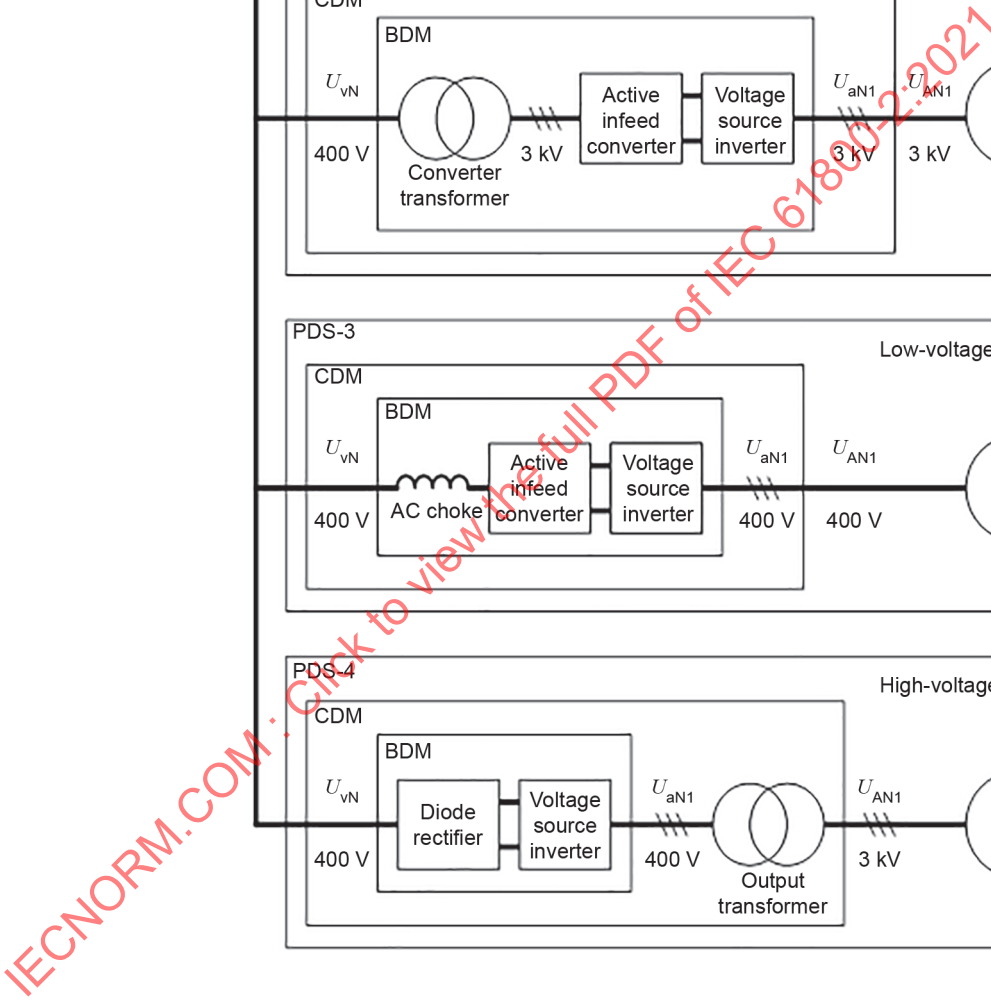


Figure A.16 – Example of multiple *low-voltage/high-voltage* PDSs with a common supply transformer

Annex B (informative)

Determination of the *input current* of *BDM/CDM/PDS*

Annex B provides information about determination of the RMS value of the steady state *input current* according to 5.3.2.3 and the load duty profile *input currents* according to 5.10.

The RMS value of the *input current* I_{VN} of *BDM/CDM/PDS* is provided to the *system integrator* for dimensioning of the input wire and the upstream protection elements. The wave shape of the *input current* is non-sinusoidal depending on the topology of the *rectifier* and the source impedance of the supply. Figure B.1 shows an example of an *input current*.

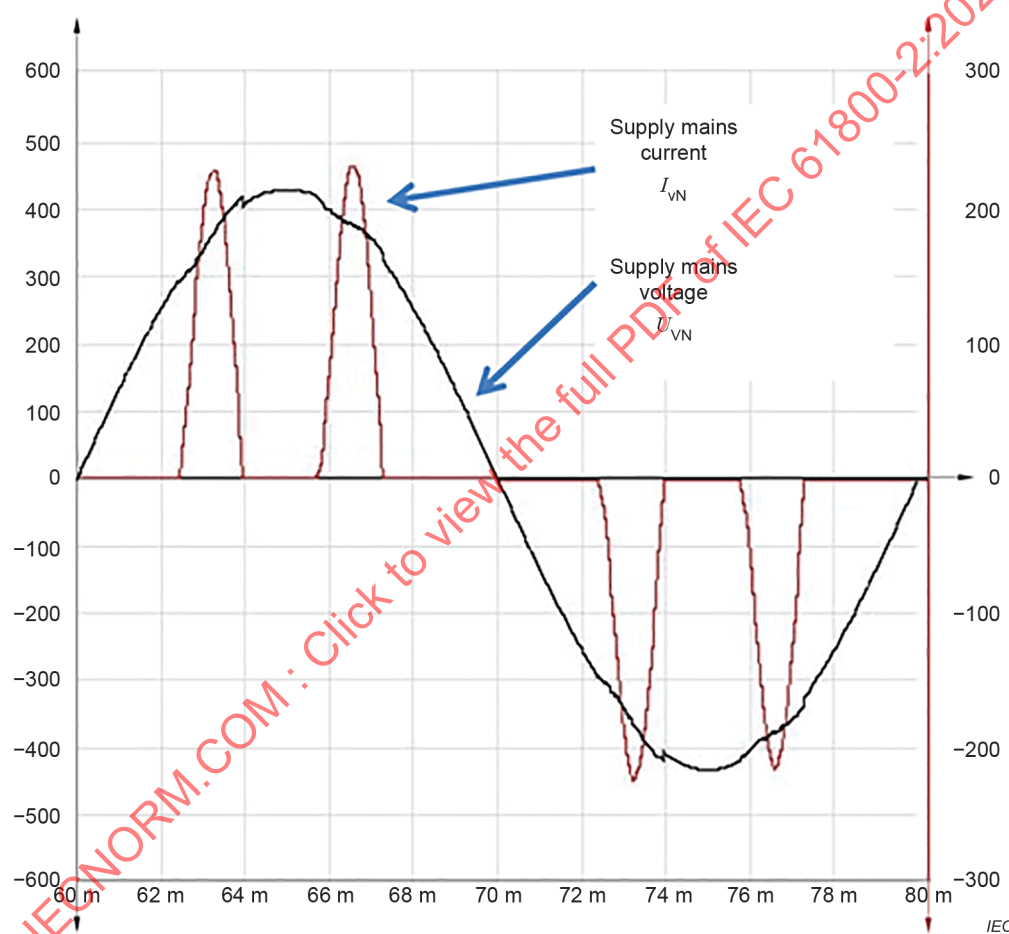


Figure B.1 – Example of distortion effect of the *input current* affected by a three-phase converter with capacitive load

Determination can be done by simulation, calculation or test taking into account following parameters.

- The *BDM/CDM/PDS* shall be equipped and installed to fulfil the requirement of IEC 61800-5-1 with respect to electrical safety.
- The *BDM/CDM/PDS* shall be equipped and installed according to *manufacturer's* specification with respect to electromagnetic compatibility.
- For *BDM/CDM/PDS* rated with multiple *input voltages*, the *input voltage* shall be the lowest rated value.

- For *BDM/CDM/PDS* rated with multiple *input frequency*, the *input frequency* shall be within the specified range of the *BDM/CDM/PDS*.
- *Short-circuit ratio* R_{SC} of the supply network to the *BDM/CDM/PDS* nominal current power shall be in the range from 50 to 200 above 90 kW and in the range from 5 to 50 up to 90 kW.

NOTE Simulation or calculation can be used to determine the highest value of the *input current* based on the measured value during the test considering the maximum or minimum *short-circuit ratio* R_{SC} .

- Switching frequency and pulse pattern of the *BDM/CDM* shall be factory setting as defined by the *manufacturer* and are to be documented.
- Unless otherwise specified in case of *BDM/CDM* testing, the *BDM/CDM* shall be loaded with a *motor*
 - delivering the *rated output current* (I_{aN}/I_{AN}) of the *BDM/CDM* [A], or
 - delivering the *rated output power* (P_s) of the *motor* [kW] according to the specified *motor* type, or
 - delivering the *rated apparent output power* (S_{AN} or S_{aN}) of the *BDM/CDM* [kVA].
- Unless otherwise specified, the *BDM/CDM/PDS* shall be measured with shielded *motor* cable having the maximum cable length according to *manufacturer's* specification.
- The tests can be done at any ambient temperature.
- If no suitable load is available, extrapolation for the current is permitted in the range from nearly 80 % up to 100 %.
- Simulation or calculation is permitted to be used to determine the highest value of the *input current* based on the measured value during the test.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

Bibliography

IEC 60027-3, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 3: Logarithmic and related quantities, and their units*

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

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

IEC 60034-18-31, *Rotating electrical machines – Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in rotating machines*

IEC TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: AC electrical machines used in power drive systems*

IEC 60034-30 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* (available at www.electropedia.org)

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

IEC 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-68, *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

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

IEC TS 60079-42, *Explosive atmospheres – Part 42: Electrical safety devices for the control of potential ignition sources for Ex-Equipment*

IEC 60146 (all parts), *Semiconductor converters*

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

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

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

IEC 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

IEC 60721-2-6, *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Earthquake vibration and shock*

IEC 61131-2, *Industrial-process measurement and control – Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*

IEC 61378 (all parts), *Converter transformers*

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

IEC 61378-3, *Converter transformers – Part 3: Application guide*

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

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

IEC 61800-4:2002, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V a.c. and not exceeding 35 kV*
EN 50325-4, *Industrial communications subsystem based on ISO 11898 (CAN) for controller-device interfaces – Part 4: CANopen*

EN 50598-3, *Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications – Part 3: Quantitative eco design approach through life cycle assessment including product category rules and the content of environmental declarations*

UL 10001-1, *Product Category Rules (PCR). For preparing an Environmental Product Declaration (EPD) for the Product Category: Power Inverter Products*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	120
INTRODUCTION.....	123
1 Domaine d'application	125
2 Références normatives	126
3 Termes et définitions	128
4 Recommandations pour la spécification des BDM/CDM/PDS et méthodologies relatives à la conformité.....	146
4.1 Généralités	146
4.2 Méthodologie relative à la conformité	146
4.2.1 Accord entre le <i>client</i> et le <i>fabricant</i>	146
4.2.2 Méthodologie pour déclarer la conformité sans contribution du <i>client</i>	147
4.3 Normes applicables	152
5 Critères de performance et de fonctionnalité.....	153
5.1 Généralités	153
5.2 Caractéristiques et topologie des <i>BDM/CDM/PDS</i>	153
5.2.1 Généralités	153
5.2.2 Caractéristiques des <i>BDM/CDM/PDS</i>	153
5.2.3 Topologie de base des <i>BDM/CDM/PDS</i>	154
5.2.4 Topologie de refroidissement.....	157
5.2.5 Pontage et configurations redondantes.....	158
5.3 Caractéristiques assignées	159
5.3.1 Généralités	159
5.3.2 Caractéristiques assignées en entrée	160
5.3.3 Caractéristiques assignées en sortie	161
5.3.4 <i>Quadrants</i> de fonctionnement	164
5.3.5 Caractéristiques assignées et fonctionnalité de l'équipement de commande.....	164
5.3.6 Caractéristiques assignées spéciales relatives au <i>BDM/CDM/PDS</i> ou au <i>moteur</i>	164
5.4 Performances	175
5.4.1 Fonctionnement.....	175
5.4.2 Traitement des défauts	185
5.4.3 Indications d'état minimales exigées.....	187
5.4.4 Dispositifs d'entrée/sortie (E/S)	187
5.5 Sécurité générale.....	189
5.6 Sécurité fonctionnelle	189
5.7 CEM	189
5.8 Écoconception	190
5.8.1 Généralités	190
5.8.2 <i>Efficacité</i> énergétique et pertes de puissance	190
5.8.3 Impact environnemental.....	190
5.9 Conditions d'environnement pour le service, le transport et l'entreposage.....	190
5.9.1 Généralités	190
5.9.2 Fonctionnement	190
5.9.3 Entreposage et transport du matériel	195
5.9.4 Conditions mécaniques.....	196
5.9.5 Dangers spécifiques liés à l'entreposage	197

5.9.6	Essais d'environnement de service (<i>essai de type</i>)	197
5.10	Types de profils de régime de charge	198
5.11	Interface générique et utilisation de profils pour les <i>PDS</i>	199
5.12	Tension sur l' <i>interface de puissance</i>	200
5.13	Interface du matériel entraîné	201
5.13.1	Vitesses critiques	201
5.13.2	Analyse de torsion	201
5.14	Environnement explosif	202
5.15	Exigences de mise à la terre	202
6	Essai	203
6.1	Généralités	203
6.2	Essais des composants séparés du <i>PDS</i>	203
6.3	Vue d'ensemble des normes et des essais relatifs aux composants du <i>PDS</i>	203
6.4	Exécution des essais	203
6.5	Essais normalisés du <i>BDM/CDM/PDS</i>	204
6.5.1	Généralités	204
6.5.2	Essai à <i>facteur de puissance</i> nul du <i>convertisseur</i> de source de courant	204
6.6	Spécifications d'essai	204
6.6.1	Inspections visuelles (<i>essai de type, essai sur prélèvement et essai individuel de série</i>)	204
6.6.2	Conditions de mise à la terre du système d'alimentation	205
6.6.3	Essais de performances statiques et essais de dimensionnement	205
6.6.4	Sécurité électrique	213
6.6.5	Sécurité fonctionnelle	213
6.6.6	CEM	213
6.6.7	Écoconception	213
6.6.8	Essais de condition d'environnement	213
6.6.9	Profils de communication	215
6.6.10	Environnement à atmosphère explosive	216
7	Informations et exigences de marquage	216
7.1	Généralités	216
7.2	Marquage sur le produit	216
7.3	Informations à fournir avec le <i>PDS</i> ou le <i>BDM/CDM</i>	216
7.4	Informations à fournir ou à mettre à disposition	217
7.5	Sécurité et mise en garde	217
7.5.1	Étiquettes de sécurité et de mise en garde	217
7.5.2	Considérations supplémentaires relatives à la sécurité d'un <i>PDS</i>	217
Annexe A (informative) Classification des <i>PDS</i> en système basse tension et système haute tension		219
A.1	Généralités	219
A.2	Classification des <i>PDS</i> en fonction de la tension	219
A.3	Exemples	220
A.3.1	<i>PDS</i> équipé d'un transformateur d'alimentation	220
A.3.2	<i>PDS</i> équipé d'un <i>convertisseur à alimentation active</i>	221
A.3.3	<i>PDS</i> équipé d'un transformateur de sortie	222
A.3.4	<i>PDS</i> équipé d'une <i>liaison continue</i> commune	222
A.3.5	<i>PDS</i> équipé d'un hacheur élévateur	224
A.3.6	<i>PDS</i> équipé de <i>convertisseurs</i> côté réseau en parallèle	224
A.3.7	<i>PDS</i> équipé de <i>convertisseurs</i> côté réseau en série	225

A.3.8	<i>PDS</i> équipé d' <i>onduleurs</i> en étoile	226
A.3.9	<i>PDS</i> équipé d'un <i>onduleur</i> multiniveau	226
A.3.10	<i>PDS</i> multiples équipés d'un transformateur d'alimentation commun	228
Annexe B (informative) Détermination du <i>courant d'entrée</i> du <i>BDM/CDM/PDS</i>		230
Bibliographie		232
Figure 1 – Relations entre le <i>fabricant</i> (du <i>BDM/CDM/PDS</i>) et le <i>client</i>		132
Figure 2 – Quadrants de fonctionnement		134
Figure 3 – Exemple d' <i>entraînement électrique de puissance</i>		140
Figure 4 – <i>BDM//CDM/PDS</i> types		155
Figure 5 – <i>BDM/CDM/PDS</i> avec <i>liaison continue</i> commune		156
Figure 6 – <i>BDM/CDM/PDS</i> avec frein		156
Figure 7 – <i>BDM/CDM/PDS</i> avec AIC		157
Figure 8 – Configuration de pontage pour un système à <i>convertisseur</i> indirect		159
Figure 9 – <i>Moteur</i> synchrone avec <i>onduleur</i> à commutation assistée par la charge (LCI) en configuration partiellement redondante		159
Figure 10 – Exemple de zone de fonctionnement d'un <i>PDS</i>		162
Figure 11 – Exemple de cycle de surcharge		163
Figure 12 – Types de contraintes d'isolement		172
Figure 13 – Définition de la tension transitoire aux bornes du <i>moteur</i>		173
Figure 14 – Caractéristiques limites admissibles d'une impulsion de tension (y compris l'effet de réflexion et l'amortissement) aux bornes du <i>moteur</i> en fonction du temps de montée à la valeur crête t_a		173
Figure 15 – Bande de précision		177
Figure 16 – Réponse temporelle suivant la réponse à un échelon d'une entrée de référence – Sans modification des variables opérationnelles		180
Figure 17 – Réponse temporelle suivant la modification d'une variable opérationnelle – Sans changement de référence		181
Figure 18 – Réponse temporelle suivant un changement de référence à la vitesse spécifiée		181
Figure 19 – Réponse en fréquence de la commande – Valeur de référence en tant qu' <i>excitation</i>		183
Figure 20 – Exemple de relation de l'IEC 61800-7 (toutes les parties) avec le logiciel de système de commande et le <i>BDM/CDM/PDS</i>		200
Figure 21 – Exemple de mise à la terre de protection et d'interconnexion des composants principaux		202
Figure 22 – Circuit de mesure d'un <i>PDS</i>		206
Figure A.1 – Configuration de base du <i>PDS</i>		219
Figure A.2 – Exemple de <i>PDS basse tension</i> équipé d'un transformateur d'alimentation		221
Figure A.3 – Exemple de <i>PDS basse tension</i> équipé d'un <i>convertisseur à alimentation active</i>		221
Figure A.4 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé d'un <i>convertisseur à alimentation active</i>		222
Figure A.5 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé d'un transformateur de sortie		222
Figure A.6 – Exemple de <i>PDS basse tension</i> équipé d'une <i>liaison continue</i> commune		223
Figure A.7 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé d'une <i>liaison continue</i> commune		223
Figure A.8 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé d'un hacheur élévateur		224

Figure A.9 – Exemple de <i>PDS basse tension</i> équipé de <i>redresseurs</i> en parallèle	224
Figure A.10 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé de convertisseurs côté réseau en parallèle	225
Figure A.11 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé de <i>redresseurs</i> en série	225
Figure A.12 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé de <i>redresseurs</i> en série	226
Figure A.13 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé d' <i>onduleurs</i> en étoile	226
Figure A.14 – Exemple de <i>PDS haute tension</i> équipé d'un <i>onduleur</i> multiniveau	227
Figure A.15 – Exemple de module de puissance	228
Figure A.16 – Exemple de <i>PDS basse tension/haute tension</i> multiples équipés d'un transformateur d'alimentation commun	229
Figure B.1 – Exemple de l'effet de distorsion du <i>courant d'entrée</i> affecté par un <i>convertisseur</i> triphasé à charge capacitive	230
Tableau 1 – Liste des termes généraux	128
Tableau 2 – Liste des caractéristiques assignées en entrée des <i>BDM/CDM/PDS</i>	129
Tableau 3 – Liste des caractéristiques assignées en sortie des <i>BDM/CDM/PDS</i>	129
Tableau 4 – Liste des caractéristiques assignées de <i>vitesse</i> et de <i>couple</i> des <i>moteurs</i>	130
Tableau 5 – Classification de base des <i>PDS</i> en fonction de la tension	135
Tableau 6 – Sélection des caractéristiques assignées, des performances et de la fonctionnalité du matériel par les parties responsables, avec la spécification d'essai correspondante	148
Tableau 7 – Présentation générale des caractéristiques assignées en entrée et en sortie du <i>BDM/CDM/PDS</i>	160
Tableau 8 – Exemple de charge continue maximale réduite en fonction d'une surcharge	163
Tableau 9 – Limites et tenue aux contraintes de tension type de l'isolement du <i>moteur</i>	174
Tableau 10 – Bandes de précision maximale (pourcentage)	177
Tableau 11 – Fonctions de protection du <i>PDS</i>	186
Tableau 12 – Conditions d'environnement de service	191
Tableau 13 – Définitions du degré de pollution	192
Tableau 14 – Limites de vibrations pour les <i>installations</i> fixes	192
Tableau 15 – Limites de vibration de l' <i>installation</i>	193
Tableau 16 – Limites de chocs pour les <i>installations</i> fixes	193
Tableau 17 – Limites d'entreposage et de transport	195
Tableau 18 – Limites de vibrations au cours du transport	196
Tableau 19 – Limites de chute libre au cours du transport	196
Tableau 20 – Essais d'environnement de service	198
Tableau 21 – Essai de chocs	215
Tableau A.1 – Classification de base des <i>PDS</i> en fonction de la tension	220

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 2: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour entraînements électriques de puissance à vitesse variable en courant alternatif

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61800-2 a été établie par le sous-comité 22G: Systèmes d'entraînement électrique de puissance à vitesse variable (PDS), du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2015. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) les exigences de l'IEC 61800-4 relatives aux PDS haute tension sont à présent fusionnées avec les exigences de l'IEC 61800-2:2015, et l'IEC 61800-4:2002 sera annulée après la publication du présent document;

- b) l'Article 1 (Domaine d'application) a été mis à jour pour introduire le nouveau concept de l'Article 4;
- c) les termes et définitions du Tableau 1 au Tableau 4 ont été classés selon un ordre logique. Une classification en basse tension et haute tension a été considérée dans le Tableau 5, et la Figure 3 clarifie les limites à l'intérieur du *BDM/CDM/PDS*;
- d) l'Article 4 est nouveau et se rapporte aux méthodes d'évaluation d'un produit par rapport au présent document;
- e) l'Article 5 a été mis à jour concernant:
- 1) l'inclusion d'un contenu spécifique relatif aux *BDM/CDM/PDS* haute tension;
 - 2) la description de la topologie de base des *BDM/CDM/PDS* (5.2);
 - 3) les caractéristiques assignées et les performances (5.3 et 5.4);
 - 4) la référence aux normes applicables dans la série IEC 61800 relatives à la CEM (IEC 61800-3), la sécurité électrique (IEC 61800-5-1), la sécurité fonctionnelle (IEC 61800-5-2), les aspects liés au régime de charge (IEC TR 61800-6), les profils de communication (série IEC 61800-7), la tension d'*interface de puissance* (IEC TS 61800-8) et l'écoconception (série IEC 61800-9) afin d'éviter les exigences conflictuelles (5.5, 5.6, 5.7, 5.10, 5.11, 5.12);
 - 5) la mise à jour des exigences d'écoconception (5.8);
 - 6) la mise à jour des exigences d'évaluation environnementale (5.9);
 - 7) l'application des exigences relatives aux atmosphères explosives (5.14);
- f) l'Article 6 a été mis à jour avec les exigences d'essai afin d'associer clairement les exigences de conception et les exigences d'essai;
- g) l'Article 7 a été mis à jour afin d'harmoniser les exigences de marquage et de documentation dans l'IEC 61800 (toutes les parties);
- h) l'Annexe A et l'Annexe B existantes ont été mises à jour afin d'inclure les informations détaillées spécifiques relatives aux *BDM/CDM/PDS* haute tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22G/432/FDIS	22G/435/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.

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

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

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

Dans le présent document, les termes en *italique* sont définis à l'Article 3.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

INTRODUCTION

0.1 Généralités

Le présent document fait partie de la série IEC 61800 spécifiant les exigences relatives aux *entraînements électriques de puissance à vitesse variable (PDS)*. Depuis la publication de la deuxième édition de l'IEC 61800-2, plusieurs documents de la série IEC 61800 ont été développés et maintenus, induisant des références obsolètes et des exigences contradictoires dans la série IEC 61800.

Le présent document contient les exigences générales relatives aux *PDS* destinés à alimenter des *moteurs* à courant alternatif, dont les tensions d'entrée assignées du *convertisseur* (tension entre phases) atteignent 35 000 V en courant alternatif.

Les *PDS* destinés à alimenter les *moteurs* à courant continu sont couverts par l'IEC 61800-1.

0.2 Cohérence des exigences

Le présent document spécifie les exigences relatives aux *PDS* entrant dans le cadre de son domaine d'application pour les rubriques identifiées non couvertes par les autres normes de la série IEC 61800.

Les exigences suivantes sont couvertes par d'autres normes de la série IEC 61800:

- les exigences relatives aux *PDS* à courant continu sont couvertes par l'IEC 61800-1;
- les exigences CEM sont couvertes par l'IEC 61800-3;
- les exigences générales de sécurité sont couvertes par l'IEC 61800-5-1;
- les exigences de sécurité fonctionnelle sont couvertes par l'IEC 61800-5-2;
- les recommandations relatives au type de régime de charge sont couvertes par l'IEC TR 61800-6;
- les exigences concernant l'interface et l'utilisation de profils sont couvertes par l'IEC 61800-7 (toutes les parties);
- la spécification de la tension d'*interface de puissance* est couverte par l'IEC TS 61800-8;
- les exigences concernant l'*efficacité* énergétique et l'écoconception d'un système d'entraînement sont couvertes par l'IEC 61800-9 (toutes les parties).

Généralement, le présent document donne une description de base des rubriques et fait référence à la norme pertinente concernant les exigences spécifiques. Il s'agit d'assurer la cohérence, d'éviter les exigences contradictoires dans l'IEC 61800 (toutes les parties) et d'optimiser la maintenance future des documents.

Dans le cadre des travaux internes à la MT (équipe de maintenance) 9 du SC 22G, le présent document spécifie les définitions de base utilisées dans la série IEC 61800. Pour les questions relatives aux *convertisseurs à alimentation active*, l'IEC TS 62578 a été prise en considération.

Par suite du développement de la série de normes IEC 61800, il s'est avéré moins nécessaire de faire référence à des documents hors de la série, les références nécessaires à l'IEC 60146 (toutes les parties) ayant notamment diminué de manière importante.

0.3 Éléments d'un accord entre le *client* et le *fabricant*

Le présent document fournit une liste non exhaustive d'exigences pour aider les parties responsables à établir une spécification fonctionnelle. Il convient que chaque rubrique soit spécifiée individuellement par la ou les *parties responsables* comme une exigence de conformité, s'il y a lieu, pour l'application prévue. Lorsque le *fabricant* est la seule *partie*

responsable, pour quelque raison que ce soit, il peut choisir de sélectionner les parties spécifiques du présent document qui sont pertinentes pour l'application prévue.

Les *BDM/CDM/PDS* peuvent être intégrés en tant que composant dans une installation finale ou dans un produit étendu. Les applications suivantes sont des exemples: ascenseur et élévateur, machines, tapis roulant, appareillages, chauffage et ventilation, pompe, applications éoliennes et marémotrices.

Dans chaque application, il est essentiel d'identifier les conditions d'environnement dans lesquelles le produit est entreposé, transporté et utilisé pour la spécification correcte des *BDM/CDM/PDS*. Il convient que les conditions d'environnement prises en considération comprennent au moins celles définies dans l'IEC 60721 (toutes les parties) et la CEM.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Partie 2: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour entraînements électriques de puissance à vitesse variable en courant alternatif

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61800 s'applique aux *entraînements électriques de puissance* à vitesse variable en courant alternatif, incluant les convertisseurs à semiconducteurs et les moyens permettant de les commander, de les protéger, de les surveiller, de les mesurer, ainsi que les *moteurs* à courant alternatif.

Elle s'applique aux *entraînements électriques de puissance* à vitesse variable destinés à alimenter les *moteurs* à courant alternatif d'un *BDM* ou d'un *CDM* connecté à des tensions entre phases jusqu'à et y compris 35 kV en courant alternatif, 50 Hz ou 60 Hz et/ou à des tensions jusqu'à et y compris 1,5 kV en courant continu côté entrée.

NOTE Les *entraînements électriques de puissance* continus à vitesse variable destinés à alimenter les *moteurs* à courant continu sont couverts par l'IEC 61800-1.

Le présent document définit et décrit une liste non exhaustive de critères pour la sélection des performances et des attributs fonctionnels des *BDM/CDM/PDS*. Cette liste est examinée par les *parties responsables* pour déterminer les éléments à prendre en considération pour la conception du/des dispositif(s), de l'équipement/des équipements ou du/des système(s), avec la spécification d'essai correspondante. Elle propose également une sélection de performances et d'attributs fonctionnels pour le matériel entraîné et les produits étendus. Les performances et les attributs fonctionnels se concentrent sur les cinq catégories suivantes:

- topologie et classification des parties principales du *PDS*;
- caractéristiques assignées, performances et fonctionnalité;
- spécifications de l'environnement d'installation et de fonctionnement prévu du *PDS*;
- autres spécifications susceptibles d'être applicables lors de la spécification d'un *PDS* complet.

Les applications de traction et les véhicules électriques sont exclus du domaine d'application du présent document.

Le présent document fournit une liste non exhaustive dont les exigences minimales peuvent être utilisées pour le développement d'une spécification entre le *client* et le *fabricant* fondée sur les exigences de l'application. Cette même liste non exhaustive peut être utilisée par un *fabricant* pour déterminer les exigences minimales pour un *BDM/CDM/PDS* standard sans interaction du *client*, sur la base de l'application spécifiée de ce *BDM/CDM/PDS*.

Pour certains aspects couverts par les normes de produit *PDS* spécifiques de la série IEC 61800, le présent document fournit une brève introduction et des références aux exigences détaillées dans ces normes de produit.

Cela s'applique aux aspects suivants:

- les exigences CEM sont couvertes par l'IEC 61800-3;
- les exigences générales de sécurité sont couvertes par l'IEC 61800-5-1;
- les exigences de sécurité fonctionnelle sont couvertes par l'IEC 61800-5-2;

- les recommandations relatives au type de régime de charge sont couvertes par l'IEC TR 61800-6;
- les exigences concernant l'interface et l'utilisation de profils sont couvertes par l'IEC 61800-7 (toutes les parties);
- la spécification de la tension d'*interface de puissance* est couverte par l'IEC TS 61800-8;
- les exigences concernant l'efficacité énergétique et l'écoconception d'un système d'entraînement sont couvertes par l'IEC 61800-9 (toutes les parties).

2 Références normatives

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

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

IEC 60038, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60050-112, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Partie 112: Grandeurs et unités* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-113:2011, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 113: Physique pour l'électrotechnique* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-114, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 114: Electrochimie* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-151, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-161, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 161: Compatibilité électromagnétique* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-192, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 192: Sécurité de fonctionnement* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-441, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 441: Appareillage et fusibles* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-442, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 442: Petit appareillage* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-551, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 551: Electronique de puissance* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60050-601, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

IEC 60068-2-27:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60076 (toutes les parties), *Transformateurs de puissance*

IEC 60076-11, *Transformateurs de puissance – Partie 11: Transformateurs de type sec*

IEC 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

IEC 60146-1-1, *Convertisseurs à semiconducteurs – Exigences générales et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécification des exigences de base*

IEC TR 60146-1-2, *Semiconductor convertors – General requirement and line commutated convertors – Part 1-2: Application guide* (disponible en anglais seulement)

IEC 60721-3-0, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-0: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Introduction*

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

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

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

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

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

IEC 60721-3-4:1995, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 4: Utilisation à poste fixe, non protégé contre les intempéries*

IEC 60721-3-4:1995/AMD1:1996

IEC 61800-3, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essais spécifiques*

IEC 61800-5-1, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-1: Exigences de sécurité – Électrique, thermique et énergétique*

IEC 61800-5-2:2016, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-2: Exigences de sécurité – Fonctionnelle*

IEC TR 61800-6, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 6: Guide de détermination du type de régime de charge et de dimensionnement en courant correspondant*

IEC 61800-7 (toutes les parties), *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 7: Interface générique et utilisation de profils pour les entraînements électriques de puissance*

IEC 61800-7-1, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 7-1: Interface générique et utilisation de profils pour les entraînements électriques de puissance – Définition de l'interface*

IEC TS 61800-8, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 8: Specification of voltage on the power interface* (disponible en anglais seulement)

IEC 61800-9-1, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 9-1: Écoconception des entraînements électriques de puissance, des démarreurs de moteurs, de l'électronique de puissance et de leurs applications entraînées – Exigences générales pour*

définir les normes d'efficacité énergétique d'un équipement entraîné via l'approche produit étendu (EPA) et le modèle semi-analytique (SAM)

IEC 61800-9-2, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 9-2: Écoconception des entraînements électriques de puissance, des démarreurs de moteurs, de l'électronique de puissance et de leurs applications entraînées – Indicateurs d'efficacité énergétique pour les entraînements électriques de puissance et les démarreurs de moteurs*

IEC TS 62578:2015, *Systèmes et équipements électroniques de puissance – Conditions de fonctionnement et caractéristiques des convertisseurs à alimentation active (AIC), y compris les recommandations de conception pour leurs valeurs d'émission inférieures à 150 kHz*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-112, l'IEC 60050-113, l'IEC 60050-114, l'IEC 60050-151, l'IEC 60050-161, l'IEC 60050-191, l'IEC 60050-441, l'IEC 60050-442, l'IEC 60050-551, l'IEC 60050-601, l'IEC 60146-1-1, et l'IEC TR 60146-1-2, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

Index

Tableau 1 – Liste des termes généraux

3.4	module d'entraînement principal (BDM)	3.2	réseau d'alimentation	3.96	essai de type
3.6	module d'entraînement complet (CDM)	3.51	accès mesurage et commande de processus	3.84	essai individuel de série
3.29	onduleur	3.54	interface de puissance	3.85	essai sur prélèvement
3.7	convertisseur <du BDM>	3.88	interface de signal	3.1	essai de réception
3.80	redresseur <du BDM>	3.56	emballage produit	3.97	essai certifié
3.10	liaison continue	3.86	emballage d'expédition	3.5	essai de mise en service
3.3	convertisseur à alimentation active (AIC)	3.81	récupération	3.89	essai spécial
3.52	entraînement électrique de puissance (PDS)			3.82	résolution
3.30	BDM/CMD/PDS basse tension <pour moteur à courant alternatif>	3.53	facteur de puissance (λ)	3.83	partie responsable
3.16	BDM/CMD/PDS haute tension <pour moteur à courant alternatif>	3.94	taux de distorsion harmonique totale (THD)	3.8	client <du BDM/CDM/PDS>
3.28	PDS intégré	3.87	rapport de court-circuit (R_{SC})	3.14	utilisateur final
3.36	moteur moteur électrique	3.12	efficacité <du CDM>	3.31	fabricant <du BDM/CDM/PDS>
3.27	Installation	3.13	efficacité <du PDS>	3.37	équipementier (OEM)
3.50	accès	3.46	capacité de surcharge en sortie	3.92	intégrateur système
3.55	accès de puissance	3.91	excitation		

NOTE Le présent document contient les définitions de base utilisées dans l'IEC 61800 (toutes les parties) de manière à pouvoir les utiliser dans une révision ultérieure de toutes les normes IEC 61800.

Tableau 2 – Liste des caractéristiques assignées en entrée des *BDM/CDM/PDS*

3.21	courant d'entrée <BDM> (I_V)	3.66	tension d'entrée assignée <CDM/PDS> (U_{LN})	3.58	puissance active d'entrée assignée <CDM/PDS> (P_{LN})
3.61	courant d'entrée assigné <BDM> (I_{VN})	3.17	puissance active d'entrée <BDM> (P_V)	3.60	puissance apparente d'entrée assignée <CDM/PDS> (S_{LN})
3.22	courant d'entrée <CDM/PDS> (I_L)	3.19	puissance apparente d'entrée <BDM> (S_V)	3.23	fréquence d'entrée <BDM> (f_V)
3.62	courant d'entrée assigné <CDM/PDS> (I_{LN})	3.18	puissance active d'entrée <CDM/PDS> (P_L)	3.63	fréquence d'entrée assignée <BDM> (f_{VN})
3.25	tension d'entrée <BDM> (U_V)	3.20	puissance apparente d'entrée <CDM/PDS> (S_L)	3.24	fréquence d'entrée <CDM/PDS> (f_L)
3.65	tension d'entrée assignée <BDM> (U_{VN})	3.57	puissance active d'entrée assignée <BDM> (P_{VN})	3.64	fréquence d'entrée assignée <CDM/PDS> (f_{LN})
3.26	tension d'entrée <CDM/PDS> (U_L)	3.59	puissance apparente d'entrée assignée <BDM> (S_{VN})		

NOTE Les indices suivent le concept donné dans l'IEC 60146-1-1.

Tableau 3 – Liste des caractéristiques assignées en sortie des *BDM/CDM/PDS*

3.42	courant de sortie <BDM> (I_a)	3.38	puissance active de sortie <BDM> (P_a)	3.41	puissance apparente de sortie <CDM> (S_a)
3.71	courant de sortie assigné <BDM> (I_{aN})	3.67	puissance active de sortie assignée <BDM> (P_{aN})	3.70	puissance apparente de sortie assignée <CDM> (S_{aN})
3.43	courant de sortie <CDM> (I_A)	3.39	puissance active de sortie <CDM> (P_A)	3.44	fréquence de sortie <BDM> (f_a)
3.72	courant de sortie assigné <CDM> (I_{AN})	3.68	puissance active de sortie assignée <CDM> (P_{AN})	3.73	fréquence de sortie assignée <BDM> (f_{aN})
3.48	tension de sortie <BDM> (U_{a1})	3.47	puissance de sortie <PDS> (P_s)	3.45	fréquence de sortie <CDM> (f_A)
3.76	tension de sortie assignée <BDM> (U_{aN1})	3.75	puissance de sortie assignée <PDS> (P_{sN})	3.74	fréquence de sortie assignée <CDM> (f_{AN})
3.49	tension de sortie <CDM> (U_{A1})	3.40	puissance apparente de sortie <BDM> (S_a)	3.46	capacité de surcharge en sortie
3.77	tension de sortie assignée <CDM> (U_{AN1})	3.69	puissance apparente de sortie assignée <BDM> (S_{aN})		

NOTE Les indices suivent le concept donné dans l'IEC 60146-1-1

Tableau 4 – Liste des caractéristiques assignées de *vitesse* et de *couple* des *moteurs*

3.95	fonctionnement deux quadrants ^b	3.35	vitesse minimale <d'un moteur> (N_{Min})	3.93	couple <d'un moteur> (M)
3.15	fonctionnement quatre quadrants ^b	3.34	vitesse minimale assignée <d'un moteur> (N_{NMin})	3.79	couple assigné <d'un moteur> (M_N)
3.90	vitesse <d'un moteur> (N)	3.32	vitesse maximale de sécurité assignée <d'un moteur> (N_{SNMax})	3.9	freinage par injection de courant continu
3.78	vitesse assignée <d'un moteur> (N_N)	3.33	vitesse maximale assignée <d'un moteur> (N_{NMax})	3.11	freinage rhéostatique

NOTE 1 Les indices suivent le concept donné dans l'IEC 60146-1-1.

NOTE 2 Voir également Figure 10 et 5.3.3.2.

3.1

essai de réception

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

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modifiée – Le terme "entité" a été remplacé par le terme "dispositif".]

3.2

réseau d'alimentation

système de distribution d'énergie électrique à *basse ou haute tension* destiné à alimenter un *BDM/CDM/PDS*

Voir Figure 3.

3.3

convertisseur à alimentation active

AIC

convertisseur électronique de puissance autocommuté qui peut convertir la puissance électrique dans les deux sens et commander la puissance réactive ou le *facteur de puissance*

Note 1 à l'article: Un *convertisseur à alimentation active* peut être de n'importe quelle technologie, topologie, tension et dimension et équipé d'une source de courant ou d'une source de tension côté courant continu qui fonctionnent en génération et en récupération.

Note 2 à l'article: Certains de ces convertisseurs peuvent également contrôler les harmoniques afin de réduire la distorsion d'un courant ou d'une tension appliqué(e).

Note 3 à l'article: Les topologies de base peuvent être mises en place en tant que *convertisseur* de source de tension (VSC ou voltage source converter) ou que *convertisseur* de source de courant (CSC ou current source converter).

Note 4 à l'article: Dans l'IEC 60500-551, ces termes (VSC et CSC) sont définis comme *convertisseur alternatif/continu imposant la tension* [551-12-03] et comme *convertisseur alternatif/continu imposant le courant* [551-12-04]. La plupart des *convertisseurs à alimentation active* sont des *convertisseurs* bidirectionnels dont les sources se trouvent côté courant continu.

Note 5 à l'article: Dans certains ouvrages de référence, les *convertisseurs à alimentation active* sont également appelés *convertisseurs AFE* (active front end en anglais).

Note 6 à l'article: L'abréviation "AIC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "active infeed converter".

[SOURCE: IEC TS 62578:2015, 3.5, modifiée – Certains termes et expressions de la définition ont été transférés à la Note 1 à l'article.]

3.4

module d'entraînement principal

BDM

convertisseur électronique de puissance et commande associée, connecté entre une source d'alimentation électrique et un *moteur*

Voir Figure 3.

Note 1 à l'article: Le BDM est capable de transmettre l'énergie de la source d'alimentation électrique au *moteur* et peut être également capable de transmettre l'énergie produite par le *moteur* à la source d'alimentation électrique.

Note 2 à l'article: Le BDM commande tout ou partie des paramètres suivants relatifs à l'énergie transmise au *moteur* et à celle fournie par celui-ci: courant, fréquence, tension, vitesse, couple et force.

Note 3 à l'article: L'abréviation "BDM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "basic drive module".

3.5

essai de mise en service

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-06, modifiée – Les mots "d'une machine" ont été remplacés par "d'un dispositif".]

3.6

module d'entraînement complet

CDM

module d'entraînement comprenant, y compris entre autres, le *BDM* et des composants associés, tels que des dispositifs de protection, des transformateurs et des dispositifs auxiliaires, à l'exclusion toutefois du *moteur* et des capteurs mécaniquement couplés à l'arbre du *moteur*

Voir Figure 3.

Note 1 à l'article: L'abréviation "CDM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "complete drive module".

3.7

convertisseur

<du *BDM*> unité qui change la nature de la puissance électrique fournie par le *réseau d'alimentation* en la nature exigée par le(s) *moteur(s)* en transformant la tension et/ou le courant et/ou la fréquence

Voir Figure 3.

Note 1 à l'article: Le *convertisseur* comprend les dispositifs de commutation électroniques et leurs circuits de commutation associés. Il est commandé par des transistors ou des thyristors ou par tout autre composant de commutation de puissance à semiconducteurs.

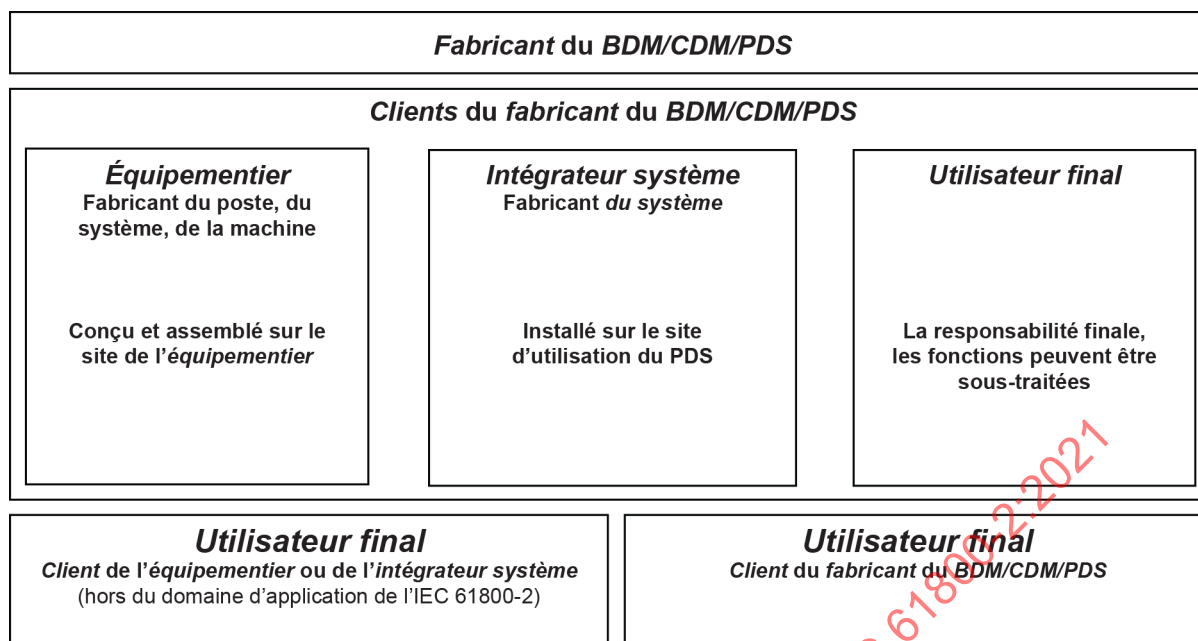
Note 2 à l'article: Le *convertisseur* peut être commuté par le réseau ou auto-commuté et peut être composé, par exemple, d'un ou de plusieurs *redresseurs*.

3.8

client

<du *BDM/CDM/PDS*> *équipementier (OEM)*, *intégrateur système* ou *utilisateur final* spécifiant et achetant un *BDM/CDM/PDS* auprès du *fabricant* de *BDM/CDM/PDS*

Voir Figure 1.



IEC

Figure 1 – Relations entre le *fabricant* (du *BDM/CDM/PDS*) et le *client*

3.9

freinage par injection de courant continu

conversion de l'énergie de rotation de la charge en énergie électrique dissipée dans le rotor par injection de courant continu dans le stator

3.10

liaison continue

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

Voir Figure 3.

3.11

freinage rhéostatique

méthode utilisée pour transférer l'énergie générée lorsque la charge commandée par un PDS est ralentie ou arrêtée

Note 1 à l'article: Le *freinage rhéostatique* comprend le freinage résistif, le freinage en récupération, etc.

3.12

efficacité

<du *CDM*> rapport de la puissance électrique totale à l'*interface de puissance* du *CDM* aux bornes du *moteur* sur la puissance totale au niveau de l'*accès d'alimentation secteur*

Note 1 à l'article: Voir ligne d'alimentation à la Figure 3.

Note 2 à l'article: L'*efficacité* est habituellement exprimée en pourcentage.

Note 3 à l'article: L'IEC 61800-9-1 et l'IEC 61800-9-2 définissent les pertes de puissance du CDM et du PDS. La présente norme sera modifiée à sa prochaine édition pour ne prendre en considération que les pertes de puissance des *BDM/CDM/PDS*, et non leur *efficacité*. Il convient d'utiliser l'IEC 61800-9-1 et l'IEC 61800-9-2 pour le calcul des pertes de puissance du *CDM/PDS*. Il est convenable de calculer aussi les pertes de puissance du *BDM*, celui-ci étant une partie du *CDM*.

3.13

efficacité

<du *PDS*> rapport de la puissance mécanique à l'arbre du *moteur* sur la puissance électrique totale au niveau de l'*accès d'alimentation secteur*

Note 1 à l'article: Voir ligne d'alimentation à la Figure 3.

Note 2 à l'article: L'*efficacité* est habituellement exprimée en pourcentage.

Note 3 à l'article: L'IEC 61800-9-1 et l'IEC 61800-9-2 définissent les pertes de puissance du *CDM* et du *PDS*. La présente norme sera modifiée à sa prochaine édition pour ne prendre en considération que les pertes de puissance des *BDM/CDM/PDS*, et non leur *efficacité*. Il convient d'utiliser l'IEC 61800-9-1 et l'IEC 61800-9-2 pour le calcul des pertes de puissance du *CDM/PDS*. Il est convenable de calculer aussi les pertes de puissance du *BDM*, celui-ci étant une partie du *CDM*.

3.14

utilisateur final

entité qui a la responsabilité finale de l'*installation*, de l'exploitation et de la maintenance du *PDS*

Voir Figure 1.

3.15

fonctionnement quatre quadrants

fonctionnement d'un *convertisseur* d'une machine en *moteur* ou en génératrice dans les deux sens de rotation

Voir Figure 2.

Note 1 à l'article: Le *fonctionnement quatre quadrants* implique un fonctionnement du convertisseur dans les quadrants I, II, III et IV comme cela est représenté à la Figure 2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61800-2:2021

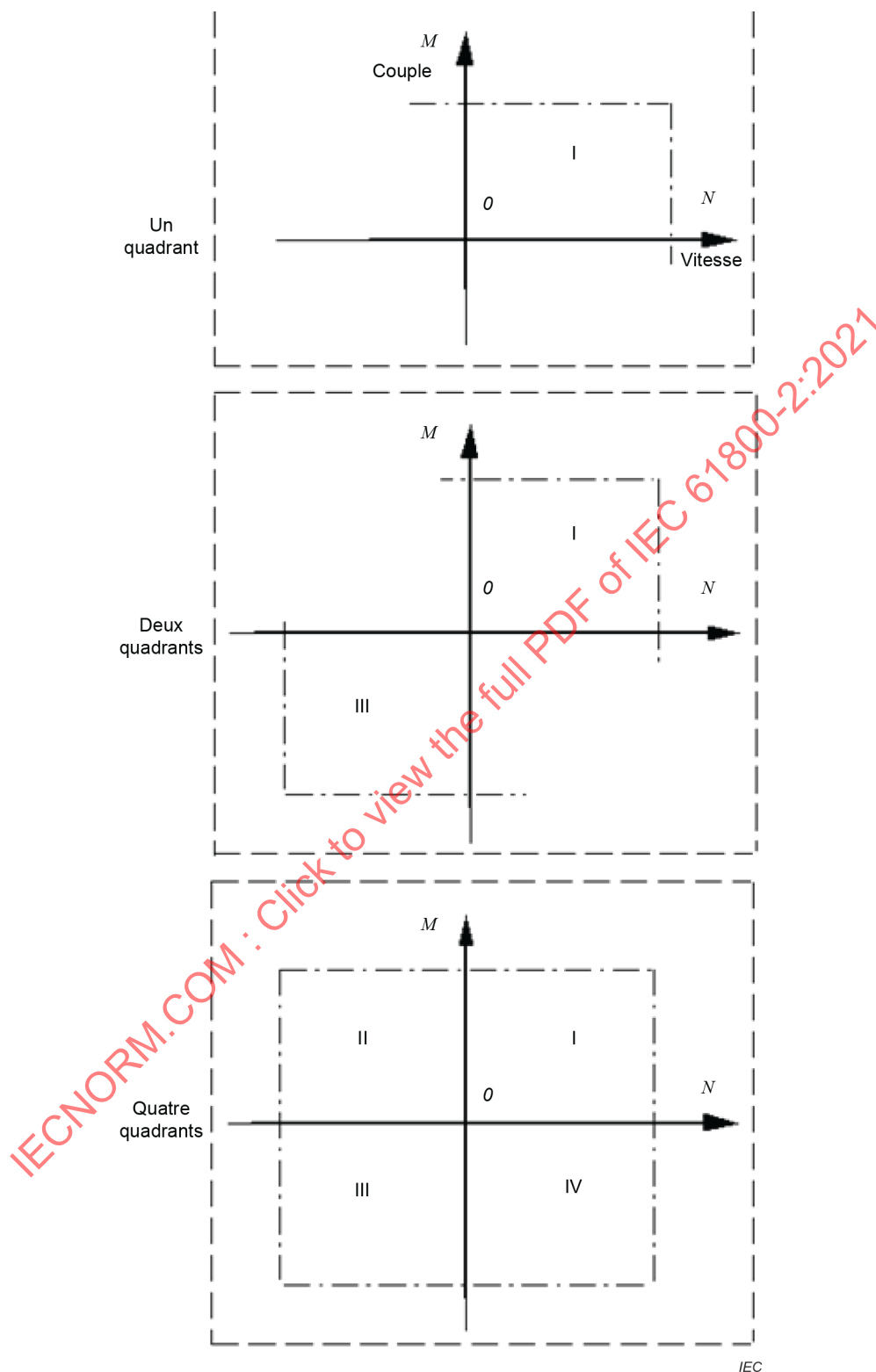


Figure 2 – Quadrants de fonctionnement

3.16

BDM/CDM/PDS haute tension

<pour moteur à courant alternatif> module d'entraînement principal/module d'entraînement complet/entraînement électrique de puissance ayant une tension d'accès supérieure à 1 kV en courant alternatif, 50 Hz ou 60 Hz, ou supérieure à 1,5 kV en courant continu

Note 1 à l'article: "Accès" s'applique de façon générique à la fois à l'entrée et à la sortie, et le domaine d'application du présent document traite uniquement de la plage de tensions au niveau de l'accès d'entrée.

Note 2 à l'article: Voir le Tableau 5 pour une explication.

Note 3 à l'article: Pour les *PDS* comportant des sections de *convertisseur* en série, une somme des *tensions d'entrée* en série est utilisée comme *tension d'entrée* équivalente des sections de *convertisseur* (voir Annexe A).

Note 4 à l'article: Aux États-Unis, la plage de tensions du domaine d'application du présent document est considérée comme une tension moyenne.

Note 5 à l'article: L'abréviation HT est utilisée pour le terme "haute tension".

Tableau 5 – Classification de base des PDS en fonction de la tension

Caractéristiques assignées de tension du <i>BDM/CDM</i>		Classification des <i>PDS</i> en fonction de la tension
Entrée U_{VN}/U_{LN}	Sortie U_{aN1}/U_{AN1}	
Basse tension	Basse tension	Basse tension
Basse tension	Haute tension	Haute tension
Haute tension	Basse tension	Haute tension
Haute tension	Haute tension	Haute tension

3.17

puissance active d'entrée

P_V

<*BDM*> puissance déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant aux bornes d'alimentation du *BDM*

3.18

puissance active d'entrée

P_L

<*CDM/PDS*> puissance déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant aux bornes d'alimentation du *CDM/PDS*

3.19

puissance apparente d'entrée

S_V

<*BDM*> puissance déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant aux bornes d'alimentation du *BDM*

3.20

puissance apparente d'entrée

S_L

<*CDM/PDS*> puissance déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant aux bornes d'alimentation du *CDM/PDS*

3.21

courant d'entrée

I_V

<*BDM*> valeur efficace du courant aux bornes d'alimentation du *BDM*

3.22

courant d'entrée

I_L

<*CDM/PDS*> valeur efficace du courant aux bornes d'alimentation du *CDM/PDS*

3.23 fréquence d'entrée

f_v

<BDM> fréquence de la puissance d'entrée du BDM

3.24 fréquence d'entrée

f_L

<CDM/PDS> fréquence de la puissance d'entrée du CDM/PDS

3.25 tension d'entrée

U_v

<BDM> valeur efficace de la tension composée entre phases d'entrée aux bornes d'alimentation du BDM

3.26 tension d'entrée

U_L

<CDM/PDS> valeur efficace de la tension composée entre phases d'entrée aux bornes d'alimentation du CDM/PDS

3.27 installation

appareil unique ou ensemble de dispositifs et/ou d'appareils associés en vue d'une application déterminée et situés en un emplacement donné, y compris les moyens nécessaires à leur fonctionnement correct

Voir Figure 3.

Note 1 à l'article: Le terme "installation" est également utilisé dans le présent document pour désigner le processus d'installation d'un PDS.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-11-26, modifiée – La référence à la Figure 3 a été ajoutée, ainsi que la Note 1 à l'article.]

3.28 PDS intégré

entraînement électrique de puissance dont le moteur et les BDM/CDM sont combinés dans un seul équipement

3.29 onduleur

convertisseur d'énergie électrique qui transforme un courant électrique continu en courants alternatifs monophasés ou polyphasés

Voir Figure 3.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-46]

3.30 BDM/CDM/PDS basse tension

<pour *moteur à courant alternatif*> *module d'entraînement principal/module d'entraînement complet/entraînement électrique de puissance* ayant une tension d'accès inférieure ou égale à 1 kV en courant alternatif, 50 Hz ou 60 Hz, ou 1,5 kV en courant continu

Note 1 à l'article: Pour les PDS comportant des sections de *convertisseur* en série, une somme des *tensions d'entrée* en série est utilisée comme *tension d'entrée* équivalente des sections de *convertisseur* (voir Annexe A).

Note 2 à l'article: L'abréviation BT est utilisée pour le terme "basse tension".

3.31**fabricant**

<du *BDM/CDM/PDS*> entité qui conçoit et fabrique tout ou partie d'un *BDM/CDM/PDS*

Voir Figure 1.

3.32**vitesse maximale de sécurité assignée**

N_{SNMax}

<d'un *moteur*> *vitesse* maximale à laquelle le *moteur* peut fonctionner en continu

Note 1 à l'article: Un fonctionnement au-dessus de la *vitesse maximale de sécurité assignée* peut entraîner un danger.

Note 2 à l'article: Voir également Figure 10 et 5.3.3.2.

3.33**vitesse maximale assignée**

N_{NMax}

<d'un *moteur*> *vitesse* maximale spécifiée par le *fabricant* du *PDS*

Note 1 à l'article: Cela peut inclure le fonctionnement en régime défluxé, à une *vitesse* supérieure à la *vitesse assignée*, mais avec un couple inférieur au *couple assigné* (région de puissance constante).

Note 2 à l'article: Lorsque le *moteur* fonctionne à des vitesses supérieures à la *vitesse assignée*, la contrainte mécanique augmente et la durée de vie prévue des paliers peut diminuer. Il convient de prévoir un équilibrage fin ainsi qu'un service du *moteur*. Voir également l'IEC 60034-1.

Note 3 à l'article: Voir également Figure 10 et 5.3.3.2.

3.34**vitesse minimale assignée**

N_{NMin}

<d'un *moteur*> *vitesse* admise minimale du *moteur*, à laquelle il est capable de continuer à délivrer le *couple assigné*, sans surchauffe

Note 1 à l'article: Voir également Figure 10 et 5.3.3.2.

3.35**vitesse minimale**

N_{Min}

<d'un *moteur*> *vitesse* admise minimale du *moteur*, à laquelle il est capable de continuer à délivrer le couple, sans surchauffe

Note 1 à l'article: Voir également Figure 10 et 5.3.3.2.

Note 2 à l'article: Un fonctionnement à la vitesse minimale peut également inclure un fonctionnement avec un *couple* réduit.

3.36**moteur****moteur électrique**

machine électrique destinée à transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique

Voir Figure 3.

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, le *moteur* inclut tous les capteurs qui y sont installés et adaptés à la prise en charge du mode de fonctionnement et à l'interaction avec un *CDM*.

3.37**équipementier****OEM**

entité qui conçoit et fabrique des séries de machines, de postes ou de systèmes intégrant un ou plusieurs *PDS*

Voir Figure 1.

Note 1 à l'article: L'abréviation "OEM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "original equipment manufacturer".

3.38

puissance active de sortie

P_a

<BDM> puissance déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant côté *moteur* du BDM

3.39

puissance active de sortie

P_A

<CDM> puissance déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant côté *moteur* du CDM

3.40

puissance apparente de sortie

S_a

<BDM> puissance déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant côté *moteur* du BDM

3.41

puissance apparente de sortie

S_A

<CDM> puissance déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant côté *moteur* du CDM

3.42

courant de sortie

I_a

<BDM> valeur efficace du courant côté *moteur* du BDM

3.43

courant de sortie

I_A

<CDM> valeur efficace du courant côté *moteur* du CDM

3.44

fréquence de sortie

f_a

<BDM> fréquence fondamentale côté *moteur* du BDM

Note 1 à l'article: La fréquence est habituellement spécifiée par le *fabricant* comme étant la plage de fonctionnement.

3.45

fréquence de sortie

f_A

<CDM> fréquence fondamentale côté *moteur* du CDM

Note 1 à l'article: La fréquence est habituellement spécifiée par le *fabricant* comme étant la plage de fonctionnement.

3.46

capacité de surcharge en sortie

courant de sortie maximal qui peut être fourni pendant une période spécifiée sans dépasser les limites définies dans les conditions de fonctionnement spécifiées

3.47**puissance de sortie** P_s

<PDS> puissance (mécanique) du *PDS* déterminée par le *couple* et la *vitesse* au niveau de l'arbre du *moteur*

3.48**tension de sortie** U_{a1}

<BDM> valeur efficace de la tension fondamentale assignée côté *moteur* du *BDM*

3.49**tension de sortie** U_{A1}

<CDM> valeur efficace de la tension fondamentale assignée côté *moteur* du *CDM*

3.50**accès**

accès à un dispositif ou à un réseau où de l'énergie électromagnétique ou des signaux peuvent être fournis ou reçus ou sur lesquels les variables du dispositif ou du réseau peuvent être observées ou mesurées

3.51**accès mesurage et commande de processus**

accès d'entrée ou de sortie (E/S) pour la connexion d'un conducteur ou d'un câble reliant le processus et l'entraînement (*PDS*)

3.52**entraînement électrique de puissance****PDS**

système comprenant un ou plusieurs *modules d'entraînement complets (CDM)* avec un ou plusieurs *moteurs*

Voir Figure 3.

Note 1 à l'article: Tous les capteurs, mécaniquement couplés à l'arbre du *moteur* font également partie du *PDS*; toutefois les équipements entraînés ne sont pas inclus.

Note 2 à l'article: L'abréviation "PDS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "power drive system".

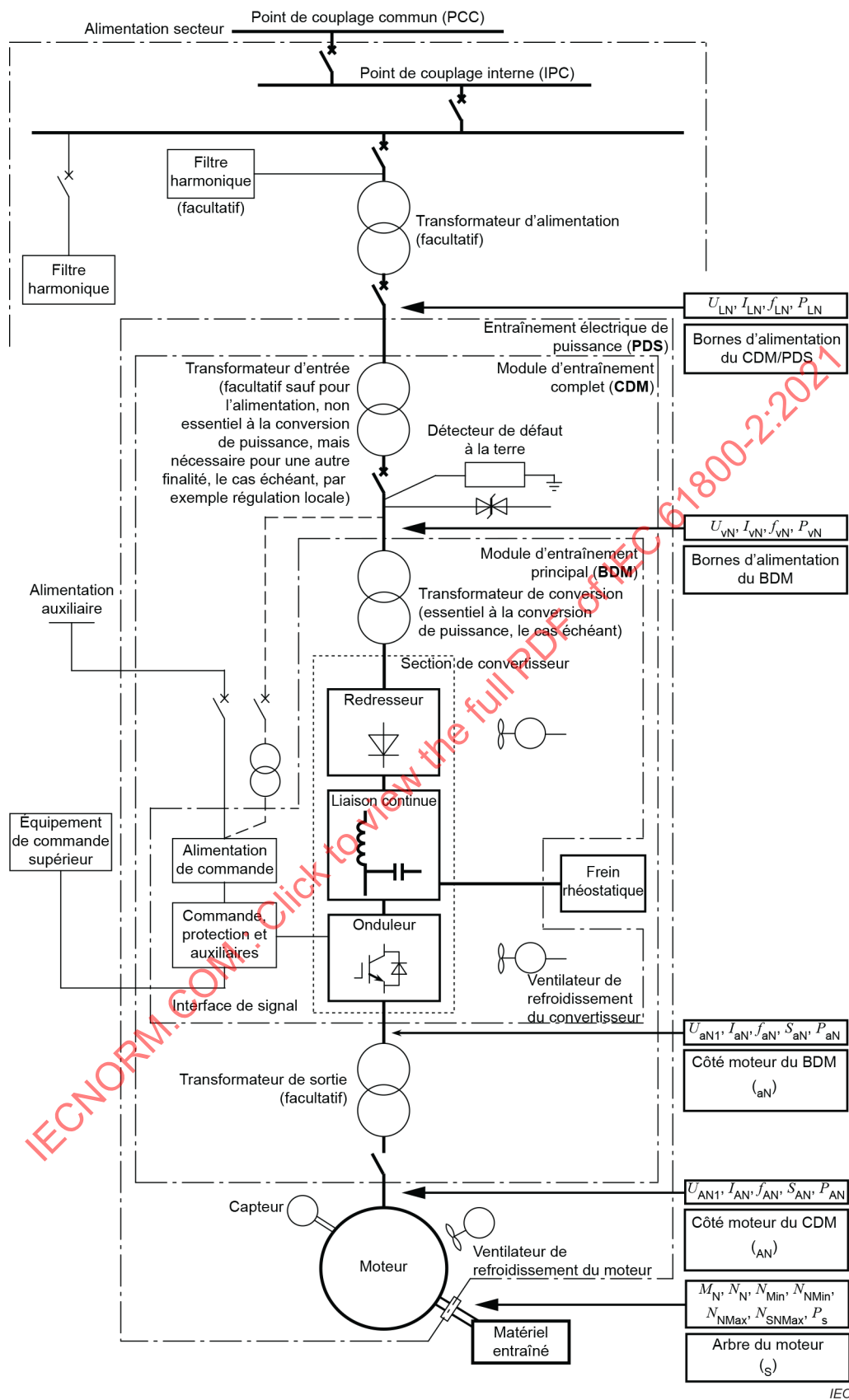


Figure 3 – Exemple d'entraînement électrique de puissance

3.53**facteur de puissance** λ

en régime périodique, rapport de la valeur absolue de la puissance active P à la puissance apparente S

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

[SOURCE: IEC 60050-131:2002, 131-11-46, modifiée – La note à l'article a été supprimée.]

3.54**interface de puissance**

raccordements nécessaires à la distribution de puissance électrique à l'intérieur de l'entraînement (PDS)

3.55**accès de puissance**

accès par lequel l'entraînement (PDS) est raccordé à l'alimentation électrique qui alimente aussi d'autres équipements

3.56**emballage produit**

protection provisoire de tout ou partie du $BDM/CDM/PDS$ lors de l'entreposage et de l'acheminement interne identifié

3.57**puissance active d'entrée assignée** P_{VN}

< BDM > puissance assignée déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant aux bornes d'alimentation du BDM

3.58**puissance active d'entrée assignée** P_{LN}

< CDM/PDS > puissance assignée déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant aux bornes d'alimentation du CDM/PDS

3.59**puissance apparente d'entrée assignée** S_{VN}

< BDM > puissance assignée déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant aux bornes d'alimentation du BDM

3.60**puissance apparente d'entrée assignée** S_{LN}

< CDM/PDS > puissance assignée déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant aux bornes d'alimentation du CDM/PDS

3.61**courant d'entrée assigné** I_{VN}

< BDM > valeur efficace maximale du courant aux bornes d'alimentation du BDM dans les conditions assignées

Note 1 à l'article: Elle tient compte de la charge assignée et de la combinaison la plus sévère de toutes les autres conditions dans leurs plages spécifiées, par exemple variations de tension et de fréquence du réseau.

3.62

courant d'entrée assigné

I_{LN}

<CDM/PDS> valeur efficace maximale du courant aux bornes d'alimentation du CDM/PDS dans les conditions assignées

Note 1 à l'article: Elle tient compte de la charge assignée et de la combinaison la plus sévère de toutes les autres conditions dans leurs plages spécifiées, par exemple variations de tension et de fréquence du réseau.

3.63

fréquence d'entrée assignée

f_{VN}

<BDM> valeur assignée de la fréquence aux bornes d'alimentation du BDM

3.64

fréquence d'entrée assignée

f_{LN}

<CDM/PDS> valeur assignée de la fréquence aux bornes d'alimentation du CDM/PDS

3.65

tension d'entrée assignée

U_{VN}

<BDM> valeur efficace de la tension composée entre phases d'entrée assignée, aux bornes d'alimentation du BDM

3.66

tension d'entrée assignée

U_{LN}

<CDM/PDS> valeur efficace de la tension composée entre phases d'entrée assignée, aux bornes d'alimentation du CDM/PDS

3.67

puissance active de sortie assignée

P_{aN}

<BDM> puissance assignée déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant côté *moteur* du BDM

3.68

puissance active de sortie assignée

P_{AN}

<CDM> puissance assignée déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant côté *moteur* du CDM

3.69

puissance apparente de sortie assignée

S_{aN}

<BDM> puissance assignée déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant côté *moteur* du BDM

3.70

puissance apparente de sortie assignée

S_{AN}

<CDM> puissance assignée déterminée par les valeurs efficaces de tension et de courant côté *moteur* du CDM

3.71**courant de sortie assigné** I_{aN}

<BDM> valeur efficace maximale du courant côté *moteur* du *BDM* qui peut être fourni de manière continue sans dépasser les limites définies, dans les conditions de fonctionnement assignées

3.72**courant de sortie assigné** I_{AN}

<CDM> valeur efficace maximale du courant côté *moteur* du *CDM* qui peut être fourni de manière continue sans dépasser les limites définies, dans les conditions de fonctionnement assignées

3.73**fréquence de sortie assignée** f_{aN}

<BDM> plage de fréquences fondamentales côté *moteur* du *BDM*

3.74**fréquence de sortie assignée** f_{AN}

<CDM> plage de fréquences fondamentales côté *moteur* du *CDM*

3.75**puissance de sortie assignée** P_{sN}

<PDS> puissance (mécanique) assignée du *PDS* déterminée par le *couple* et la *vitesse* au niveau de l'arbre du *moteur*

3.76**tension de sortie assignée** U_{aN1}

<BDM> valeur efficace de la tension fondamentale assignée côté *moteur* du *BDM*

3.77**tension de sortie assignée** U_{AN1}

<CDM> valeur efficace de la tension fondamentale assignée côté *moteur* du *CDM*

3.78**vitesse assignée** N_N

<d'un *moteur*> vitesse maximale du *moteur*, à laquelle il est capable de continuer à délivrer le *couple assigné* (M_N), dans les conditions de *tension* (U_{aN1}/U_{AN1}), *courant* (I_{aN}/I_{AN}) et *fréquence* (f_{aN}/f_{AN}) de sortie assignées

Note 1 à l'article: Voir également Figure 10 et 5.3.3.2.

3.79**couple assigné** M_N

<d'un *moteur*> *couple* que développe le *moteur* sur son bout d'arbre d'entraînement aux *puissance* et *vitesse de sortie assignées*

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-48-05, modifiée – Le symbole " M_N " et les mots "de sortie", ainsi que le domaine ont été ajoutés.]

3.80

redresseur

<du *BDM*> *convertisseur* d'énergie électrique qui transforme un courant électrique alternatif ou un système polyphasé de courants alternatifs en un courant unidirectionnel

Voir Figure 3.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-13-45, modifiée – Le domaine et la référence à la Figure 3 ont été ajoutés.]

3.81

récupération

processus de conversion de l'énergie mécanique au niveau de l'arbre du *moteur* du *PDS* en énergie électrique

3.82

résolution

variation minimale pouvant être obtenue de la variable commandée

Note 1 à l'article: Elle peut être donnée en valeur absolue ou en pourcentage de la valeur maximale.

3.83

partie responsable

fournisseur, *fabricant*, *équipementier*, *intégrateur système*, *utilisateur final* ou *client* du *BDM*, *CDM*, *moteur électrique*, *PDS*, matériel entraîné ou produit étendu

3.84

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-02, modifiée – Le mot "machine" a été remplacé par "dispositif".]

3.85

essai sur prélèvement

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-05, modifiée – Les mots "de série" ont été supprimés du terme et le mot "machines" a été remplacé par "dispositifs".]

3.86

emballage d'expédition

protection provisoire destinée à prévenir tout dommage lors d'un transport aérien, maritime et terrestre dans le monde entier

Note 1 à l'article: L'*emballage d'expédition* peut être conçu comme emballage de transport spécifique au produit ou comme *emballage produit* comportant d'autres emballages de transport.

3.87

rapport de court-circuit

R_{SC}

rapport de la puissance de court-circuit de la source au point de couplage commun (PCC - point of common coupling) à la *puissance apparente assignée* du *BDM/CDM/PDS*

3.88

interface de signal

borne d'entrée ou de sortie (E/S) pour une ligne de connexion entre le *module d'entraînement principal* ou le *module d'entraînement complet* (*BDM/CDM*) et une autre partie du *PDS*

3.89**essai spécial**

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

3.90**vitesse** N

<d'un *moteur*> vitesse de rotation du *moteur*

Note 1 à l'article: Voir IEC 60050-811:1991, 811.13.03.

3.91**excitation**

changement, variation ou fluctuation de paramètre qui peut occasionner un écart de performance ou de comportement du *PDS*

Note 1 à l'article: Exemples d'*excitation*: changement de référentiel de *vitesse*, charge du *PDS*, *tension d'entrée* ou température.

3.92**intégrateur système**

personne chargée de la conception du système complet de l'application intégrant un ou plusieurs *PDS*

Voir Figure 1.

3.93**couple** M

<d'un *moteur*> composante du moment de force par rapport à l'axe longitudinal de l'arbre du *moteur*

Note 1 à l'article: Cette définition a été adaptée de la note de 113.03.26 de l'IEC 60050-113:2011.

3.94**taux de distorsion harmonique totale****THD**

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

Note 1 à l'article: L'abréviation "THD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "total harmonic distortion".

[SOURCE: IEC 60050-551:2001, 551-20-13, modifiée – La définition a été reformulée et les notes à l'article ont été remplacées.]

3.95**fonctionnement deux quadrants**

fonctionnement d'un *convertisseur* d'une machine en *moteur* dans les deux sens de rotation

Note 1 à l'article: Le *fonctionnement deux quadrants* implique un fonctionnement du convertisseur dans les quadrants I et III comme cela est représenté à la Figure 2.

3.96**essai de type**

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

[SOURCE: IEC 60050-411:1996, 411-53-01, modifiée – Le mot "machines" a été remplacé par "dispositifs".]

3.97**essai certifié**

essai réalisé en présence du *client* ou de son représentant

4 Recommandations pour la spécification des BDM/CDM/PDS et méthodologies relatives à la conformité

4.1 Généralités

Le présent document fournit une liste non exhaustive d'exigences relatives aux performances, aux caractéristiques assignées ou à la fonctionnalité pour aider les parties responsables à établir une spécification fonctionnelle. Il convient que chaque rubrique soit spécifiée individuellement par la ou les *parties responsables* comme une exigence de conformité, s'il y a lieu, pour l'application prévue. Lorsque le *fabricant* est la seule *partie responsable*, pour quelque raison que ce soit, il peut choisir de sélectionner les parties spécifiques du présent document qui sont pertinentes pour l'application prévue.

Une liste des performances, des caractéristiques assignées et des fonctionnalités à prendre en considération est fournie dans le Tableau 6. Ce tableau contient toutes les rubriques traitées par le présent document. Les rubriques couvertes par le présent document et la colonne Exigence de performance/fonctionnalité peuvent ne pas être suffisantes pour l'application spécifique prise en considération et sont fournies à titre de recommandation. Les colonnes relatives à la Partie responsable et toutes les propositions figurant sous ces titres sont destinées à encourager la prise en considération des rubriques associées. Elles ne constituent pas une réponse définitive ou exclusive quant à la responsabilité d'une rubrique et sont fournies à titre de recommandation et non de règle. L'absence de proposition dans la colonne Partie responsable n'implique pas que la rubrique n'est jamais applicable, et la sélection d'une rubrique dans Partie responsable n'implique pas qu'elle est applicable dans tous les cas. Les colonnes "Paragraphe" spécifiant l'exigence/la spécification d'essai sont fournies pour établir un lien avec les rubriques du présent document, pour donner des recommandations, mais non pour définir des exigences absolues. Les informations contenues dans le tableau complet ne visent pas à être exhaustives. Il peut exister d'autres éléments de performance/caractéristique assignée/fonctionnalité, parties responsables, exigences et essais qui ne sont pas définis dans le présent document. Si une application nécessite une exigence supplémentaire, il convient de l'ajouter à une copie de travail du présent tableau sous forme d'une nouvelle ligne; toutes les informations relatives à cette exigence doivent être ajoutées, puis l'exigence doit être traitée conformément à 4.2.

4.2 Méthodologie relative à la conformité

4.2.1 Accord entre le *client* et le *fabricant*

Le *client* doit établir une spécification détaillée des exigences de l'application. Cette spécification peut être ou non en corrélation directe avec le contenu du présent document.

- Une liste des performances, des caractéristiques assignées et des fonctionnalités à prendre en considération est fournie dans le Tableau 6. Le *client* et le *fabricant* doivent établir une liste d'exigences issues du Tableau 6 et d'autres exigences appropriées pour l'application et définies par le *client*. Il convient que cette liste serve de base au contrat. Le fait que les parties responsables peuvent sélectionner certaines rubriques ou toutes les rubriques de cette liste, selon les exigences de l'application, doit être pris en considération.
- Les parties responsables peuvent ajouter des exigences supplémentaires à cette liste si un commun accord est trouvé sur la base des exigences de l'application.

Dans les deux cas, il incombe au *fabricant* de:

- définir le mode opératoire d'essai, la simulation, le modèle, la solution conceptuelle spécifique ou une autre méthode utilisée pour obtenir des preuves que le moyen utilisé

est capable de démontrer les performances et/ou la fonctionnalité exigées de l'élément validé de cette manière;

- fournir des preuves d'essai, si le *client* l'exige, démontrant les performances et/ou la fonctionnalité de l'élément.

Il convient que toutes les informations utiles soient mises à la disposition des deux parties.

NOTE Le présent document ne fait aucune suggestion sur la manière d'établir un accord entre le fabricant et le client.

4.2.2 Méthodologie pour déclarer la conformité sans contribution du *client*

Le *fabricant* doit établir une spécification détaillée des exigences de l'application.

Une liste des performances, des caractéristiques assignées et des fonctionnalités à prendre en considération est fournie dans le Tableau 6. Le *fabricant* doit déterminer les éléments exigés de cette liste, en se fondant sur les exigences de l'application et les spécifications du *fabricant*. La liste obtenue doit servir de base à la déclaration de conformité. Les points suivants doivent être pris en considération:

- il est admis de sélectionner certaines parties ou toutes les parties de cette liste, selon les exigences de l'application;
- il est admis d'ajouter à cette liste des exigences supplémentaires, sur la base des exigences de l'application.

Dans les deux cas, il incombe au *fabricant* de réaliser ce qui suit.

- Définir le mode opératoire d'essai, la simulation, le modèle, la solution conceptuelle spécifique ou une autre méthode utilisée pour obtenir des preuves que le moyen utilisé est capable de démontrer les performances et/ou la fonctionnalité exigées de l'élément validé de cette manière. La communication de ces informations n'est pas exigée.
- Conserver des preuves d'essai, démontrant les performances et/ou la fonctionnalité de l'élément. La communication de ces informations n'est pas exigée.
- Fournir le détail des fonctions et/ou de l'élément de performance dans la documentation relative au produit. Cette exigence vise à aider les clients à sélectionner le produit (voir Article 7).
- Produire sur demande des preuves de la méthode d'essai et de l'exécution de l'essai, avant l'achat du matériel. Le *fabricant* doit déterminer les informations exigées.

NOTE Les preuves peuvent être la liste sélectionnée des exigences spécifiques à l'application créée au cours du processus, avec une vérification de la satisfaction de chaque exigence, signée pour valider que les exigences sont satisfaites.

Tableau 6 – Sélection des caractéristiques assignées, des performances et de la fonctionnalité du matériel par les parties responsables, avec la spécification d'essai correspondante

Exigence de performance/ fonctionnalité	Partie responsable										Paragraphe spécifiant l'exigence/ la spécification d'essai	Essai de type	Essai individuel de série	Essai sur prélèvement
	Utilisateur final	Fournisseur de transformateurs	Fournisseur de bobines d' inductance	Fournisseur de filtres	Fournisseur de BDM	Fournisseur de CDM	Fournisseur de moteurs	Intégrateur système (fournisseur de PDS)	Fournisseur du matériel entraîné	Fournisseur du produit étendu				
Spécification de l'application	X				X	X		X			4.2.1; 4.2.2/ 6.1	X		
Inspection visuelle	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6.6.1	X	X	X
Redondance du système de refroidissement		X	X	X	X	X	X		X		5.2.4.1	X		
Filtration de l'air		X	X	X	X	X	X		X		5.2.4.2	X		
Caractéristiques assignées en entrée		X	X	X	X	X	X				5.3.2; 5.3.2.1 /6.6.3	X		
Tension d'entrée		X	X	X	X	X	X				5.3.2.2 / 6.6.3.1	X		
Fréquence d'entrée		X	X	X	X	X	X				5.3.2.2/ 6.6.3.1	X		
Courant d'entrée		X	X	X	X	X	X				5.3.2.3 / 6.6.3.1	X		
Courant harmonique					X	X	X	X			5.3.2.3 / 6.6.3.4.4	X		
Courant harmonique HT (catégorie 4)					X	X	X	X			5.3.2.3/ 6.6.3.4.4	X		
Dispositif de protection contre les courts-circuits					X	X	X	X			5.3.2.4	X		
Caractéristiques assignées en sortie		X	X	X	X	X	X	X			5.3.3 / 6.6.3.5	X		
Caractéristiques permanentes assignées en sortie du BDM/CDM					X	X					5.3.3.1/ 6.6.3.1	X		
Courant harmonique					X	X		X			5.3.3.1/ 6.6.3.1	X		
Tension harmonique					X	X		X			5.3.3.1/ 6.6.3.1	X		
Fonctionnement continu du PDS								X			5.3.3.2/ 6.6.3.1, 6.6.3.5.3	X		
Surcharge en courant								X			5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Couple								X			5.3.3.3/ 6.6.3.5.3	X		
Surcouple								X			5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Réduction du cycle de service	X								X	X	5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Régime de charge répétitive	X								X	X	5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		
Service permanent	X								X	X	5.3.3.3/ 6.6.3.5.5	X		

Exigence de performance/ fonctionnalité	Partie responsable										Paragraphe spécifiant l'exigence/ la spécification d'essai			
	Utilisateur final	Fournisseur de transformateurs	Fournisseur de bobines d' inductance	Fournisseur de filtres	Fournisseur de BDM	Fournisseur de CDM	Fournisseur de moteurs	Intégrateur système (fournisseur de PDS)	Fournisseur du matériel entraîné	Fournisseur du produit étendu		Essai de type	Essai individuel de série	Essai sur prélèvement
Quadrants de fonctionnement					X	X					5.3.4/ 6.6.3.5.6	X		
Caractéristiques assignées en entrée/sortie pour un fonctionnement dans les quadrants II et IV					X	X					5.3.4.2/ 6.6.3.5.6	X		
Caractéristiques assignées de l'équipement de commande					X	X		X	X	X	5.3.5 / 6.6.3.6	X		
Caractéristiques assignées spéciales		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.3.6, 5.3.6.1; 6.6.3.7	X		
Caractéristiques assignées spéciales Transformateur		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2	X		
Caractéristiques assignées du transformateur		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Pertes du circuit magnétique dues aux harmoniques de tension		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Pertes parasites dues au courant		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Caractéristiques de la forme d'onde de tension		X	X	X	X	X		X		X	5.3.6.2.1	X		
Conformité à la norme de produit pertinente		X	X	X							5.3.6.2.1	X		
Caractéristiques assignées de charge et de surcharge du transformateur		X	X	X							5.3.6.2.1	X		
Tension et courant harmoniques		X	X	X				X			5.3.6.2.3.1	X		
Contrainte sur l'isolation des enroulements du transformateur		X	X	X				X			5.3.6.2.3.1	X		
Agencement des enroulements		X	X	X							5.3.6.2.3.2	X		
Exigences relatives aux erreurs de déphasage		X									5.3.6.2.3.3	X		
Exigences relatives à la plaque signalétique		X	X	X							5.3.6.2.3.4	X		
Température ambiante		X	X	X							5.3.6.2.3.5	X		
Impédance		X	X	X							5.3.6.2.4.1	X		
Réactance de commutation		X	X	X							5.3.6.2.4.2	X		
Impédance pour des convertisseurs autocommutés		X	X	X							5.3.6.2.4.3	X		

Exigence de performance/ fonctionnalité	Partie responsable										Paragraphe spécifiant l'exigence/ la spécification d'essai			
	Utilisateur final	Fournisseur de transformateurs	Fournisseur de bobines d' inductance	Fournisseur de filtres	Fournisseur de BDM	Fournisseur de CDM	Fournisseur de moteurs	Intégrateur système (fournisseur de PDS)	Fournisseur du matériel entraîné	Fournisseur du produit étendu		Essai de type	Essai individuel de série	Essai sur prélèvement
Tension de mode commun et tension continue		X	X	X							5.3.6.2.5	X		
Systèmes de refroidissement		X	X	X							5.3.6.2.6.1	X		
Exactitude de tension		X	X	X							5.3.6.2.6.2	X		
Ponts raccordés en parallèle		X	X	X							5.3.6.2.6.3	X		
Écran entre enroulements primaire et secondaire		X	X	X							5.3.6.2.6.4	X		
Exigences relatives aux courts-circuits		X	X	X							5.3.6.2.6.5	X		
Limitation des surtensions		X	X	X							5.3.6.2.7	X		
Caractéristiques assignées spéciales – Moteur							X	X		X	5.3.6.3	X		
Exigences de conception							X	X		X	5.3.6.3.2	X		
Exigences de performance							X	X		X	5.3.6.3.3.1	X		
Caractéristiques assignées en entrée							X	X		X	5.3.6.3.3.2	X		
Caractéristiques assignées en sortie							X	X		X	5.3.6.3.3.15. 3.6.3.3.3	X		
Protection contre la tension et le courant d'arbre							X	X		X	5.3.6.3.4.1	X		
Vibrations et résonance latérale							X	X		X	5.3.6.3.4.2/ 6.6.3.8.2	X		
Considérations relatives aux pulsations de couple et à la torsion							X	X		X	5.3.6.3.4.3	X		
Contrainte de tension sur l'isolement des enroulements du moteur							X	X		X	5.3.6.3.5.1, 5.3.6.3.5.2/ 6.6.3.8.5	X		
Évaluation fonctionnelle de l'isolement des enroulements du moteur							X	X		X	5.3.6.3.5.4	X		
Dénomination des données essentielles							X	X		X	5.3.6.3.6	X		
Courants induits dans les paliers							X	X		X	5.3.6.3.7/ 6.6.3.8.4	X		
Performances											5.4	X		
Fonctions					X	X	X	X		X	5.4.1.1	X		
Performances en régime établi					X	X	X	X		X	5.4.1.2.1/ 6.6.3.9	X		

Exigence de performance/ fonctionnalité	Partie responsable										Paragraphe spécifiant l'exigence/ la spécification d'essai	Essai		
	Utilisateur final	Fournisseur de transformateurs	Fournisseur de bobines d' inductance	Fournisseur de filtres	Fournisseur de BDM	Fournisseur de CDM	Fournisseur de moteurs	Intégrateur système (fournisseur de PDS)	Fournisseur du matériel entraîné	Fournisseur du produit étendu		Essai de type	Essai individuel de série	Essai sur prélèvement
Sélection de la bande de précision					X	X	X	X		X	5.4.1.2.3	X		
Bande de précision de service – Limites					X	X	X	X		X	5.4.1.2.4	X		
Bande de précision opérationnelle – Limites					X	X	X	X		X	5.4.1.2.5	X		
Performances dynamiques					X	X	X	X		X	5.4.1.3.1/ 6.6.3.10.2; 6.6.3.10.3; 6.6.3.10.4; 6.6.3.10.5;	X		
Réponse temporelle					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.1	X		
Temps de réponse					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.2	X		
Temps de montée					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.3	X		
Durée d'établissement					X	X	X	X		X	5.4.1.3.2.4	X		
Largeur de bande de commande					X	X	X	X		X	5.4.1.3.3.2	X		
Freinage rhéostatique					X	X	X	X		X	5.4.1.4	X		
Exigences d'application					X	X	X	X		X	5.4.1.5.1	X		
Exigences de raccordement de l'alimentation					X	X	X	X		X	5.4.1.5.2	X		
Exigences de caractéristiques assignées					X	X	X	X		X	5.4.1.5.3	X		
Traitement des défauts					X	X	X	X		X	5.4.2	X		
Interface de protection des BDM/CDM/PDS					X	X	X	X		X	5.4.2	X		
Indications d'état minimales exigées					X	X	X	X		X	5.4.3	X		
Dispositifs d'entrée/sortie (E/S)					X	X	X	X		X	5.4.4.1	X		
Interface/accès de commande de processus					X	X	X	X		X	5.4.4.2.1	X		
Entrée analogique					X	X	X	X		X	5.4.4.2.2	X		
Sortie analogique					X	X	X	X		X	5.4.4.2.3	X		
Entrée numérique					X	X	X	X		X	5.4.4.2.4	X		
Sortie numérique					X	X	X	X		X	5.4.4.2.5	X		
Interface/accès de communication					X	X	X	X		X	5.4.4.2.6	X		
Impact environnemental					X	X	X	X		X	5.8.3	X		
Conditions d'environnement pour le service, le transport et l'entreposage		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.1	X		
Fonctionnement		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.1.1	X		

Exigence de performance/ fonctionnalité	Partie responsable										Paragraphe spécifiant l'exigence/ la spécification d'essai	Essai de type	Essai individuel de série	Essai sur prélèvement
	Utilisateur final	Fournisseur de transformateurs	Fournisseur de bobines d' inductance	Fournisseur de filtres	Fournisseur de BDM	Fournisseur de CDM	Fournisseur de moteurs	Intégrateur système (fournisseur de PDS)	Fournisseur du matériel entraîné	Fournisseur du produit étendu				
Conditions de service des installations mécaniques et exigences		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.2.1	X		
Installations fixes		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.2.2	X		
Installations fixes faisant partie intégrante d'une machine fixe		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.2.3	X		
Conditions d'environnement de service inhabituelles		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.9.2.3	X		
Pression acoustique et niveau sonore		X	X	X	X	X	X		X		5.9.2.5 / 6.6.3.8.3	X		
Entreposage et transport du matériel		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3	X		
Conditions climatiques		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.1	X		
Conditions climatiques inhabituelles		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.2	X		
Température ambiante		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.1	X		
Humidité relative		X	X	X	X	X	X		X		5.9.3.1	X		
Conditions mécaniques		X	X	X	X	X	X		X		5.9.4	X		
Dangers spécifiques liés à l'entreposage		X	X	X	X	X	X		X		5.9.5	X		
Interface du matériel entraîné					X	X	X	X	X	X	5.13	X		
Vitesses critiques					X	X	X	X	X	X	5.13.1	X		
Analyse de torsion					X	X	X	X	X	X	5.13.2	X		
Environnement explosif		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5.14	X		
Pontage et configurations redondantes		X	X	X	X	X	X	X		X	5.2.5	X		
Exigences de mise à la terre		X	X	X	X	X	X	X		X	5.15	X		

4.3 Normes applicables

Le présent document fait de nombreuses références aux normes suivantes. Ces références ne prétendent pas être exhaustives. Elles constituent les meilleures recommandations du présent document pour le sujet particulier qu'elles couvrent pour les *BDM/CDM/PDS*. Il incombe toujours à l'utilisateur du présent document de déterminer l'applicabilité de toutes ces normes au produit pris en considération, selon l'application prévue du produit.

- Les exigences CEM sont couvertes par l'IEC 61800-3.
- Les exigences générales de sécurité sont couvertes par l'IEC 61800-5-1.
- Les exigences de sécurité fonctionnelle sont couvertes par l'IEC 61800-5-2.

- Les recommandations relatives au type de régime de charge sont couvertes par l'IEC TR 61800-6.
- Les exigences concernant l'interface et l'utilisation de profils sont couvertes par l'IEC 61800-7 (toutes les parties).
- La spécification de la tension d'*interface de puissance* est couverte par l'IEC TS 61800-8.
- Les exigences concernant l'*efficacité* énergétique et l'écoconception d'un système d'entraînement sont couvertes par l'IEC 61800-9 (toutes les parties).

5 Critères de performance et de fonctionnalité

5.1 Généralités

Les exigences spécifiées de 5.3 à 5.15 fournissent une liste des exigences potentielles en matière de spécification d'un *BDM/CDM/PDS*, en fonction de ce qui est sélectionné dans le Tableau 6. Des exigences plus sévères peuvent être spécifiées, si cela s'avère pertinent pour l'application.

Un *BDM/CDM/PDS* est en général conçu pour une application spécifique dans un environnement particulier et pour une utilisation dans des conditions précises, dans lesquelles le produit a besoin d'être utilisé, transporté ou entreposé. Ces conditions incluent, entre autres, les environnements électrique, électromagnétique, mécanique, climatique, thermique et chimique, ainsi que les exigences relatives à la fonctionnalité, la sécurité et la sécurité fonctionnelle. Ces conditions sont connues du *client* ou des comités de normes de produit utilisant le présent document en référence et sont à spécifier.

Afin d'assurer la cohérence et d'éviter les exigences contradictoires entre les normes IEC 61800 (toutes les parties), certains paragraphes de 5.3 à 5.15 font directement référence à d'autres parties de la série IEC 61800 (voir 4.3).

5.2 Caractéristiques et topologie des *BDM/CDM/PDS*

5.2.1 Généralités

Les paragraphes 5.2.2 et 5.2.3 fournissent des informations relatives aux caractéristiques communes et à la topologie des *PDS*. Ces informations ne doivent pas être considérées comme des exigences.

Des exemples de topologies de système d'entraînement couramment utilisées sont présentés dans l'Annexe A.

5.2.2 Caractéristiques des *BDM/CDM/PDS*

Les *PDS* à courant alternatif sont un type de matériel de conversion électronique de puissance assurant l'asservissement de la *vitesse*, du courant ou du *couple* des *moteurs* électriques à courant alternatif. Les *moteurs* à induction à courant alternatif dominent les applications industrielles, les *PDS* à courant alternatif conçus pour les *moteurs* à induction à courant alternatif sont les plus nombreux. Toutefois, nombre de technologies de *moteur* à *efficacité* élevée exigent déjà un *CDM* pour fonctionner. Par conséquent, les *PDS* à courant alternatif sont de plus en plus utilisés avec d'autres types de *moteurs* à courant alternatif. L'utilisation du *CDM* avec des *moteurs* à aimants permanents (PM) a déjà atteint un niveau significatif.

Certaines caractéristiques significatives des *BDM/CDM/PDS* sont les suivantes.

- Les *BDM/CDM/PDS* sont couramment disponibles avec une *puissance de sortie* comprise entre 0,2 kW et plusieurs milliers de kW.
- La plupart des *BDM/CDM/PDS* industriels sont conçus pour être alimentés par une alimentation en courant alternatif triphasé.

- Certains *BDM/CDM/PDS* basse puissance sont conçus pour être alimentés par une alimentation en courant alternatif monophasé.
- De nombreux *BDM/CDM/PDS* sont conçus pour recevoir une alimentation continue provenant d'un accès de puissance de connexion des liaisons continues de deux *PDS* ou plus. De nombreux *PDS* peuvent recevoir une alimentation provenant à la fois du réseau d'alimentation en courant alternatif et en courant continu.
- Les *BDM/CDM/PDS* font varier la vitesse d'un moteur à courant alternatif en asservissant la fréquence et la tension de la puissance fournie au moteur.
- Les *BDM/CDM/PDS* les plus courants sont conçus pour commander les moteurs à induction triphasés à des caractéristiques assignées de tension telles que 240 V, 400 V, 480 V, 600 V et 690 V.
- Certains *BDM/CDM/PDS* sont conçus pour être utilisés avec des moteurs pas à pas ou à réluctance commutés.
- De nombreux *BDM/CDM/PDS* sont conçus pour être utilisés avec des moteurs à aimants permanents.
- Le *PDS* convenablement conçu ou le produit étendu peut présenter une meilleure efficacité énergétique à partir de très faibles pertes de puissance des *BDM/CDM* à courant alternatif lorsqu'ils sont utilisés aux points de fonctionnement appropriés. En général, il est avantageux de réduire le plus possible les pertes d'énergie dues aux effets de la chaleur afin de limiter la taille et les coûts de fonctionnement.
- La plupart des *PDS* à courant alternatif renvoient la puissance du moteur vers la liaison continue pendant les périodes de fonctionnement du moteur comme une génératrice (fonctionnement dans le quadrant II et le quadrant IV).
- Certains *PDS* à courant alternatif sont équipés d'un frein rhéostatique (également appelé "frein hacheur" ou "hacheur de frein") afin de gérer la puissance électrique renvoyée du moteur vers la liaison continue pendant les périodes de fonctionnement du moteur comme une génératrice.
- Les *PDS* régénératifs sont conçus pour renvoyer la puissance de la liaison continue du *BDM/CDM/PDS* vers l'alimentation en courant alternatif.
- Il est possible d'utiliser des *BDM/CDM/PDS* avec des moteurs à induction à courant alternatif avec différents algorithmes de commande permettant d'optimiser la régulation de vitesse/couple et le coût global pour différentes applications. Les exemples comprennent:
 - la commande volts/hertz;
 - la commande vectorielle sans capteur;
 - la commande vectorielle du flux;
 - la commande vectorielle du flux sans capteur;
 - la commande à orientation de champ;
 - la commande à orientation de champ sans capteur.

5.2.3 Topologie de base des *BDM/CDM/PDS*

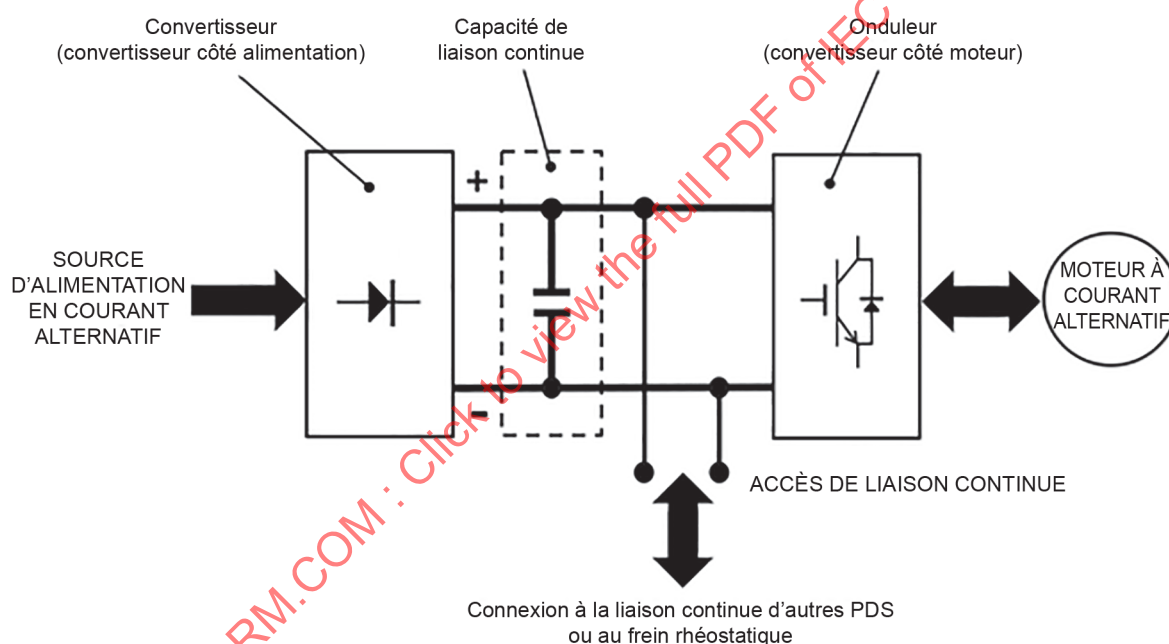
La topologie la plus couramment utilisée pour les *BDM/CDM/PDS* basse tension est celle du convertisseur de source de tension (VSC). Dans un VSC, un convertisseur côté alimentation transforme le courant alternatif en courant continu. La capacité permet de lisser la sortie continue du convertisseur et d'assurer un stockage d'énergie à court terme. La sortie continue du convertisseur côté alimentation, parfois appelée *liaison continue*, fournit l'énergie au convertisseur côté moteur, également appelé *onduleur*. L'onduleur utilise en général la modulation de largeur d'impulsions (MLI) pour fournir la puissance précise exigée pour un moteur à courant alternatif et permettre de commander la vitesse et le couple du moteur.

La Figure 4 ci-dessous représente la topologie d'un *BDM/CDM/PDS* commun. À la Figure 4, le flux énergétique est unidirectionnel entre la source d'alimentation en courant

alternatif et le *redresseur*. Le flux énergétique entre l'*onduleur* et le *moteur* est bidirectionnel selon les composantes dynamiques de la charge mécanique sur le *moteur*.

L'*accès de liaison continue* permet d'échanger l'énergie avec l'*accès de liaison continue* d'autres *BDM/CDM/PDS* ou avec le frein rhéostatique. Si l'*accès de liaison continue* est connecté aux *accès de liaison continue* d'autres *PDS*, il est possible de partager l'énergie provenant du *convertisseur* ou l'énergie développée par le *moteur* pendant le fonctionnement dans les *quadrants* II et IV, avec d'autres *PDS* fonctionnant dans les *quadrants* I et III. Sinon, l'*accès de liaison continue* peut être connecté à un frein rhéostatique externe afin de dissiper l'énergie excédentaire, lorsque la tension de la *liaison continue* dépasse les limites fixées. Il est également possible de connecter une unité régénérative externe à la *liaison continue* et de réinjecter l'énergie dans le *réseau d'alimentation*.

Il convient que la connexion de *liaison continue* soit correctement conçue et protégée. Dans les systèmes de *liaison continue* de mauvaise conception, il est possible qu'un *CDM* de faible puissance alimente un *CDM* de puissance élevée. Ceci peut entraîner la destruction du *CDM* de faible puissance. De même, si aucune protection adaptée de la connexion de *liaison continue* n'a été prévue (des fusibles, par exemple), des conditions de défaut peuvent entraîner la destruction d'une ou plusieurs unités raccordées à la *liaison continue* commune.



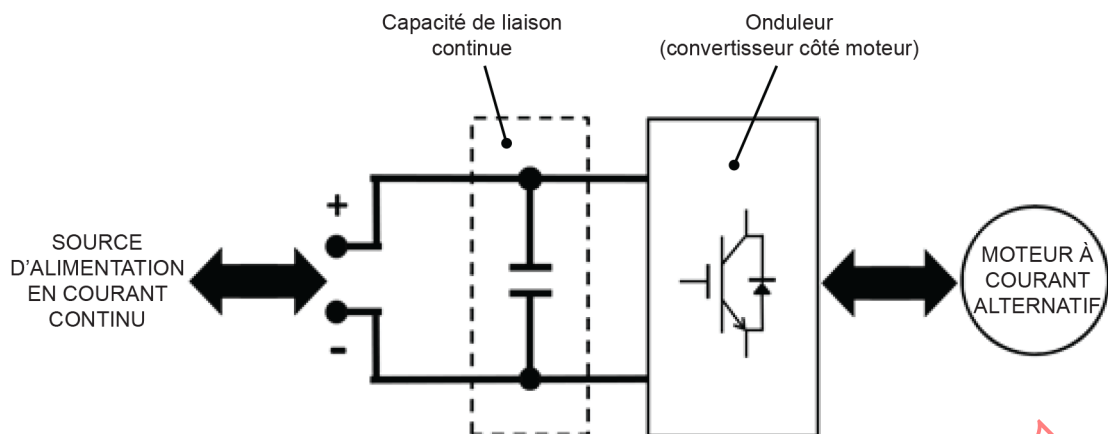
IEC

Figure 4 – BDM//CDM/PDS types

Les *BDM/CDM/PDS* avec des *accès de liaison continue* communs peuvent être conçus sans *convertisseur* côté alimentation. Ces *PDS* sont destinés à être utilisés avec d'autres unités de conversion de puissance. Dans ces configurations, l'*accès de liaison continue* devient un moyen d'échanger l'énergie entre les différentes unités. Les exemples de ces unités incluent:

- les *BDM/CDM/PDS* avec un accès de liaison continue (Figure 5);
- le ou les *convertisseurs* dédiés côté alimentation (pas de figure);
- le ou les *freins rhéostatiques* dédiés (pas de figure).

Un *PDS* avec un *accès de liaison continue* est illustré à la Figure 5 ci-dessous.



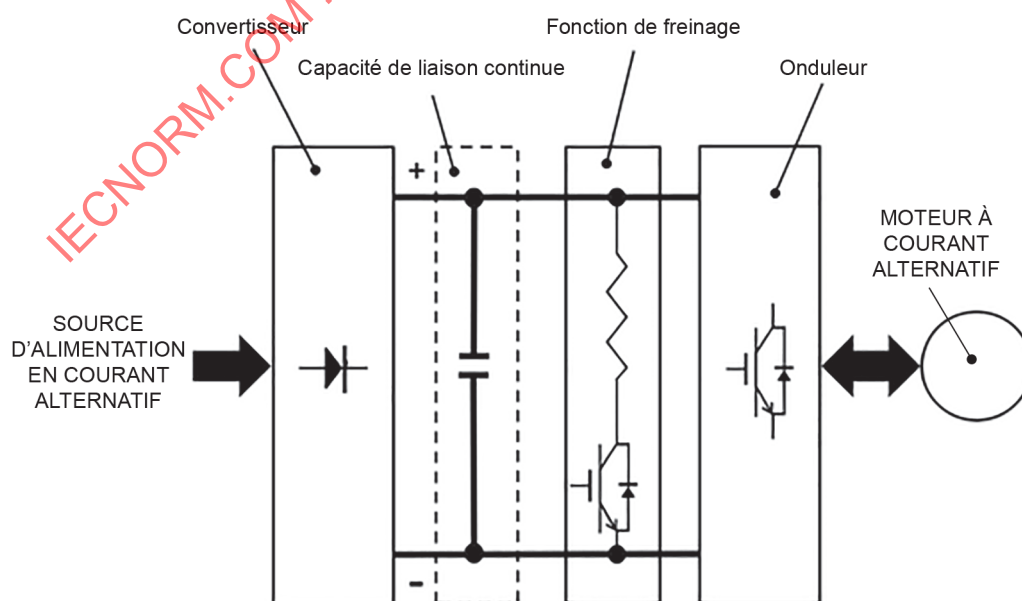
IEC

Figure 5 – BDM/CDM/PDS avec *liaison continue* commune

Lorsqu'un BDM/CDM/PDS fonctionne dans les *quadrants* II et IV, l'inertie du *moteur* et la charge raccordée, voire parfois l'énergie potentielle dans la charge raccordée, donne lieu à une énergie générée par le *moteur* et renvoyée par l'intermédiaire de l'*onduleur* vers l'accès de *liaison continue*. Au cours de ces périodes, l'énergie renvoyée à l'accès de *liaison continue* est souvent gérée par une ou plusieurs des options suivantes:

- BDM/CDM/PDS avec des accès de *liaison continue* qui utilisent l'énergie fournie par la *liaison continue* pour alimenter d'autres *moteurs*;
- *freinage rhéostatique* qui dissipe l'énergie excédentaire provenant de la *liaison continue* à l'aide de résistances (Figure 6);
- renvoi de l'énergie de la *liaison continue* à un *réseau d'alimentation* en courant alternatif destiné à d'autres charges (voir Figure 7).

La Figure 6 illustre un BDM/CDM/PDS qui intègre un frein rhéostatique. Les freins rhéostatiques sont également couramment utilisés comme unités autonomes pour le raccordement à un accès de *liaison continue*.



IEC

Figure 6 – BDM/CDM/PDS avec frein

La Figure 7 illustre un PDS régénératif qui peut renvoyer l'énergie au *réseau d'alimentation* à l'aide d'un *convertisseur* côté alimentation qui peut également fonctionner comme un *onduleur*, également appelé *convertisseur à alimentation active* (AIC) ou convertisseur AFE (active front end en anglais).

Des informations supplémentaires relatives aux AIC et AFE sont disponibles dans l'IEC TS 62578.

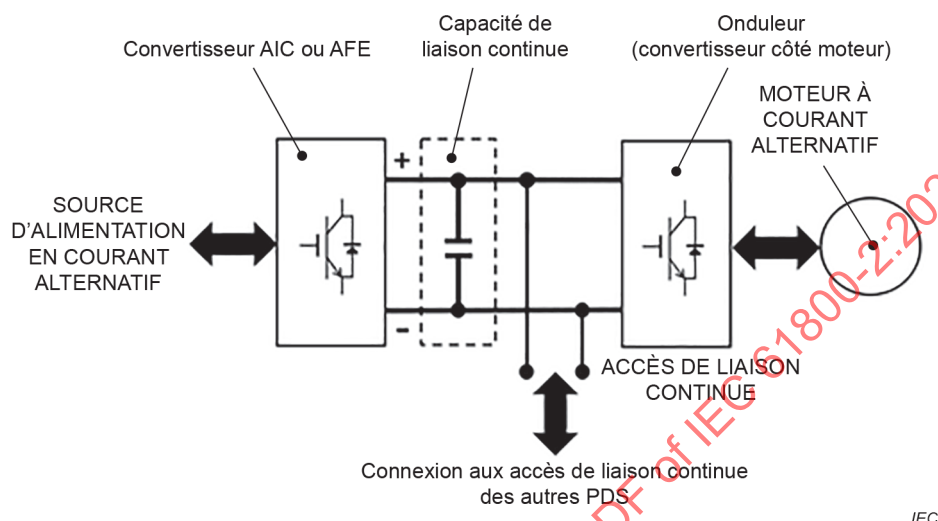


Figure 7 – *BDM/CDM/PDS* avec AIC

5.2.4 Topologie de refroidissement

5.2.4.1 Généralités

Les méthodes courantes de refroidissement sont le refroidissement par air forcé, par liquide, par échangeurs de chaleur et par évaporation. Une redondance est recommandée pour des applications critiques.

D'autres types de refroidissement sont admis.

Appliquer l'IEC 61800-5-1 pour les considérations relatives à la sécurité.

5.2.4.2 Refroidissement par air

Lorsque l'alimentation en air est susceptible de contenir des particules pouvant obstruer les voies de refroidissement du *BDM/CDM/PDS*, une filtration de l'air peut être exigée pour assurer le bon fonctionnement d'un système refroidi par air.

5.2.4.3 Refroidissement par un liquide

Lors de l'examen du bon fonctionnement d'un système de refroidissement par liquide, les principales considérations sont la surveillance et la régulation:

- de la conductivité;
- du débit;
- de la condensation;
- de la température;
- de la pression; et
- de la maintenance du système pour éviter le tartre et la corrosion.

Il convient que le *fabricant* fournisse les avertissements et les instructions de maintenance appropriés pour le système de refroidissement. Il est important de respecter les avertissements associés et les recommandations du *fabricant* concernant la fréquence de maintenance du système de refroidissement. Il est également important de vérifier que le *BDM/CDM/PDS* est installé et exploité dans les conditions d'environnement pour lesquelles il est conçu.

Appliquer l'IEC 61800-5-1 pour les exigences de sécurité.

5.2.4.4 Échangeurs de chaleur

Ce type de système de refroidissement peut être configuré de la façon suivante: air-air, air liquide, ou liquide-liquide. Ces termes définissent la méthode par laquelle la chaleur est transférée (échangée) hors du produit lorsqu'un refroidissement est exigé. Les considérations types pour les échangeurs de chaleur comprennent celles énumérées en 5.2.4.2 et 5.2.4.3. Il convient de prêter une attention particulière à l'interface entre la boucle interne et la boucle externe. Ceci est particulièrement vrai pour les échangeurs air liquide ou liquide-liquide. Pour un système air-liquide, le problème est que le liquide peut pénétrer dans le circuit d'air par le biais d'une fuite. Pour un système liquide-liquide, le problème est qu'un liquide contaminé/conducteur peut pénétrer dans la boucle intérieure à partir de la boucle extérieure.

Appliquer l'IEC 61800-5-1 pour les exigences de sécurité.

5.2.4.5 Refroidissement par évaporation

Ce type de refroidissement est un cas particulier de refroidissement par un liquide. Il implique habituellement une partie du système de refroidissement à l'intérieur et une partie à l'extérieur. Il est peu probable que ce type de système de refroidissement soit intégré dans le *BDM/CDM* et il est probable qu'il fasse partie intégrante du *PDS*, voire du système étendu. Il convient de tenir compte de l'encombrement et du coût de cette méthode. Ce cas n'est pas détaillé spécifiquement dans l'IEC 61800-5-1. Le *fabricant* est responsable des considérations nécessaires au bon fonctionnement du système.

5.2.5 Pontage et configurations redondantes

Les *BDM/CDM* peuvent comporter un pontage et/ou des configurations redondantes afin de répondre à différents objectifs parmi lesquels:

- passage normal d'une alimentation de *BDM/CDM* à un *réseau d'alimentation* à la fin de la procédure de démarrage du système;
- commutation d'urgence d'une alimentation de *BDM/CDM* à un *réseau d'alimentation*, en cas de défaillances du *convertisseur* de puissance, afin de permettre un fonctionnement du système à vitesse constante;
- optimisation de la disponibilité et de la fiabilité du système, pouvant être obtenues en incluant de multiples voies de *convertisseur* de puissance, agissant comme des sous-systèmes séparables sélectivement – chacun d'eux permettant le fonctionnement du système en cas de défaillance partielle, parfois à puissance réduite, chaque sous-système d'entraînement agissant ainsi comme une voie de couplage direct à fréquence ajustable.

Lorsque la technologie de pontage est utilisée, il est important de vérifier s'il est possible de démarrer le *moteur* directement par le *réseau d'alimentation*.

La Figure 8 présente un exemple de configuration de pontage pour un *PDS* avec conversion indirecte: la voie de couplage direct pour le *BDM/CDM* peut comprendre un transformateur d'adaptation des niveaux de tension.

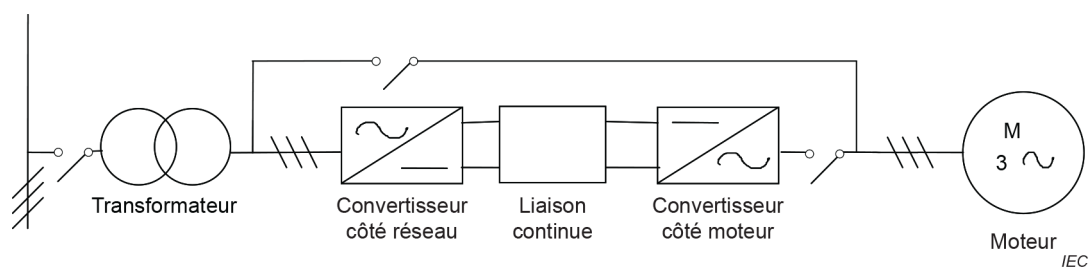


Figure 8 – Configuration de pontage pour un système à *convertisseur* indirect

La Figure 9 donne un exemple de configuration redondante.

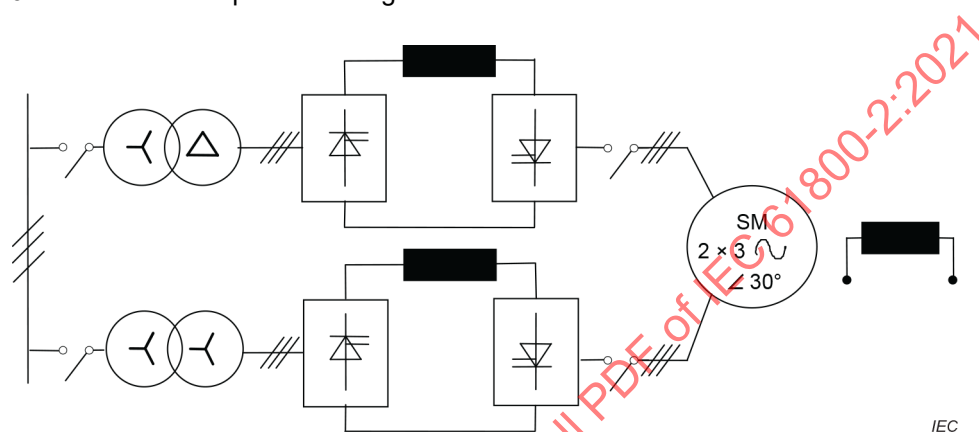


Figure 9 – *Moteur* synchrone avec *onduleur* à commutation assistée par la charge (LCI) en configuration partiellement redondante

5.3 Caractéristiques assignées

5.3.1 Généralités

Les caractéristiques assignées en entrée et en sortie indiquées dans le Tableau 7 sont acceptables pour définir le fonctionnement approprié du *BDM/CDM/PDS*.

En ce qui concerne les exigences de sécurité, appliquer l'IEC 61800-5-1.

Pour les considérations relatives à la CEM, appliquer l'IEC 61800-3.

Pour l'*efficacité* énergétique, appliquer l'IEC 61800-9-2.

Tableau 7 – Présentation générale des caractéristiques assignées en entrée et en sortie du BDM/CDM/PDS

Caractéristiques assignées en entrée			Caractéristiques assignées en sortie		
BDM	CDM	PDS	BDM	CDM	PDS
Tension (U_{VN}) [V]	Tension (U_{LN}) [V]	Tension (U_{LN}) [V]	Tension (U_{aN1}) [V]	Tension (U_{AN1}) [V]	-----
Courant (I_{VN}) [A]	Courant (I_{LN}) [A]	Courant (I_{LN}) [A]	Courant (I_{aN}) [A]	Courant (I_{AN}) [A]	Couple (M_N) [N·m]
Puissance (S_{VN} ou P_{VN}) [kVA] ou [kW]	Puissance (S_{LN} ou P_{LN}) [kVA] ou [kW]	Puissance (S_{LN} ou P_{LN}) [kVA] ou [kW]	Puissance (S_{aN} ou P_{aN}) [kVA] ou [kW]	Puissance (S_{AN} ou P_{AN}) [kVA] ou [kW]	Puissance (P_{sN}) [kW]
Fréquence (f_{VN}) [Hz]	Fréquence (f_{LN}) [Hz]	Fréquence (f_{LN}) [Hz]	Fréquence (f_{aN}) [Hz]	Fréquence (f_{AN}) [Hz]	Vitesse (N_N et N_{NMax}) [r/min]
NOTE 1 Si aucun transformateur ni autre dispositif facultatif (un filtre, par exemple) n'est installé entre l'entrée du <i>réseau d'alimentation</i> (c'est-à-dire l'entrée du CDM/PDS) et l'entrée du BDM, les valeurs des caractéristiques assignées de l'entrée du CDM/PDS et celles de l'entrée du BDM sont identiques, c'est-à-dire $U_{VN} = U_{LN}$, et ainsi de suite. NOTE 2 Si aucun transformateur ni autre dispositif facultatif (un filtre, par exemple) n'est installé entre la sortie du BDM et l'entrée du <i>moteur</i> (c'est-à-dire la sortie du CDM), les valeurs des caractéristiques assignées de la sortie du CDM et celles de la sortie du BDM sont identiques, c'est-à-dire $U_{aN1} = U_{AN1}$, et ainsi de suite. NOTE 3 La caractéristique assignée de <i>puissance de sortie</i> du BDM/CDM peut être exprimée en puissance apparente [kVA] ou en puissance active [kW]. La puissance apparente peut être calculée à l'aide de la tension et du courant. NOTE 4 Les caractéristiques assignées de courant, de tension et de fréquence du BDM/CDM/PDS peuvent être fournies dans une page de valeurs.					

5.3.2 Caractéristiques assignées en entrée

5.3.2.1 Généralités

L'*intégrateur système* peut déterminer si le courant harmonique, la tension harmonique et les autres attributs d'entrée du BDM/CDM sont des considérations importantes pour la conception du PDS.

5.3.2.2 Tension d'entrée et fréquence d'entrée

Il convient que les caractéristiques assignées de *tension d'entrée* et de *fréquence d'entrée* du BDM/CDM/PDS soient spécifiées par le *fabricant* pour permettre une sélection appropriée du BDM/CDM/PDS.

La tension d'entrée assignée n'est pas adéquate pour déterminer si l'alimentation est capable d'alimenter uniquement la charge de sortie assignée. Le courant disponible de l'alimentation est aussi important.

Les valeurs de tension nominale sont spécifiées dans l'IEC 60038. Des valeurs de tension non nominale différentes peuvent être spécifiées pour optimiser le système ou pour les besoins d'une application particulière.

Pour la conformité, voir 6.6.3.4.2.

5.3.2.3 Courant d'entrée

Il convient que les caractéristiques assignées de *courant d'entrée* du *BDM/CDM/PDS* soient spécifiées par le *fabricant* pour permettre une sélection appropriée du *BDM/CDM/PDS*. Si plusieurs caractéristiques assignées de *tension d'entrée* ou une plage de tensions sont spécifiées conformément à 5.3.2.2, il convient également de spécifier les caractéristiques assignées de *courant d'entrée* associées.

Le *courant d'entrée* spécifié inclut le courant exigé par les auxiliaires s'ils sont alimentés par la même source que le *BDM/CDM/PDS*.

Le spectre de courant harmonique du PDS, en considérant de la fondamentale à l'harmonique de rang 50, est possible. Les 25 premières harmoniques ayant l'énergie la plus élevée sont donc les plus significatives. Ces harmoniques peuvent également affecter les auxiliaires et il convient de les prendre en considération (voir 6.6.3.4.4).

Si le *BDM/CDM/PDS* est un matériel de catégorie C4, comme cela est défini par l'IEC 61800-3, il convient alors que le spectre de courant harmonique soit indiqué par le *fabricant* du PDS à l'impédance minimale spécifiée de la ligne à courant alternatif (incluant le transformateur d'alimentation du *BDM/CDM/PDS*), et sans distorsion de la tension d'alimentation de fond. Pour tous les autres *BDM/CDM/PDS*, cette exigence est couverte par l'IEC 61800-3.

Pour la conformité, voir 6.6.3.4.3.

5.3.2.4 Dispositifs de protection contre les courts-circuits (SCPD)

Il est probable qu'un dispositif de protection contre les courts-circuits soit exigé et il convient d'en tenir compte. Ce dispositif est sélectionné spécifiquement en fonction de la sécurité.

Appliquer l'IEC 61800-5-1 pour la définition et les exigences.

5.3.3 Caractéristiques assignées en sortie

5.3.3.1 Fonctionnement continu du *BDM/CDM*

Il convient qu'un fonctionnement continu en sortie du *BDM/CDM* soit indiqué par le *fabricant* et, s'il est sélectionné comme une exigence, il doit être formulé en fonction des exigences du *moteur*:

- tension alternative fondamentale (U_{aN1}/U_{AN1});
- *courant de sortie assigné* (I_{aN}/I_{AN});
- *plage de fréquences de sortie*;
- *puissance de sortie apparente maximale assignée* (S_{aN}/S_{AN}) [kVA] ou *puissance active de sortie maximale* (P_{aN}/P_{AN}) [kW].

Si le 5.3.3 est choisi dans le Tableau 6, la plage de fréquences et de tensions de fonctionnement doit être prise en considération pour l'impédance de sortie spécifiée ou type. Ceci inclut toutes les impédances contributives de la sortie telles que celles du moteur, du transformateur, du filtre, etc., si elles sont présentes ou applicables.

NOTE "Continu" est sensiblement équivalent à un fonctionnement en régime établi maximal. Voir l'IEV 811-11-05.

L'*intégrateur système* peut vouloir déterminer si le courant harmonique, la tension harmonique et les autres propriétés de sortie du *BDM/CDM* sont des considérations importantes pour la conception du PDS.

Pour la conformité, voir 6.6.3.5.2, 6.6.3.5.3, 6.6.3.5.4.

Lorsque le CDM et le *moteur* ne sont pas fournis par le même *fabricant*/fournisseur, il convient que l'*intégrateur système* vérifie les performances appropriées et la compatibilité du CDM et du *moteur* en ce qui concerne le fonctionnement du système pris en considération.

Pour la sécurité, appliquer l'IEC 61800-5-1.

Pour la CEM, appliquer l'IEC 61800-3.

Pour l'*efficacité* énergétique, appliquer l'IEC 61800-9-2.

5.3.3.2 Sortie continue du PDS

Il convient que les caractéristiques assignées en sortie permanentes soient indiquées par le *fabricant*. Si elles sont sélectionnées dans le Tableau 6, elles doivent être formulées en fonction de l'arbre du *moteur* du PDS (voir Figure 10):

- *couple assigné* (M_N) [N·m];
- *vitesse assignée* (N_N) [r/min];
- *vitesse maximale assignée* (N_{NMax}) [r/min];
- *vitesse minimale assignée* (N_{NMin}) [r/min];
- *vitesse minimale* (N_{Min}) [r/min];
- *vitesse maximale de sécurité assignée* (N_{SNMax}) [r/min];
- *puissance de sortie assignée* (P_{sN}) [kW].

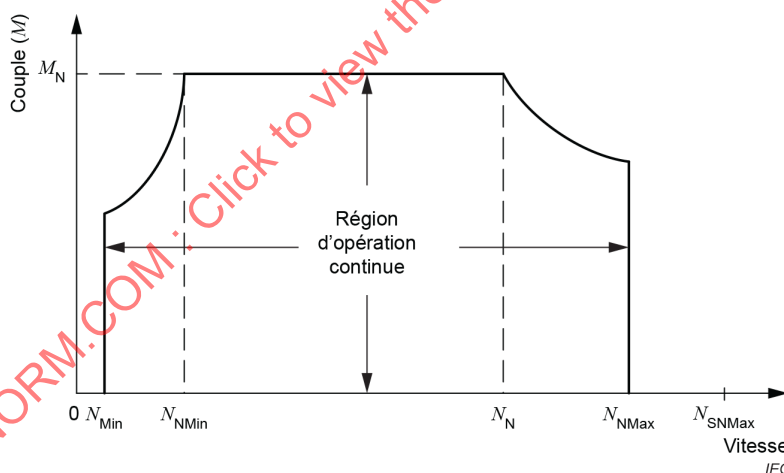


Figure 10 – Exemple de zone de fonctionnement d'un PDS

Pour la conformité, voir 6.6.3.5.3, 6.6.3.5.4

5.3.3.3 Capacité de surcharge en courant et de couple

Lors de la sélection d'un *BDM/CDM/PDS*, il convient de prendre en considération la surcharge en courant, le couple et le surcouple. Les niveaux minimaux définis pour la sécurité, énumérés comme une exigence relative aux surcharges dans l'IEC 61800-5-1, établissent une plage de conditions acceptables de surcharge en courant, de *couple* et de surcouple. Les *fabricants* créent habituellement des produits fonctionnant bien dans la limite des valeurs maximales indiquées dans l'IEC 61800-5-1. Des exemples d'amplitudes de surcharge types et de leur durée sont donnés en 5.10, ainsi que dans l'IEC 60146-1-1 et l'IEC TR 61800-6. Des valeurs atypiques de surcharge en courant, de *couple* et de surcouple sont possibles et il convient que

le *client* consulte les informations relatives au produit du *fabricant* pour des recommandations sur ce sujet afin de vérifier que le *BDM/CDM/PDS* satisfait aux exigences de l'application.

Il convient que les performances en matière de surcharge, de *couple* et de surcouple soient validées par un essai au niveau spécifié par le *fabricant*. Ces niveaux de performance peuvent être différents de ce qui est défini dans l'IEC 61800-5-1 tant qu'ils assurent une meilleure protection.

Pour tout type de cycle de service, une bonne règle de conception est que la valeur efficace du courant au cours du cycle complet ne dépasse pas le courant assigné. Le Tableau 8 et la Figure 11 présentent six exemples types de surcharge de 1 min avec un cycle de charge de 10 min et de 60 min.

Tableau 8 – Exemple de charge continue maximale réduite en fonction d'une surcharge

Surcharge		Charge continue réduite	
Amplitude I_{aM} [valeur réduite de la valeur assignée]	Durée T_{aM} [min]	Amplitude maximale de I_{aR} [valeur réduite de la valeur assignée]	Durée T_{aR} [min]
1,5	1	0,928	9
1,5	1	0,989	59
1,25	1	0,968	9
1,25	1	0,995	59
1,1	1	0,988	9
1,1	1	0,998	59

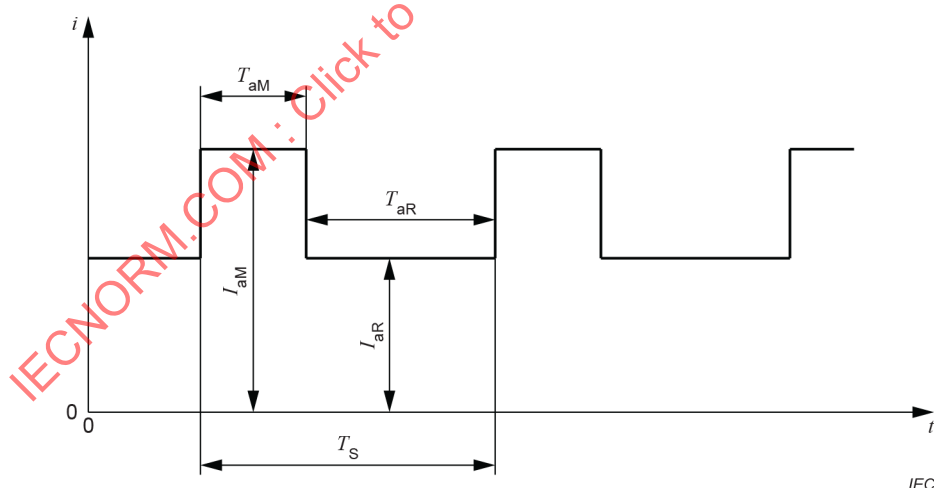


Figure 11 – Exemple de cycle de surcharge

Pour le régime de charge répétitive, il convient que le *courant de sortie assigné* (I_{aN}) corresponde au moins à la valeur efficace du courant du *moteur* pour un cycle de service complet de ce dernier, et il convient que la *capacité de surcharge en sortie du convertisseur* soit adaptée au cycle de service en charge.

Pour le service continu, il convient que le *courant de sortie assigné* (I_{aN}) corresponde au moins au courant continu du *moteur* nécessaire pour développer le *couple moteur* continu spécifié.

Pour les considérations relatives à la sécurité de cette rubrique, appliquer l'IEC 61800-5-1.

Pour les options d'essai, voir 6.6.3.5.5.

5.3.4 Quadrants de fonctionnement

5.3.4.1 Généralités

Il convient que les caractéristiques assignées ci-dessus de 5.3.2 et 5.3.3 soient données pour tous les quadrants de fonctionnement (I, II, III, IV) prévus pour le *BDM/CDM*. Les quadrants n'exigent pas toujours des valeurs/niveaux de performance identiques.

5.3.4.2 Fonctionnement dans les quadrants II et IV

Le fonctionnement dans les quadrants II et IV concerne les applications dans lesquelles le *moteur* fonctionne comme une génératrice, réinjectant de l'énergie comme cela est expliqué en 5.2.

Dans le cadre d'un fonctionnement dans les quadrants II et IV, il convient que les caractéristiques assignées en entrée et en sortie soient spécifiées, y compris les paramètres pertinents pour la solution applicable.

Pour les options d'essai, voir 6.6.3.5.6.

5.3.5 Caractéristiques assignées et fonctionnalité de l'équipement de commande

Il convient que les caractéristiques assignées et la fonctionnalité de l'équipement de commande soient spécifiées par le *fabricant*.

Pour les éléments relatifs à la CEM, appliquer l'IEC 61800-3.

Pour les éléments relatifs à la sécurité, appliquer l'IEC 61800-5-1.

Pour les éléments relatifs à la sécurité fonctionnelle, appliquer l'IEC 61800-5-2.

Pour la conformité, voir 6.6.3.6.

5.3.6 Caractéristiques assignées spéciales relatives au *BDM/CDM/PDS* ou au *moteur*

5.3.6.1 Généralités

Des caractéristiques assignées, performances ou fonctionnalités spéciales peuvent être spécifiées afin de fournir des informations supplémentaires pour des applications ou des considérations spécifiques. Cela inclut les effets côté *réseau d'alimentation*, à l'intérieur du *BDM/CDM/PDS* et sur le *moteur*. Toute caractéristique assignée spéciale doit être spécifiquement indiquée et détaillée dans la copie de travail du Tableau 6 et/ou dans l'accord entre les parties responsables utilisé pour documenter la conformité au présent document, si elle est sélectionnée dans le cadre de l'Article 4.

5.3.6.2 Transformateurs et bobines d'inductance

5.3.6.2.1 Généralités

Les transformateurs de puissance peuvent être utilisés sur le *réseau d'alimentation* et du côté *moteur* du *BDM/CDM/PDS* en tant que transformateurs élévateurs ou abaisseurs. Les transformateurs, qu'ils soient à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enveloppe principale du *BDM*, peuvent également participer à la conversion de puissance. Un transformateur externe qui est essentiel à la conversion de puissance fait partie intégrante du *BDM*.

Pour la fonctionnalité et les performances, il convient que la conception assure la compatibilité entre les caractéristiques assignées du transformateur et les caractéristiques assignées permanentes en entrée et la capacité de surcharge du *BDM/CDM/PDS*.

Pour les rubriques relatives à la sécurité, appliquer l'IEC 61800-5-1.

Il convient également de tenir compte des pertes supplémentaires du circuit magnétique dues aux harmoniques de tension ainsi que des pertes parasites supplémentaires dues à des harmoniques de courant à fréquence plus élevée, lorsque cela est approprié pour la fonctionnalité et les performances. Appliquer l'IEC 61800-9-2 pour les exigences d'*efficacité* énergétique.

Il convient de tenir compte des caractéristiques de la forme d'onde de tension, y compris les exigences d'isolement. S'il y a lieu, il convient que les transformateurs soient conformes à la norme de produit pertinente pour le type particulier de transformateur utilisé. La série IEC 60076 (toutes les parties) et la série IEC 61378 (toutes les parties) fournissent les spécifications pour la conception de ces transformateurs; toutefois, une norme de produit pertinente reconnue à l'échelle nationale est acceptable.

NOTE Dans le 5.3.6.2, lorsque seuls des transformateurs sont mentionnés, cela signifie à la fois transformateurs et bobines d'inductance.

5.3.6.2.2 Transformateurs utilisés dans le chemin de conversion de puissance

Le 5.3.6.2.2 traite des transformateurs dans le chemin de puissance de l'*entraînement électrique de puissance* (PDS) de l'entrée à la charge, en passant par la conversion et la sortie. Des transformateurs peuvent être utilisés à l'extrémité source (*réseau d'alimentation*) du PDS ou à l'extrémité charge (*moteur*) du PDS. Les finalités des transformateurs comprennent:

- l'adaptation de la tension;
- l'isolement;
- l'élimination des harmoniques;
- la partie redressement du processus de conversion de puissance (plusieurs enroulements secondaires par phase).

Les transformateurs secs ou les transformateurs à remplissage liquide sont des types de construction standard appliqués dans les PDS. Les informations détaillées ci-dessous sont destinées à assurer l'adéquation des transformateurs aux conditions de charge des entraînements, comme cela est exigé.

Il convient que le dimensionnement fondamental du transformateur soit adapté à son application prévue.

NOTE Une bonne pratique consiste à disposer d'un transformateur ou d'une bobine d'inductance conforme à une norme de produit pertinente reconnue à l'échelle nationale, si elle est disponible.

Il convient de dimensionner correctement les transformateurs fournis comme partie du PDS pour satisfaire aux exigences de:

- la charge en régime établi;
- toute surcharge momentanée.

Pour les systèmes d'entraînement qui fonctionnent normalement à vitesse variable, il convient que le transformateur soit dimensionné pour fournir la puissance exigée sur la base d'un régime établi. La puissance apparente efficace (kVA) du transformateur peut être calculée à partir des surcharges périodiques.

Les essais de l'IEC 60076 (toutes les parties) et de l'IEC 61378-1 peuvent être pertinents pour les transformateurs de *BDM/CDM/PDS*.

5.3.6.2.3 Spécification et caractéristiques assignées

5.3.6.2.3.1 Courants et tensions harmoniques

Les modules de *convertisseur* sont à l'origine de courants et tensions harmoniques qui créent des contraintes supplémentaires (thermiques, isolement) pour les transformateurs connectés. Il convient que la conception du transformateur prenne particulièrement en compte:

- les pertes supplémentaires de bobinage pour chaque enroulement;
- les pertes fer supplémentaires;
- les exigences supplémentaires d'isolement (comprenant les tensions de mode commun et l'accroissement des contraintes de tension).

Dans les cas où le *convertisseur* est suffisamment filtré du côté valve du transformateur, l'utilisation de transformateurs standard peut être envisagée, en partant du principe qu'il existe une marge pour les tensions de mode commun (exigences d'isolement).

Il convient de définir les enroulements du transformateur en fonction des contraintes d'isolement calculées (valeurs de crête, mode commun, temps de montée à la valeur crête, fréquence des impulsions, réflexions) définies par la topologie de l'entraînement et le concept de mise à la terre du PDS.

Il convient que ces valeurs soient incluses dans la spécification du transformateur établie par l'*intégrateur système* du PDS.

5.3.6.2.3.2 Agencement des enroulements

L'IEC 60076-1 contient les agencements d'enroulements de transformateur les plus courants et les symboles associés.

Les caractéristiques de fonctionnalité et de performance (par exemple déphasage, agencement des enroulements, impédances) sont importantes pour la conception du transformateur et l'*installation*, et il convient qu'elles soient correctement prises en considération.

5.3.6.2.3.3 Exigences relatives aux erreurs de déphasage

L'atténuation de l'émission harmonique au moyen d'un transformateur à indice de pulsation multiple et des circuits de *convertisseurs* associés dépend de l'exactitude du calage des phases entre enroulements. Les erreurs de déphasage entre enroulements sont spécifiées à la fréquence fondamentale. Les erreurs de déphasage sont source d'une erreur largement plus importante à la fréquence harmonique qu'à la fréquence fondamentale.

Par exemple, une erreur de déphasage de 2° sur le fondamental d'un entraînement d'indice de pulsation 12 produit une erreur de $(5 + 1) \times 2^\circ = 12^\circ$ pour l'harmonique de rang 5 et de $(7 - 1) \times 2^\circ = 12^\circ$ pour l'harmonique de rang 7. Les valeurs résiduelles correspondantes, dans le cas d'un *convertisseur* en source de courant sont alors:

$$\frac{I_5}{I_1} = \frac{1}{5} \times \sin \left(\frac{12^\circ}{2} \right) = 0,021 \text{ et } \frac{I_7}{I_1} = \frac{1}{7} \times \sin \left(\frac{12^\circ}{2} \right) = 0,015$$

L'élimination des harmoniques de rang supérieur se pratique avec un déphasage de 15°, à partir d'enroulements en delta étendu ou en zigzag. C'est alors l'harmonique de rang 11 qui présente le plus d'intérêt et un écart de phase de 2° produit un résidu encore plus important.

Il convient de maintenir l'erreur de phase résultante pour un transformateur d'indice de pulsation 12 en dessous de 2°, comprenant l'erreur sur les enroulements du transformateur et l'erreur sur le contrôle d'allumage des thyristors.

5.3.6.2.3.4 Exigences relatives à la plaque signalétique

L'IEC 60076-1 définit les exigences relatives aux plaques signalétiques et fournit une liste complète de données pertinentes devant figurer sur la plaque signalétique d'un transformateur. Toute norme de produit pertinente reconnue à l'échelle nationale fournit une liste comparable et est acceptable. Ces informations sont facilement disponibles et il convient de les utiliser pour vérifier que les informations sélectionnées pour figurer sur la plaque signalétique sont appropriées pour les applications prévues du transformateur.

5.3.6.2.3.5 Température ambiante

Les besoins de l'application déterminent la plage exigée de températures ambiantes dans laquelle le transformateur doit fonctionner. Il convient que les besoins de l'application définissent les températures extrêmes maximale et minimale auxquelles le transformateur sera soumis. Il convient de sélectionner un transformateur qui soit capable de satisfaire à ces exigences lorsqu'il fonctionne en continu à sa charge maximale, ou il convient d'appliquer une réduction qui force le fonctionnement à rester dans les limites de paramètres réduits qui sont acceptables. Cela permet de satisfaire aux exigences de température maximale.

Pour la spécification de la température minimale du *BDM/CDM/PDS*, les contraintes climatique et mécanique doivent être prises en considération, si elles sont sélectionnées dans le cadre de l'Article 4. Cela inclut:

- la possibilité de condensation lors de la mise en service à partir d'un état extrêmement froid ; ou
- la contrainte mécanique liée à une variation rapide de la température des matériaux utilisés dans le transformateur.

Il convient de vérifier que le transformateur est sélectionné de manière appropriée pour la plage des températures ambiantes dans l'espace de l'application.

Dans la plupart des cas, le fournisseur du transformateur définit la température ambiante appropriée pour le produit dans la plupart des conditions telles que l'entreposage, le transport ou le fonctionnement. Il convient que le transformateur soit sélectionné en tenant compte et en suivant les recommandations du fabricant.

Pour la sécurité, appliquer l'IEC 61800-5-1.

5.3.6.2.4 Impédance

5.3.6.2.4.1 Généralités

Il convient que les impédances d'entrée des transformateurs soient coordonnées relativement aux exigences concernant les émissions harmoniques et les courants de défaut; les valeurs types d'impédance sont dans la fourchette de 6 % à 12 % – conformément à l'IEC 60076 (toutes les parties).

5.3.6.2.4.2 Réactance de commutation

La réactance de commutation est un paramètre important pour les *convertisseurs* à commutation assistée par le réseau. L'IEC 61378-1 s'applique pour les méthodes de mesure des réactances de commutation.

5.3.6.2.4.3 Impédance pour des *convertisseurs* autocommutés

La réactance de commutation est de moindre importance en ce qui concerne les performances des *convertisseurs* autocommutés. En revanche, l'impédance des transformateurs peut être importante pour limiter les courants harmoniques ou les courants de défaut. Dans le cas des *convertisseurs* autocommutés, l'impédance est généralement prise égale à l'impédance de *court-circuit* telle que mesurée au cours des essais normalisés des transformateurs. Voir

l'IEC 60076-1. Le mesurage de l'impédance de *court-circuit* à la fréquence présentant un intérêt peut aussi être judicieux.

5.3.6.2.5 Tension de mode commun et tension continue

Certains types de *convertisseurs* peuvent imposer des décalages de tension sur le transformateur en entrée ou sur le transformateur en sortie. Deux problèmes courants ayant pour origine un décalage des tensions sont les suivants:

- accroissement des contraintes d'isolement dû aux tensions de mode commun ou à des conditions de tension inhabituelles;
- saturation du circuit magnétique due à la tension continue ou au courant continu magnétisant.

Il convient que ces problèmes soient pris en considération et traités dans un PDS convenablement conçu.

Appliquer l'IEC TS 61800-8.

5.3.6.2.6 Considérations spécifiques

5.3.6.2.6.1 Systèmes de refroidissement

Voir l'IEC 60076-1.

5.3.6.2.6.2 Exactitude de tension

Appliquer l'IEC 60076 (toutes les parties).

5.3.6.2.6.3 Ponts raccordés en parallèle

Il convient de prêter une attention particulière en cas de ponts raccordés en parallèle (exactitude de la tension à vide, déphasage, impédance de court-circuit de chaque enroulement secondaire).

5.3.6.2.6.4 Écran entre enroulements primaire et secondaire

Un écran électrostatique est recommandé pour éviter le transfert des transitoires haute tension sur le secondaire par le couplage capacitif. L'écran a également un effet de CEM sur l'impédance de mode commun qui intervient pour les perturbations conduites. Pour ces deux raisons, il convient que l'inductance de la connexion de l'écran à la terre soit faible.

Pour les considérations complètes relatives à la CEM, appliquer l'IEC 61800-3.

5.3.6.2.6.5 Exigences relatives aux *courts-circuits*

Les conceptions de *BDM/CDM* existantes créent une possibilité accrue d'événements de *court-circuit* sur le secondaire d'un transformateur. Ceci est dû à l'usage de circuits électroniques de puissance alimentés par le secondaire du transformateur. Une panne de ces circuits est plus susceptible de se produire en cas de court-circuit au début de la défaillance. Il convient de vérifier que le transformateur utilisé est construit de manière à tolérer ces événements, ou il convient de prévoir une protection supplémentaire afin de limiter l'énergie à des niveaux acceptables pendant les événements de *court-circuit*.

5.3.6.2.7 Surtensions

Une limitation de surtension supplémentaire peut être exigée pour les transformateurs d'alimentation principaux (par exemple absorption d'énergie transitoire tel que parafoudre (LA)). Il convient de vérifier que ce point est traité par la construction ou par une protection supplémentaire au besoin.

L'énergie des régimes transitoires non répétitifs due aux commutations à vide du transformateur principal qui alimente l'ensemble *convertisseur* est liée à l'énergie magnétisante du transformateur E . Avec l'hypothèse d'un courant magnétisant sinusoïdal, l'énergie emmagasinée dans l'impédance de magnétisation du transformateur peut être calculée par l'équation suivante:

$$E(J) = \frac{i_{\text{mpu}}}{4 \times \pi \times f_{\text{LN}}} \times S_{\text{N}}$$

où

i_{mpu} est le courant magnétisant, rapporté au courant assigné du transformateur (p.u.);

f_{LN} est la fréquence assignée (Hz);

S_{N} est la puissance apparente du transformateur (VA).

5.3.6.3 Moteur

5.3.6.3.1 Généralités

Il est important de vérifier que le *moteur* sélectionné pour le PDS est adapté à l'application prévue, y compris tous les modes de fonctionnement, les conditions d'environnement, la CEM, l'*efficacité* énergétique et les considérations relatives à la sécurité. Pour les conditions de fonctionnement et les conditions d'environnement, appliquer l'IEC 60034 (toutes les parties), pour la CEM, appliquer l'IEC 61800-3, pour l'*efficacité* énergétique, appliquer l'IEC 61800-9-2 et pour la sécurité, appliquer l'IEC 61800-5-1. La construction des *moteurs* peut être de conception standard pour application générale, aussi bien qu'orientée vers des applications spéciales. Au-delà des conceptions usuelles de *moteur*, les nouvelles technologies y compris les *moteurs* à aimants permanents et autres solutions spéciales, sont également prises en considération.

Dans ce domaine d'application, il existe un grand nombre de types de *moteurs* différents. Les principaux sont les *moteurs* à induction et les *moteurs* synchrones. Ils comportent généralement trois ou six phases.

Les exigences relatives aux *moteurs* usuels sont couvertes par la norme de produit appropriée de la série IEC 60034. Le 5.3.6.3 traite des aspects concernant l'intégration et l'interfaçage du *moteur* dans l'ensemble du PDS.

5.3.6.3.2 Considérations relatives à la conception

De façon générale, il convient que la conception d'un *moteur* soit conforme à l'IEC 60034 (toutes les parties) ou à une norme équivalente reconnue à l'échelle nationale.

Il est nécessaire de prêter une attention particulière à la dépendance vis-à-vis de la *vitesse* du transfert de chaleur des systèmes de refroidissement autoventilés et aux pertes supplémentaires dues aux harmoniques dans les *moteurs* alimentés par un *onduleur* (voir l'IEC 60034-25).

Sauf spécification contraire, il convient que la température ambiante, la température du fluide de refroidissement, la classe thermique et l'échauffement de l'isolement des enroulements du moteur alimentés par un *onduleur*, soient conformes à l'IEC 60034-1.

Pour l'*efficacité* énergétique du *moteur*, voir l'IEC 60034-30 (toutes les parties) et les recommandations de l'IEC 60034-1, pour l'*efficacité* énergétique du PDS, voir l'IEC 61800-9-2, et pour la sécurité du PDS, voir l'IEC 61800-5-1.

5.3.6.3.3 Exigences de performance

5.3.6.3.3.1 Généralités

Il convient de sélectionner les exigences de performance du *moteur* de manière à satisfaire aux exigences de l'application. Ces exigences comprennent habituellement la tension, le courant, la fréquence, la vitesse, le couple, l'inertie, l'environnement, etc.

Dans le cas de *moteurs* triphasés, un couplage direct au côté réseau du *BDM/CDM* peut occasionnellement être exigé. Un fonctionnement avec utilisation partielle des enroulements du *moteur*, dans le cas d'un système comprenant un nombre de phases multiple de 3, peut également être envisagé.

Si les performances et les conditions de dimensionnement pour un tel fonctionnement en couplage direct sont exigées, il convient que le *client* en fasse la demande et le fournisseur détaille clairement les informations. Lorsqu'elles sont sélectionnées, les informations détaillées suivantes sont fournies, et ne prétendent pas être une liste exhaustive:

- les performances nécessaires de démarrage;
- le *couple assigné* différent qui en résulte.

Pour des informations supplémentaires concernant les performances, voir l'IEC 60034 (toutes les parties).

5.3.6.3.3.2 Caractéristiques assignées en entrée du *moteur*

Les paramètres d'entrée pour le *moteur* alimenté par un *BDM/CDM* sont importants pour une conception appropriée du PDS. Les informations concernant les caractéristiques assignées et les plages de fréquences et de tensions de fonctionnement du *moteur* sont données dans l'IEC TS 61800-8.

Les autres informations importantes sont le courant *moteur* qu'il convient de prendre en considération à la tension *moteur* assignée, la *vitesse* de base et la charge assignée du PDS. Il est probable que les informations suivantes soient exigées pour toutes les applications:

- la valeur efficace du courant total du *moteur* (I_{AN});
- le fondamental et le spectre du courant harmonique pertinent du *moteur* peuvent être exigés à la valeur spécifiée ou type d'impédance de sortie (prenant en compte le *moteur* et, le cas échéant, le transformateur et les filtres); les informations spécifiques au *moteur*, aux transformateurs et aux filtres, s'il y a lieu.

Lors de l'achat du *moteur*, il convient que l'*intégrateur système* examine les éléments suivants pour vérifier qu'il fonctionne dans les limites de conception du PDS:

- le courant d'excitation du *moteur*, s'il y a lieu;
- l'alimentation auxiliaire.

NOTE Pour davantage d'informations sur les pertes supplémentaires dues aux harmoniques de courant de fréquence plus élevée, voir l'IEC 61800-9-2.

5.3.6.3.3.3 Caractéristiques assignées en sortie du *moteur*

Voir 5.3.6.3.3.1.

5.3.6.3.4 Exigences relatives à l'intégration du système mécanique

5.3.6.3.4.1 Protection contre les tensions d'arbre ou les courants de paliers destructeurs

Il convient que l'*intégrateur système* détermine si un *moteur* avec isolement des paliers du côté opposé au bout d'arbre est exigé et fourni en conséquence.

Outre les pratiques recommandées de mise à la terre, d'autres mesures préventives peuvent être nécessaires. C'est particulièrement le cas lorsque des composantes haute fréquence sont présentes dans la tension *moteur*, y compris pour les tensions de mode commun dont le *convertisseur* est à l'origine. Certaines mesures d'isolement complémentaires comprennent:

- l'isolation complète de l'arbre *moteur* par rapport à la carcasse au moyen de deux paliers isolés, associée à une mise à la terre appropriée de l'arbre afin d'éliminer les effets électrostatiques;
- la mise en œuvre d'un accouplement mécanique isolé entre le moteur et le matériel entraîné.

Un filtrage peut aussi être envisagé, en fonction de la topologie de l'*onduleur*, particulièrement dans le cas d'*onduleurs* en source de tension avec commande en MLI au moyen de:

- filtres de mode commun;
- limitation de dv/dt ;
- filtre sinusoïdal.

Il convient que l'*intégreteur système* précise si des mesures supplémentaires sont exigées.

Voir l'IEC TS 61800-8 pour des recommandations.

5.3.6.3.4.2 Vibrations du *moteur* et résonance latérale

Sauf spécification contraire, il convient de définir les limites de vibration admises et la méthode de mesure conformément à l'IEC 60034-14.

Dans ce contexte, la fixation correcte du *moteur* (fondations, alignement mécanique et couplage) est une considération de l'*intégreteur système* que celui-ci a besoin de coordonner avec le *fabricant* du matériel entraîné et du *moteur*. Il convient de porter une attention particulière aux fréquences de résonance latérale de l'ensemble du système mécanique.

Pour la conformité, voir 6.6.3.8.2.

5.3.6.3.4.3 Considérations relatives aux pulsations de *couple* et à la torsion

La production électromagnétique de pulsations de *couple* par un *moteur* alimenté par un *convertisseur* résulte des harmoniques de tension et de courant.

Il convient que les influences perturbatrices ou dangereuses, sur des éléments de la structure mécanique, telles qu'une excitation des résonances de torsion entre le *moteur* et le matériel entraîné, soient évitées en condition d'exploitation normale et en conditions de défaut.

Il convient que les analyses nécessaires et les actions correctives soient définies et coordonnées par l'*intégreteur système* et conduites lors du processus de conception du PDS et du produit étendu en coopération étroite entre les experts du *convertisseur*, du *moteur* et du matériel entraîné.

Pour la sécurité, appliquer l'IEC 61800-5-1, l'IEC 60034 (toutes les parties) et d'autres normes spécifiques relatives au matériel entraîné, selon les exigences.

5.3.6.3.5 Contrainte de tension sur l'isolement des enroulements du *moteur*

5.3.6.3.5.1 Généralités

Il convient que l'*intégreteur système* vérifie que, dans toutes les conditions pratiques de fonctionnement, les contraintes de tension ne dépassent pas le niveau de tension admissible par l'isolement. En conséquence, l'*intégreteur système* est responsable de la spécification des niveaux de contraintes de tension aux bornes du *moteur* prenant en compte les réflexions de tension possibles qui dépendent de la topologie du *convertisseur*, du type de câble et de sa

longueur, etc. Les paramètres pertinents relatifs aux contraintes d'isolement sont: la valeur crête du transitoire de tension, le temps de montée à la valeur crête, le taux de répétition, etc.

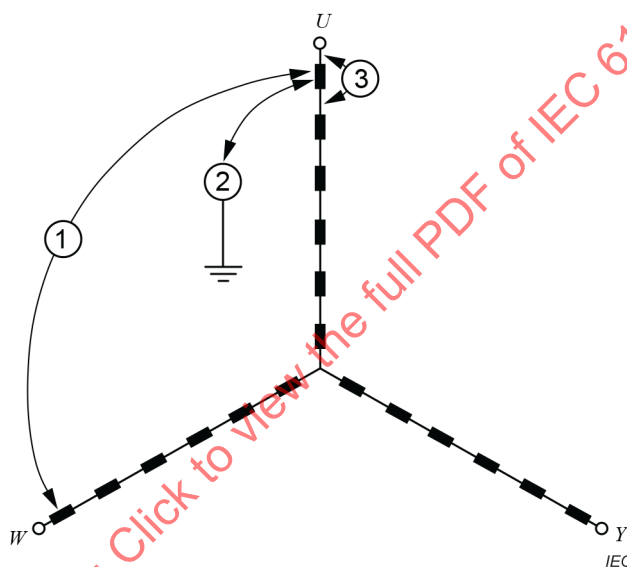
Il convient que l'*intégrateur système* vérifie que le *moteur* sélectionné résiste aux contraintes de tension de l'application. Pour vérifier qu'il n'y a pas de réduction de la durée de vie de l'isolement du *moteur*, il convient que les contraintes effectives dues au fonctionnement du *convertisseur* soient plus faibles que la tenue en tension de l'isolement des enroulements du *moteur*.

Pour les précisions, voir l'IEC 60034-25 et l'IEC TS 61800-8.

Pour les options d'essai, voir 6.6.3.8.5.

5.3.6.3.5.2 Types de contraintes sur les enroulements et limites

Il existe trois types de contraintes d'isolement (voir Figure 12).



Légende

- 1 isolement principal entre phases
- 2 isolement principal entre phase et carcasse
- 3 isolement entre spires de la première bobine

Figure 12 – Types de contraintes d'isolement

Dans les *moteurs* alimentés par le réseau (sinusoïdal basse fréquence), les isollements entre phases et entre phase et carcasse subissent les plus fortes contraintes. La contrainte électrique sur l'isolement entre spires est relativement faible, cependant elle peut prendre une grande importance dans le cas des *moteurs* alimentés par un *convertisseur*, ce qui exige une attention particulière.

Dans un fonctionnement à alimentation par *convertisseur*, la tension *moteur* n'est pas sinusoïdale. Généralement, elle comporte des échelons de tension transitoires répétitifs dont l'origine est la commutation rapide des *onduleurs* en modulation de largeur d'impulsion (MLI), associée à des fréquences d'impulsion relativement élevées ou dont l'origine peut aussi être les encoches de commutation d'un *onduleur* à thyristors côté charge. Dans le cas de moteurs alimentés en MLI par un convertisseur de source de tension et par des câbles relativement longs, chaque échelon de tension transitoire conduit à des réflexions aux bornes du *moteur* et du *convertisseur* comprenant des oscillations et dépassements de tension types (Figure 13).

t_a est le temps de montée à la valeur crête de l'échelon de tension (phénomène de réflexion tel que mentionné inclus). La définition de t_a est donnée dans l'IEC 60034-25 comme le temps nécessaire à la tension pour passer de 10 % à 90 % de la tension transitoire totale Δu , y compris le dépassement (voir Figure 13).

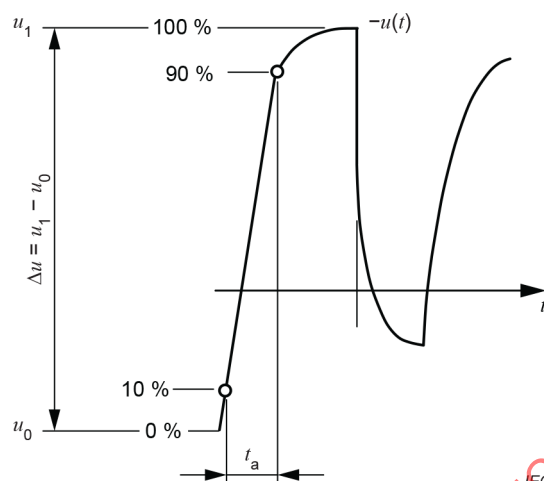


Figure 13 – Définition de la tension transitoire aux bornes du *moteur*

La tenue en tension aux contraintes de tension répétitives de l'isolement des enroulements, sans diminution de la durée de vie utile, peut être donnée par les limites représentées à la Figure 14 a), Figure 14 b) et Figure 14 c). Ces limites concernent la tension en impulsions admissible, incluant les réflexions de tension aux bornes du *moteur*. Les nombres (dans les cercles 1, 2, 3 qui ne sont pas sur l'axe x) à la Figure 14 sont des références communes à la Figure 12 et au Tableau 9.

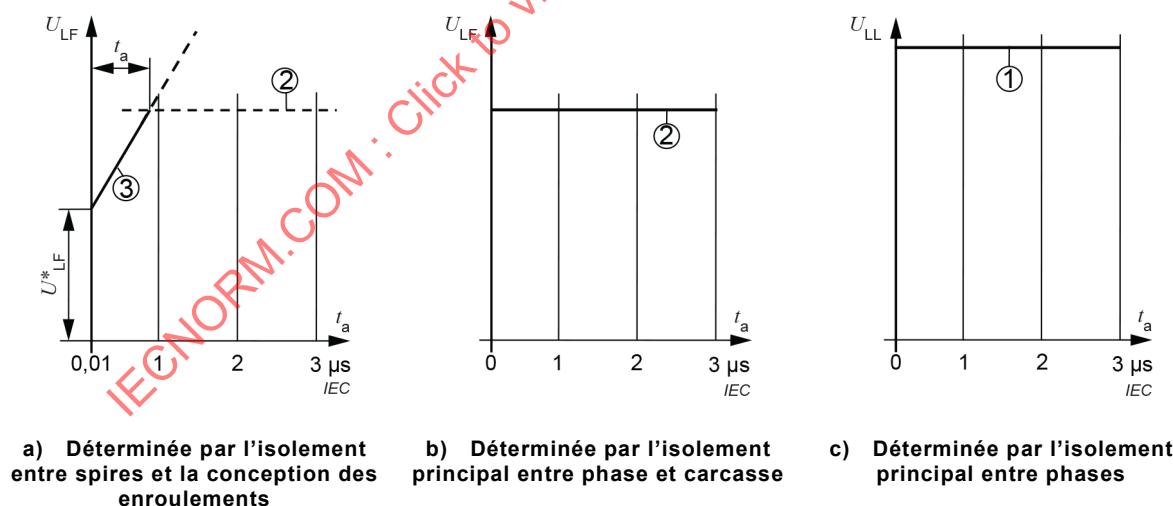


Figure 14 – Caractéristiques limites admissibles d'une impulsion de tension (y compris l'effet de réflexion et l'amortissement) aux bornes du *moteur* en fonction du temps de montée à la valeur crête t_a

La Figure 14 représente:

- les contraintes entre spires de type 3 concernant les échelons de tension transitoire ΔU_{LF} avec un temps de montée à la valeur crête type $t_a \leq 1 \mu s$ (Figure 14 a));
- les différences de tension de type 2 allant jusqu'à la tenue en tension principale entre phase et carcasse selon la Figure 14 b);

- les différences de tension de type 1 allant jusqu'à la tenue en tension principale entre phases selon la Figure 14 c).

5.3.6.3.5.3 Tenue type aux contraintes de tension des *moteurs* de conception usuelle

À partir des contraintes d'isolement définies pour le fonctionnement en alimentation par le réseau avec les tolérances de tension usuelles, la conception usuelle des *moteurs* conduit à une tenue en tension au moins égale aux valeurs de la colonne de droite du Tableau 9. Ces formules sont données à titre de recommandation lorsque le *fabricant* du *moteur* ne délivre pas d'information complémentaire et sont des valeurs minimales. Des limites de tension significativement supérieures sont souvent proposées.

Tableau 9 – Limites et tenue aux contraintes de tension type de l'isolement du *moteur*

Limites de l'isolement	Valeur crête de tension pertinente	Tenue aux contraintes de tension des <i>moteurs</i> triphasés
Isolement principal entre phases, voir ① de la Figure 14	U_{LL} différence de tension entre phases	$U_{LL} = 1,1 U_{Ins} \sqrt{2} \approx 1,6 U_{Ins}$
Isolement principal phase et carcasse, voir ② de la Figure 14	U_{LF} différence de tension maximale entre phase et carcasse	$U_{LF} = 1,1 U_{Ins} \sqrt{2/3} \approx 0,9 U_{Ins}$
Isolement entre spires de la première bobine, voir ③ de la Figure 14	ΔU_{LF} échelon de tension t_a temps de montée à la valeur crête correspondante (voir Figure 13)	ΔU_{LF} au moins 3 kV $t_a \approx 1 \mu s$ Voir Figure 14 a)
U_{Ins} est la valeur efficace de la tension assignée d'isolement du <i>moteur</i> .		

NOTE 1 La "tension assignée de l'isolement" U_{Ins} (indiquée dans le Tableau 9) n'est pas nécessairement égale à la "tension assignée du *moteur*" U_{AN} .

NOTE 2 Dans le cas de *moteurs* alimentés par un *onduleur*, il est souvent judicieux d'utiliser une conception de *moteur* à isolement renforcé tels que $U_{Ins} > U_{AN}(\text{moteur})$.

NOTE 3 Ainsi que le représente la Figure 14 a), l'isolement entre spires de la première bobine est la limite des échelons transitoires de tension possibles ΔU_{LF} dans le cas de temps de montée à la valeur crête relativement courts dans la plage $0,01 \mu s \leq t_a \leq 1 \mu s$.

Pour $t_a > 1 \mu s$, les limites pertinentes sont normalement données par l'isolement principal (Figure 14 b) et Figure 14 c)).

NOTE 4 Du fait que la commutation des interrupteurs à semiconducteurs de chaque phase intervient à tout instant, la tension entre phases et la tension entre phase et carcasse correspondent au même échelon de tension $\Delta U_{LL} = \Delta U_{LF}$.

5.3.6.3.5.4 Évaluation fonctionnelle de l'isolement des enroulements du *moteur*

Il convient que les modes opératoires d'essai de l'isolement des enroulements utilisés dans les *moteurs* de tension assignée supérieure à 1 000 V soient conformes à IEC 60034-18-31. Une attention particulière est exigée en raison des facteurs de contraintes supplémentaires résultant de l'alimentation par un *convertisseur*, tels que les contraintes de tension accrues et les taux de répétition de fréquence élevée, les échauffements supplémentaires résultant des pertes harmoniques et des vibrations mécaniques.

5.3.6.3.6 Dénomination des données essentielles

Les informations suivantes peuvent présenter un intérêt en complément de la plaque signalétique normale du *moteur*:

- *couple assigné*;
- *couple à la vitesse minimale*;
- *vitesse minimale au couple assigné*;
- *vitesse minimale*;
- *vitesse de base*;
- *vitesse maximale*.

Les informations complémentaires suivantes peuvent être nécessaires à une conception correcte du système et à l'installation du *moteur*, et peuvent être fournies séparément, par exemple dans la documentation du produit:

- inertie du rotor et, si cela est exigé, raideur de l'arbre *moteur* pour l'analyse de torsion;
- données complémentaires d'*isolement*, telles que tension assignée;
- sens de rotation, et limite le cas échéant;
- débit d'air et exigences d'environnement pour le système de refroidissement du *moteur*;
- impédances du *moteur* (si cela est exigé);
- dimensions de montage pertinentes;
- il convient que l'arbre, les dimensions et l'équilibrage soient conformes aux normes ISO/IEC, sauf spécification contraire, l'équilibrage est assuré avec la demi-clavette;
- masse du *moteur* (rotor, stator);
- instructions de transport, manutention et entreposage;
- consignes de sécurité et instructions de maintenance.

Pour les précisions, voir l'IEC 60034 (toutes les parties).

5.3.6.3.7 Courant induit dans les paliers

Voir l'IEC TS 61800-8 pour les précisions.

Pour la conformité, voir 6.6.3.8.4.

5.4 Performances

5.4.1 Fonctionnement

5.4.1.1 Généralités

Il convient que les caractéristiques assignées des fonctions incluses du *BDM/CDM/PDS* soient spécifiées par le *fabricant* concerné. Une ou plusieurs des fonctions suivantes peuvent être incluses (cette liste ne prétend pas être exhaustive):

- accélération/décélération temporelles;
- *freinage rhéostatique*;
- marche en sens inverse;
- *récupération*;
- filtrage du réseau;
- traitement des données d'entrée/sortie (analogiques/numériques);
- redémarrage automatique;

- *freinage par injection de courant continu.*

5.4.1.2 Performances en régime établi

5.4.1.2.1 Généralités

Le système de commande est en régime établi lorsque les variables de référence et de fonctionnement sont constantes pendant plus de trois fois sa durée d'établissement, et lorsque les variables de service sont constantes pendant plus de trois fois la constante de temps la plus longue de l'équipement (la constante de temps thermique du capteur de *vitesse*, par exemple). Il convient que les performances en régime établi des variables d'entraînement (le *couple*, la *vitesse*, la position, par exemple) soient prises en considération conformément à 5.4.1.2.2 à 5.4.1.2.5.

Pour la conformité, voir 6.6.3.9.

5.4.1.2.2 Bande de précision

La bande de précision (voir Figure 15) est l'erreur totale, en régime établi, de la variable directement commandée (sauf si une autre variable est spécifiée). Cette erreur résulte de changements dans les conditions de service ou de fonctionnement dans leurs plages spécifiées.

La bande de précision est exprimée:

- en pourcentage de la valeur théorique maximale de la variable directement commandée (ou spécifiée), voir exemple en 5.4.1.2.3;
- en valeur absolue pour les variables qui ne peuvent être exprimées en valeur relative (la position, par exemple).

Il convient de filtrer le signal représentant la variable directement commandée (par un filtre passe-bas d'ordre un avec une constante de temps de 100 ms, par exemple) afin de supprimer le bruit et l'ondulation du signal.

NOTE La bande de précision ne peut pas être utilisée pour spécifier des éléments n'ayant aucun lien avec les performances de commande en régime établi (les pulsations de *couple* ou l'ondulation de la *vitesse* provoquée par le *couple* de charge ou les pulsations de *couple* du *moteur*, par exemple).

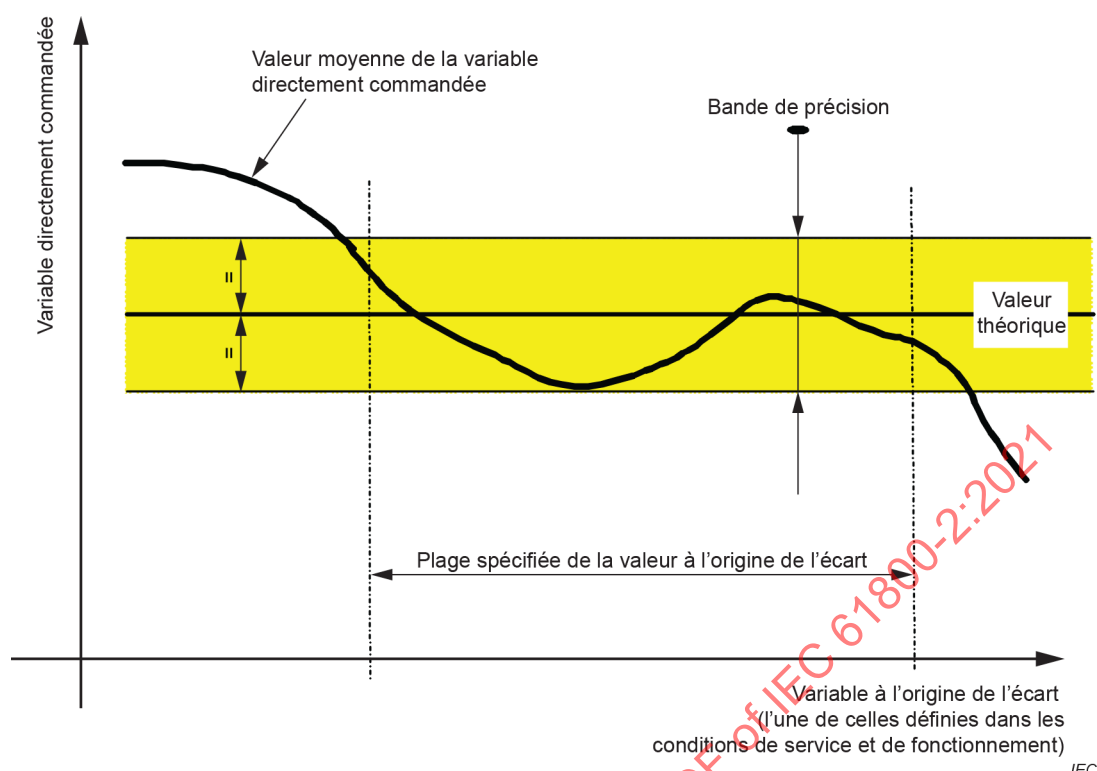


Figure 15 – Bande de précision

5.4.1.2.3 Sélection de la bande de précision

Les performances en régime établi d'un système de commande en boucle fermée peuvent être décrites par un nombre sélectionné dans le Tableau 10, ou un niveau différent peut être sélectionné si cela est approprié pour l'application.

La plage de variables à laquelle s'applique la bande de précision peut être spécifiée (voir Figure 15).

Tableau 10 – Bandes de précision maximale (pourcentage)

±20	±10	±5	±2	±1	±0,5	±0,2	±0,1	±0,05	±0,02	±0,01
-----	-----	----	----	----	------	------	------	-------	-------	-------

EXEMPLE Un PDS est équipé d'un *moteur* de 60 Hz à 1 780 r/min alimenté par un *convertisseur* de fréquence. La *vitesse* maximale du PDS est de 2 000 r/min, et la bande de précision spécifiée pour la commande de vitesse est ±0,5 %. Les conditions de fonctionnement sont les suivantes: plage de *vitesse*s: 0 r/min à 2 000 r/min; plage de *couples* de charge: de zéro au *couple assigné*. Conditions de service, plage de températures ambiantes: 5 °C à 40 °C.

Par conséquent, l'écart entre la *vitesse* réelle et la valeur théorique (vitesse de référence) est:

$$\pm 0,5 \% \text{ de } 2\,000 \text{ r/min} = \pm 10 \text{ r/min}$$

lorsque les valeurs de la *vitesse* de référence, du *couple* de charge et de la température ambiante se situent dans leurs plages spécifiées.

Par exemple, si la *vitesse* de référence est de 1 200 r/min, la *vitesse* réelle du *moteur* est de 1 200 r/min ± 10 r/min, c'est-à-dire comprise entre 1 190 r/min et 1 210 r/min.

5.4.1.2.4 Bande de précision de service – Limites

Quelles que soient les combinaisons des conditions de service applicables, il convient que la bande de précision de service spécifiée par le(s) *fabricant(s)* du *BDM/CDM/PDS* soit respectée pendant un quelconque intervalle de 1 h, suivant une période de mise en température, les variables opérationnelles étant maintenues constantes pendant l'observation.

5.4.1.2.5 Bande de précision opérationnelle – Limites

Il convient que la bande de précision opérationnelle liée à la variable directement commandée ne soit pas dépassée pour la plage de la variable opérationnelle indiquée. Les conditions de service doivent être maintenues constantes pendant l'observation.

Lorsque l'application l'exige, il convient que les informations de performances incluent également les données sur les relations en régime établi de la variable directement commandée avec sa référence. Cet aspect de performances n'est pas compris dans les bandes de précision opérationnelle et de service telles qu'elles sont traitées ci-dessus.

5.4.1.3 Performances dynamiques

5.4.1.3.1 Généralités

Les performances dynamiques du *BDM/CDM/PDS* varient fortement selon l'application. Il existe de nombreuses manières d'obtenir les performances dynamiques, notamment: limite de courant, accélération temporelle, limites d'inertie, rapport de tension et de fréquence (V/Hz), etc. Il convient de prendre en considération ces paramètres lors de la conception finale du *PDS* et du produit étendu, en se concentrant sur les besoins de l'application. Pour la conformité, voir 6.6.3.10.2, 6.6.3.10.3, 6.6.3.10.4, 6.6.3.10.5.

5.4.1.3.2 Réponses temporelles

5.4.1.3.2.1 Généralités

La réponse temporelle représente la courbe sortie en fonction du temps résultant de l'application d'une entrée spécifiée dans des conditions de fonctionnement et de service données.

Il convient que le *PDS* fonctionne avant l'application d'une entrée spécifiée dans les conditions de fonctionnement et de service suivantes:

- *vitesse* de base;
- *vitesse maximale assignée*;
- à vide;
- *tension* et *fréquence d'entrée* assignées;
- température stabilisée au bout de 1 h de mise en température de l'appareil de mesure et des interfaces, la température ambiante étant dans les conditions de service.

La courbe de sortie peut contenir une quantité importante d'ondulations en raison, par exemple, du fonctionnement des dispositifs de puissance à semiconducteurs dans le *BDM*. Il convient que la courbe moyenne soit utilisée pour déterminer la réponse temporelle (voir Figure 16). Les réponses temporelles types d'un *PDS* sont les réponses temporelles qui suivent une réponse à un échelon de la référence de *vitesse*, de courant ou de *couple* (voir Figure 16) et la réponse temporelle qui suit un changement du *couple* de charge (voir Figure 17). Pour des besoins de spécification, il convient par hypothèse que le *couple* de charge du matériel entraîné augmente de manière linéaire de zéro à une valeur de *couple* spécifiée (ou diminue d'une valeur de *couple* spécifiée à zéro) dans un délai de 100 ms, sans dépassement.

5.4.1.3.2.2 Temps de réponse

Le temps de réponse est le temps exigé, après le début de l'*excitation* spécifiée (en pourcentage du taux de croissance) d'un système, pour que la sortie allant dans la direction de l'action corrective nécessaire atteigne tout d'abord une valeur spécifiée.

Il convient que la valeur spécifiée d'une réponse temporelle suivant une réponse à un échelon d'une entrée de référence (voir Figure 16), soit la valeur moyenne initiale plus 90 % de l'incrément en régime établi. Il convient que le dépassement transitoire soit inférieur ou égal à 10 % de l'incrément en régime établi. Pour une réponse temporelle suivant la modification d'une variable opérationnelle (voir Figure 17), il convient que la valeur spécifiée soit la valeur moyenne finale plus 10 % de l'écart transitoire maximal.

5.4.1.3.2.3 Temps de montée

Le temps de montée est le temps exigé à la sortie d'un système de commande pour remplacer un petit pourcentage spécifié de l'incrément en régime établi par un pourcentage spécifié plus élevé de l'incrément en régime établi, avant dépassement ou en l'absence de dépassement (voir Figure 16).

Il convient que le petit pourcentage spécifié soit de 10 %; il convient que le pourcentage spécifié plus élevé soit de 90 % et il convient que le dépassement transitoire soit inférieur ou égal à 10 % de l'incrément en régime établi. Si le terme "temps de montée" ne comporte pas d'indication complémentaire, cela signifie qu'il concerne une réponse à un échelon. Dans le cas contraire, il convient que la forme et l'amplitude de l'*excitation* soient spécifiées.

5.4.1.3.2.4 Durée d'établissement

La durée d'établissement est la durée exigée, après le début de l'*excitation* spécifiée d'un système, pour qu'une variable donnée entre et reste dans les limites d'une bande étroite définie centrée sur sa valeur moyenne finale.

Pour une réponse temporelle suivant la réponse à un échelon d'une entrée de référence (voir Figure 16), il convient que la bande spécifiée soit ± 2 % de l'incrément en régime établi. Pour une réponse temporelle suivant la modification d'une variable opérationnelle (voir Figure 17), il convient que la bande spécifiée soit ± 5 % de l'écart transitoire maximal.

5.4.1.3.2.5 Zone d'écart de vitesse à charge dynamique

La zone d'écart de vitesse à charge dynamique (correspondant à un décalage de position) évalue la réponse d'une commande de *vitesse* en cas de modification brusque du *couple* de charge (voir Figure 17). La formule est

$$A = \frac{B \times C}{2} \quad (1)$$

où

A est la zone d'écart de *vitesse* à charge dynamique;

B est le temps de réponse;

C est l'écart transitoire.

L'écart transitoire maximal est exprimé en pourcentage de la *vitesse* maximale de fonctionnement. Par conséquent, la zone d'écart de vitesse à charge dynamique est exprimée en % s.

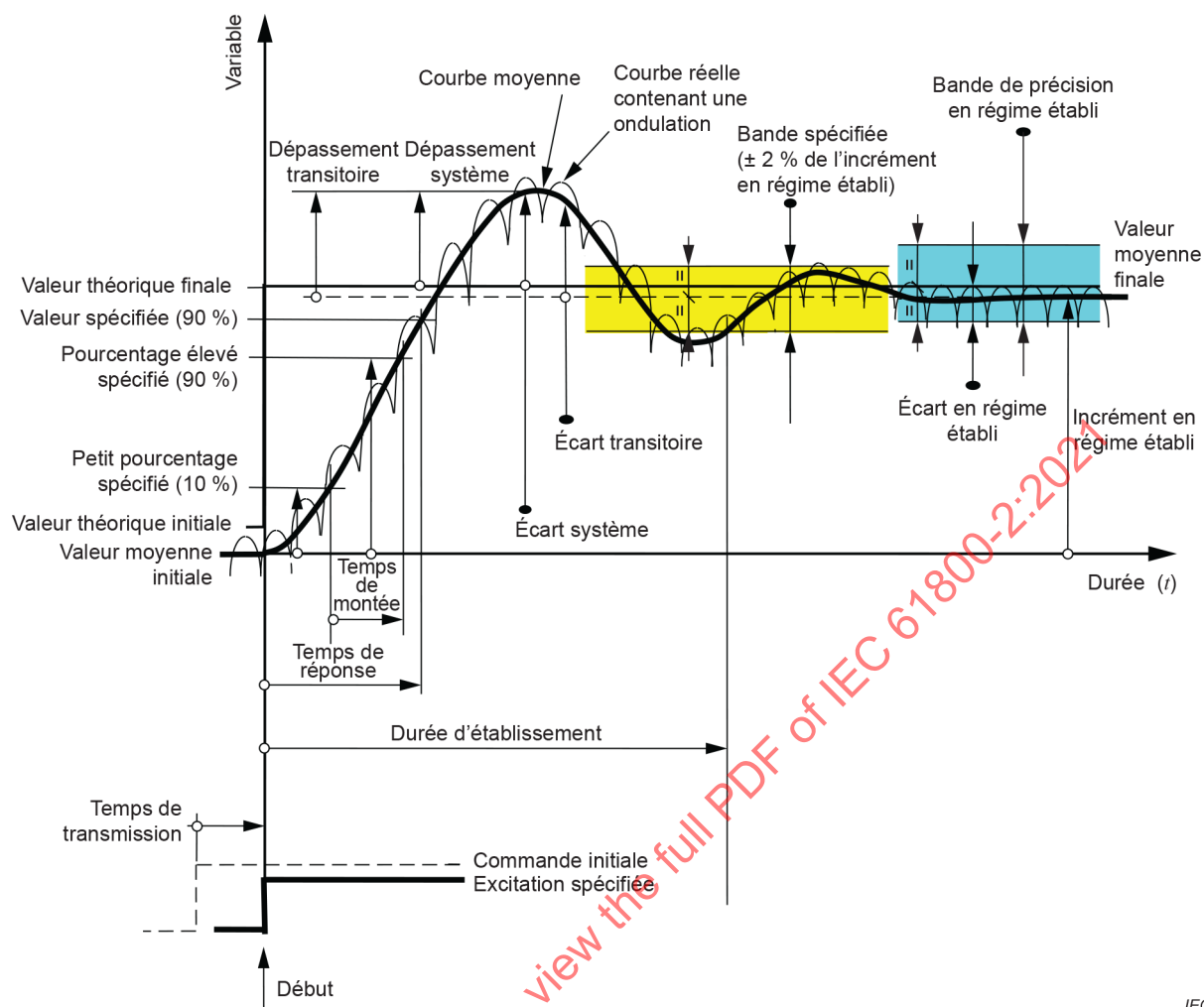


Figure 16 – Réponse temporelle suivant la réponse à un échelon d'une entrée de référence – Sans modification des variables opérationnelles

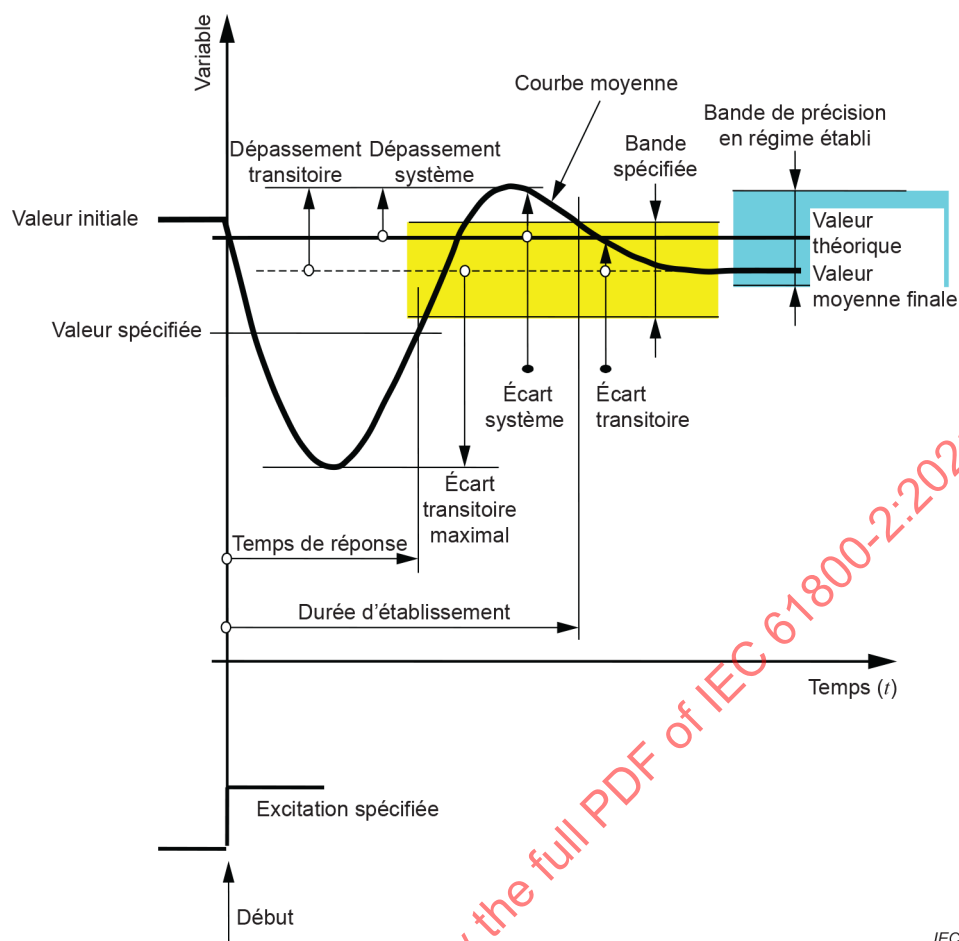


Figure 17 – Réponse temporelle suivant la modification d'une variable opérationnelle – Sans changement de référence

5.4.1.3.2.6 Écart dynamique

L'écart dynamique est l'écart entre la référence (valeur théorique) et la valeur réelle lors du changement de la référence à la vitesse spécifiée (voir Figure 18).

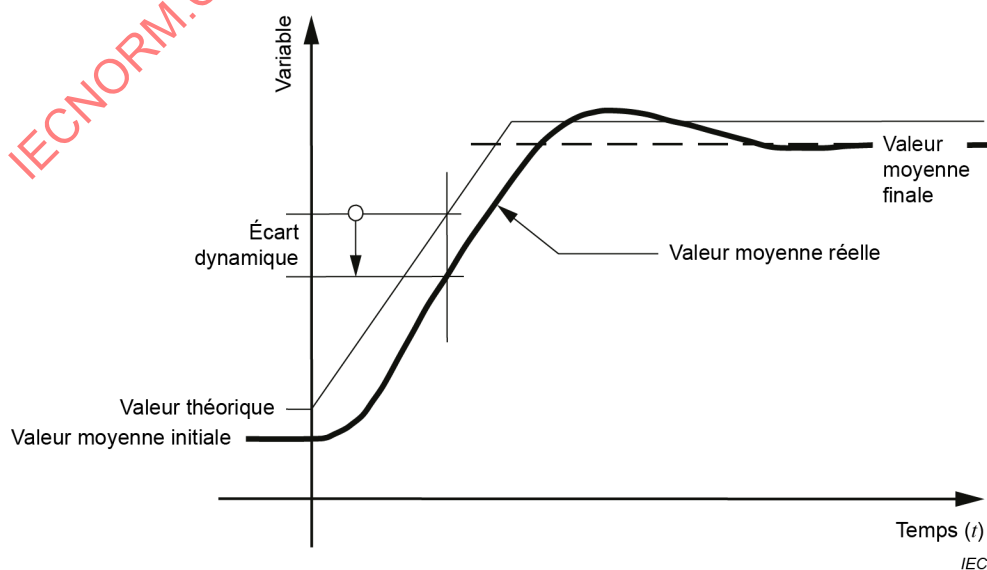


Figure 18 – Réponse temporelle suivant un changement de référence à la vitesse spécifiée

5.4.1.3.2.7 Facteur d'amplification de *couple* (TAF)

Le facteur d'amplification de *couple* est le rapport

$$A = \frac{M_p - M_{ini}}{M_{inc}} \quad (2)$$

où

A est le facteur d'amplification de *couple*;

M_p est le *couple* de crête sur l'arbre du système après l'augmentation brusque du *couple* de charge d'une valeur M_{inc} ;

M_{ini} est le *couple* initial avant l'augmentation du *couple*.

5.4.1.3.3 Réponse en fréquence de la commande

5.4.1.3.3.1 Analyse de fréquence

La réponse en fréquence représente le rapport d'amplitude (amplification) et la différence de phase entre la variable commandée et l'*excitation* sinusoïdale en fonction de la fréquence d'*excitation* lors de la fermeture de la boucle d'asservissement (le cas échéant).

NOTE 1 Il est possible d'utiliser une *excitation* à plusieurs fréquences (bruit) à la place d'une *excitation* à fréquence variable sinusoïdale lors du mesurage de la réponse en fréquence à l'aide d'un analyseur de fréquence.

NOTE 2 Il est commun d'utiliser les décibels (dB) avec l'amplification (voir l'IEC 60027-3). La formule est la suivante:

$$G = 20 \log_{10} \left(\frac{F_2}{F_1} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

où

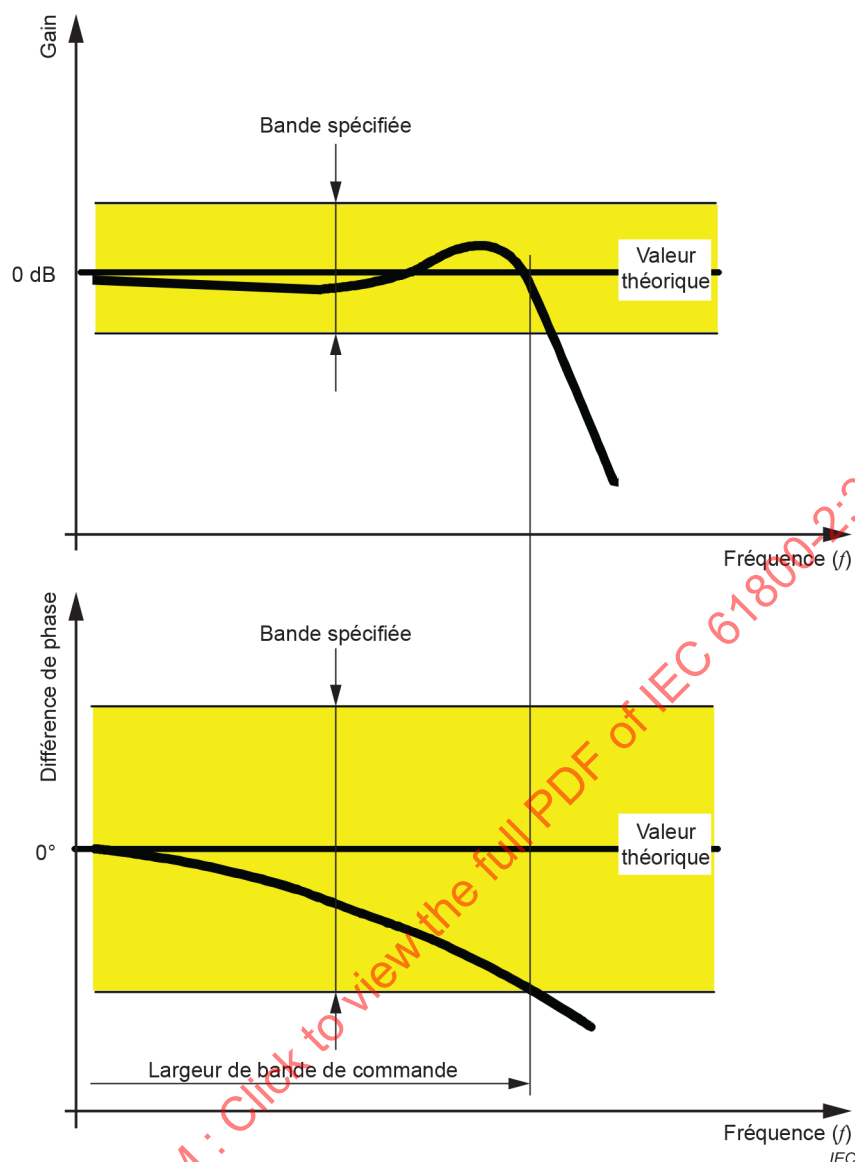
F_2/F_1 est le rapport d'amplitude;

G est le gain.

Par exemple, si le rapport d'amplitude est de 0,708, le gain est d'environ –3 dB.

5.4.1.3.3.2 Largeur de bande de commande

La largeur de bande de commande est l'intervalle de fréquence dans lequel l'amplification (gain) et la différence de phase de la réponse en fréquence (avec la variable de référence comme *excitation*) restent dans les bandes spécifiées, centrées sur les valeurs de 0 dB et 0°, respectivement (voir Figure 19). Il convient que les bandes spécifiées soient de ±3 dB et ±90°.



NOTE La largeur de bande de commande du cas présenté par la figure est limitée par la bande de phase spécifiée.

**Figure 19 – Réponse en fréquence de la commande –
Valeur de référence en tant qu'*excitation***

5.4.1.3.3.3 Sensibilité aux perturbations

La sensibilité aux perturbations est l'amplification de la réponse en fréquence lorsque l'*excitation* est une variable opérationnelle spécifiée. Un exemple type est la sensibilité de la *vitesse* du *moteur* pour un *couple* de charge pulsatoire.

NOTE La sensibilité peut être exprimée en dB uniquement lorsque l'amplitude de la variable commandée et l'amplitude de l'*excitation* sont exprimées en p.u. (par unité).

5.4.1.4 Freinage rhéostatique

5.4.1.4.1 Freinage résistif

5.4.1.4.1.1 Généralités

Le freinage résistif consiste à ajouter des éléments dissipatifs (résistances) pour permettre un freinage électrique plus rapide de la machine. Le freinage résistif s'applique ici uniquement à l'utilisation d'une résistance sur la *liaison continue* du *BDM/CDM/PDS*. Cela exige le maintien

de la commande de l'onduleur. Il ne s'agit pas nécessairement de la seule ou de la meilleure méthode pour assurer un arrêt d'urgence.

5.4.1.4.1.2 Freinage résistif (arrêt)

Avec le freinage résistif (arrêt):

- a) il convient que le *convertisseur* puisse freiner une charge avec un courant selon les caractéristiques assignées du *convertisseur*;
- b) il convient que les *PDS* dont l'inertie variable du matériel entraîné est grande (telle celle des enrouleurs) puissent freiner l'énergie accumulée maximale. La résistance de *freinage rhéostatique* étant initialement à température ambiante, il convient que les caractéristiques énergétiques assignées lui permettent d'arrêter le système d'entraînement une seule fois, quelle que soit la vitesse de fonctionnement. Dans ce cas, il convient que l'inertie du matériel entraîné soit fournie par le *client*.

5.4.1.4.1.3 Freinage résistif (ralentissement)

Avec le freinage résistif (ralentissement):

- a) il convient que la résistance puisse absorber l'énergie cinétique accumulée totale du *moteur* et du matériel entraîné dans les séquences de freinage spécifiées entre les vitesses spécifiées, la résistance étant initialement à la température ambiante;
- b) il convient que le *convertisseur* puisse supporter le courant alternatif pendant la ou les séquences ci-dessus;
- c) il convient que l'inertie soit fournie par le *client*.

5.4.1.4.2 Freinage par injection de courant continu

Le *freinage par injection de courant continu* peut également être disponible.

NOTE Le *couple* de freinage disponible peut diminuer à faible vitesse.

5.4.1.4.3 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 circule du réseau vers le *moteur*. Dans le cas contraire, si le *couple* est opposé au sens de rotation, alors l'énergie circule du *moteur* vers le réseau.

Le transfert d'énergie du réseau vers le *moteur* est appelé "fonctionnement moteur", alors que le transfert d'énergie du *moteur* vers le réseau est appelé "fonctionnement en récupération". Le transfert d'énergie du *moteur* vers le réseau peut inclure le transfert d'énergie vers d'autres dispositifs connectés à la *liaison continue* du dispositif de récupération.

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

5.4.1.5 Autres exigences de performances

5.4.1.5.1 Exigences d'application

Les exigences d'application peuvent inclure:

- le bruit audible;
- les quadrants de fonctionnement: les combinaisons usuelles sont les quadrants I, I et III ou tous les quadrants;
- le *couple* en fonction de la *vitesse*;
- les conditions mécaniques spéciales.

5.4.1.5.2 Exigences de raccordement de l'alimentation

Les exigences de raccordement de l'alimentation incluent:

- la mise à la terre;
- le facteur de déphasage aux conditions assignées;
- le résidu harmonique côté réseau;
- le courant de défaut symétrique maximal, en *court-circuit*.

NOTE Pour les précisions, voir l'IEC 61800-3 et l'IEC 61800-5-1.

5.4.1.5.3 Exigences de caractéristiques assignées

Les exigences de caractéristiques assignées peuvent inclure:

- le *courant de sortie assigné* (I_{aN}/I_{AN}) (voir 5.3.3.1);
- la *tension de sortie assignée* (U_{aN1}/U_{AN1}) (voir 5.3.3.1).

5.4.2 Traitement des défauts

5.4.2.1 Généralités

Il convient que le *BDM/CDM* fournisse des indications et des réponses aux défauts spécifiées. Ceci peut consister en une alarme et/ou un signal de déclenchement communs par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs contacts secs de relais ou relais statiques. L'indication de défaut est normalement actionnée par un ou plusieurs défauts du *BDM/CDM*, qui peuvent inclure, entre autres:

- des défauts externes;
- un défaut de la section de *puissance de sortie*;
- une surintensité instantanée;
- une température excessive (*convertisseur*);
- un défaut de ventilation;
- une surcharge du *moteur*;
- un défaut de l'alimentation auxiliaire;
- une surtension/sous-tension sur le réseau;
- une perte de phase d'alimentation;
- un défaut interne du système de commande;
- un diagnostic des circuits de régulation ou de puissance;
- une limite de courant ou une accélération temporelle;
- une survitesse et une perte du retour tachymétrique;
- une défaillance du ventilateur de refroidissement.

5.4.2.2 Interface de protection des *BDM/CDM/PDS*

Il convient que le *PDS* comporte les fonctions de protection nécessaires, les protections des composants du système et d'une manière générale qu'il présente un haut niveau de disponibilité. Une protection de bonne conception protège contre les défauts internes et les défauts externes de l'entraînement. Il convient d'inclure les protections énumérées dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Fonctions de protection du PDS

Alimentation côté réseau	Alarme	Déclen- chement	Remarque
Coupure, perte de phase	X	X	
Surtensions de ligne	X	X	
Sous-tensions de ligne	X	X	
Déséquilibre de tension	X	X	
Ligne d'alimentation	Alarme	Déclen- chement	Remarque
Surintensité		X	
Surcharge	X	X	
Transformateur	Alarme	Déclen- chement	Remarque
Dégagement gazeux (Buchholz)	X	X	Type à huile seulement
Température excessive	X	X	
Perte de fluide de refroidissement	X	X	
Niveau d'huile bas	X		Type à huile seulement
Convertisseur	Alarme	Déclen- chement	Remarque
Surintensité	X	X	Défaut de commutation, <i>court-circuit</i> , etc.
Surcharge	X	(X)	Thermique
Surtension	X	X	
Défaut de masse	X	(X)	
Perte de refroidissement	X	(X)	
Température excessive	X	(X)	
Perte de l'alimentation auxiliaire	X	X	
Perte de communication avec la commande processus	X	(X)	
Perte du retour tachymétrique	X		
Moteur	Alarme	Déclen- chement	Remarque
Surtension/sous-tension du <i>moteur</i>	X	X	
Surintensité du <i>moteur</i>	X	X	
Surcharge	X	(X)	Thermique
Survitesse	X	X	
Température excessive des enroulements	X	X	
Température excessive des paliers	X	X	
Fortes vibrations	X	X	
Perte de refroidissement	X	(X)	
Perte de lubrification	X	X	
NOTE 1 Les fonctions de protection contre les vibrations peuvent être prises en charge par le fournisseur du matériel entraîné.			
NOTE 2 (X): application conditionnelle.			

L'impédance du *réseau d'alimentation* au niveau de l'IPC (point de couplage dans l'installation) et les impédances d'entrée du PDS doivent être prises en considération si elles sont sélectionnées dans le cadre du Tableau 6.

La demande et le domaine d'application du système de protection du PDS augmentent généralement avec la puissance de l'entraînement. Dans le cas d'entraînements importants, il est recommandé de disposer d'un système de diagnostic pour les conditions de défaut, permettant d'aider le *client*.

5.4.3 Indications d'état minimales exigées

Il convient que le *BDM/CDM/PDS* fournisse un signal d'état indiquant son "entraînement sous tension" (que le *moteur* soit en rotation ou à l'arrêt). Le *BDM/CDM/PDS* peut aussi fournir un signal d'état indiquant qu'il est "prêt à fonctionner".

5.4.4 Dispositifs d'entrée/sortie (E/S)

5.4.4.1 Généralités

Il convient que le nombre et la nature des dispositifs d'entrée/sortie soient indiqués par le *fabricant*.

Les variables et les paramètres nécessitent des entrées et des sorties. Il s'agit d'entrées/sorties analogiques ou numériques en mode tension ou courant. Les informations sont également échangées au moyen des liaisons séries ou parallèles selon différentes normes de communication. Les variables analogiques et numériques peuvent être configurées manuellement à partir d'un poste de commande et peuvent être affichées. Les variables et les paramètres sont traités de la même façon.

5.4.4.2 Interface/accès de commande de processus

5.4.4.2.1 Généralités

Il convient de définir l'interface/accès de commande de processus et leurs performances. La liste ci-dessous peut être utilisée pour les définitions.

5.4.4.2.2 Entrée analogique

Les éléments spécifiés peuvent inclure, entre autres, ce qui suit:

- le nombre d'entrées analogiques;
- le type d'entrée analogique, par exemple:
 - la tension d'entrée asymétrique;
 - la tension d'entrée différentielle;
 - l'entrée de la boucle de courant;
- le niveau de tension d'isolement de l'entrée;
- la plage de tension ou de courant d'entrée, selon le type d'entrée;
- l'impédance d'entrée;
- la constante de temps ou la largeur de bande du filtre passe-bas matériel;
- les erreurs de gain et de décalage;
- la *résolution* du convertisseur A/N;
- l'intervalle d'échantillonnage du convertisseur A/N.

NOTE Pour une liste plus complète, voir l'IEC 61131-2.

5.4.4.2.3 Sortie analogique

Les éléments spécifiés peuvent inclure, entre autres, ce qui suit:

- le nombre de sorties analogiques;
- le type de sortie analogique, par exemple:
 - la tension de sortie asymétrique;
 - la tension de sortie différentielle ;
 - la sortie de la boucle de courant;
- le niveau de tension d'isolement de la sortie;
- la plage de tension ou de courant de sortie, selon le type de sortie;
- la charge maximale;
- la constante de temps ou la largeur de bande du filtre passe-bas matériel;
- les erreurs de gain et de décalage;
- la *résolution* du convertisseur N/A;
- l'intervalle de conversion du convertisseur N/A.

NOTE Pour une liste plus complète, voir l'IEC 61131-2.

5.4.4.2.4 Entrée numérique

Les éléments spécifiés peuvent inclure, entre autres, ce qui suit:

- le nombre d'entrées numériques;
- le type d'entrée numérique:
 - l'entrée du relais;
 - l'entrée de l'optocoupleur;
- le niveau de tension d'isolement de l'entrée;
- la tension de commande assignée et le type (courant alternatif ou continu);
- la résistance d'entrée;
- le délai de propagation de l'entrée.

5.4.4.2.5 Sortie numérique

Les éléments spécifiés peuvent inclure, entre autres, ce qui suit:

- le nombre de sorties numériques;
- le type de sortie numérique, par exemple:
 - la sortie du relais du contact normalement ouvert;
 - la sortie du relais du contact normalement fermé;
 - la sortie du transistor du contact normalement ouvert;
- le niveau de tension d'isolement de la sortie;
- la tension maximale et le type (courant alternatif ou continu);
- le courant maximal et le type (courant alternatif ou continu);
- le délai de fonctionnement de la sortie;
- le délai de propagation entre l'entrée et la sortie.

NOTE Pour une liste plus complète, voir l'IEC 61131-2.