

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Photovoltaic power generating systems – EMC requirements and test methods  
for power conversion equipment**

**Systèmes de production d'énergie photovoltaïque – Exigences de CEM et  
méthodes d'essai pour les équipements de conversion de puissance**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 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  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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 corrigenda or an amendment might have been published.

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

#### IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://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: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

---

### 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.

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

#### Recherche de publications IEC - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Photovoltaic power generating systems – EMC requirements and test methods  
for power conversion equipment**

**Systèmes de production d'énergie photovoltaïque – Exigences de CEM et  
méthodes d'essai pour les équipements de conversion de puissance**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 27.160

ISBN 978-2-8322-4603-0

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references .....	8
3 Terms and definitions .....	9
4 Classification of PCE.....	12
4.1 Category of environment.....	12
4.2 Division into classes .....	13
4.3 Information for users.....	13
5 Test setup for type test.....	14
5.1 General.....	14
5.2 Configuration of test setups .....	14
5.2.1 General .....	14
5.2.2 Setups for immunity requirement test.....	15
5.2.3 Setups for low frequency emission requirement test .....	16
5.2.4 Setups for high frequency emission requirement test .....	16
6 Operating conditions during testing.....	17
6.1 General.....	17
6.2 Operating conditions for immunity requirement test.....	17
6.3 Operating conditions for low frequency emission requirement test .....	17
6.4 Operating conditions for high frequency emission requirement test .....	17
7 Immunity requirements .....	18
7.1 Requirements .....	18
7.2 Performance criteria .....	21
8 Emission requirements .....	22
8.1 Low frequency .....	22
8.2 High frequency.....	24
8.2.1 Conducted emission .....	24
8.2.2 Radiated emission .....	27
9 Test results and test report.....	28
Annex A (informative) Configuration examples of test setups .....	29
A.1 General.....	29
A.2 Setups for immunity requirement test.....	29
A.2.1 Electrostatic discharge .....	29
A.2.2 Radiated disturbances .....	31
A.2.3 Electrical fast transient/burst .....	32
A.2.4 Surge .....	34
A.2.5 Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields .....	36
A.2.6 Voltage dips and interruption .....	36
A.3 Setups for high frequency emission requirement test .....	37
A.3.1 Conducted disturbances .....	37
A.3.2 Radiated disturbances .....	39
Annex B (informative) Setups for low frequency emission requirement test .....	40
B.1 General.....	40
B.2 Example of a test circuit for low frequency emission requirement test .....	40
B.2.1 Harmonics .....	40

B.2.2	Voltage fluctuations and flicker .....	42
Annex C (informative)	Test setup for conducted disturbance measurement.....	44
C.1	General.....	44
C.2	Examples of a test setup.....	44
Annex D (informative)	Alternative test methods for high-power PCE .....	47
D.1	General.....	47
D.2	Alternative method for immunity requirement test.....	47
D.2.1	Alternative method for EFT/burst immunity test.....	47
D.2.2	Alternative method for surge test .....	47
D.2.3	Alternative test method for conducted disturbances, induced by radio- frequency fields .....	48
D.2.4	Conducted disturbances measurement .....	49
Bibliography.....		51
Figure 1 – Example of ports .....		10
Figure 2 – Examples of installation of PV systems in both environments.....		13
Figure 3 – Overview of harmonic requirements up to 75 A .....		23
Figure 4 – Overview of voltage change requirements up to 75 A .....		24
Figure A.1 – Example of a test setup for direct application of discharges to PCE .....		30
Figure A.2 – Example of a test setup for indirect application of discharges to PCE .....		30
Figure A.3 – Example of a test setup for wall-mounted PCE.....		32
Figure A.4 – Example of a test setup for direct coupling of the test voltage to AC mains power ports .....		33
Figure A.5 – Example of a test setup for application of the test voltage with a capacitive coupling clamp .....		34
Figure A.6 – Example of a test setup for AC mains power ports .....		35
Figure A.7 – Example of a test setup for DC power ports .....		35
Figure A.8 – Example of a setup of conducted disturbances immunity test applied for wall-mounted PCE .....		36
Figure A.9 – Example of a test setup using a generator for voltage dips and short interruptions.....		37
Figure A.10 – Example of a test setup of conducted disturbances measurement applied for wall-mounted PCE.....		38
Figure A.11 – Example of a test setup of conducted disturbances measurement applied for wall-mounted PCE with power circulation .....		38
Figure A.12 – Example of a test setup of conducted disturbances measurement applied for wall-mounted PCE with direct connection to AC mains .....		39
Figure A.13 – Example of a test setup of radiated disturbances measurement applied for wall-mounted PCE .....		39
Figure B.1 – Measurement circuit for single-phase two-wire PCE.....		40
Figure B.2 – Measurement circuit for single-phase three-wire PCE .....		41
Figure B.3 – Measurement circuit for three-phase three-wire PCE .....		41
Figure B.4 – Measurement circuit for three-phase four-wire PCE .....		41
Figure B.5 – Measurement circuit for single-phase two-wire PCE.....		42
Figure B.6 – Measurement circuit for single-phase three-wire PCE .....		42
Figure B.7 – Measurement circuit for three-phase three-wire PCE .....		43
Figure B.8 – Measurement circuit for three-phase four-wire PCE .....		43

Figure C.1 – Example of a standardized test setup for conducted disturbances measurement with AC mains power supply .....	45
Figure C.2 – Example of a standardized test setup for conducted disturbances measurement with a laboratory AC power source.....	46
Figure D.1 – Example of an alternative method for EFT/Burst immunity test .....	47
Figure D.2 – Example of an alternative coupling/decoupling network for AC mains power ports.....	48
Figure D.3 – Example of a test setup applying clamp injection method to AC mains power ports.....	49
Figure D.4 – Alternative test method of conducted disturbances measurement using artificial networks as voltage probes .....	50
Table 1 – Immunity requirements for class B PCE.....	19
Table 2 – Immunity requirements for class A PCE.....	20
Table 3 – Voltage dips and interruption immunity requirements for class B PCE .....	21
Table 4 – Voltage dips and interruption immunity requirements for class A PCE .....	21
Table 5 – Performance criteria for immunity tests .....	22
Table 6 – Disturbance voltage limits at the AC mains power port for class A PCE measured on a test site.....	25
Table 7 – Disturbance voltage limits at the AC mains power port for class B PCE measured on a test site.....	25
Table 8 – Disturbance limits at the DC power port for class A PCE measured on a test site .	26
Table 9 – Disturbance limits at the DC power port for class B PCE measured on a test site.	26
Table 10 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at the wired port for class A PCE .....	27
Table 11 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at the wired port for class B PCE .....	27
Table 12 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A PCE measured on a test site.....	27
Table 13 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B PCE measured on a test site.....	28

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

—————

**PHOTOVOLTAIC POWER GENERATING SYSTEMS –  
EMC REQUIREMENTS AND TEST METHODS FOR  
POWER CONVERSION EQUIPMENT**

## 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 62920 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
82/1288/FDIS	82/1313/RVD

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

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

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

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

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

## INTRODUCTION

### Background

Power conversion equipment (PCE) is indispensable for solar photovoltaic power energy systems in order to convert the DC electric power energy generated by solar photovoltaic panels into AC electric power, and to feed the AC power energy into the AC mains network or loads.

In recent years, standardization of EMC requirements for PCE has become more active. For example, CISPR/B has been considering the limits and measurement method for conducted disturbances at DC power ports of grid connected power converters since 2008. These proposed limits and measurement methods form the basis of the instructions for supplementing CISPR 11 in order to cover the set of EMC requirements for the PCE applying to the solar photovoltaic power energy systems. EMC requirements for PCE were added in CISPR 11 Ed.6.0 which was published in 2015. Some product committees, which consider products utilizing PCE, have their own product standards on EMC requirements. SC 22G has developed IEC 61800-3 to define the limits and test methods for power drive systems. SC 22H has IEC 62040-2 for uninterrupted power supplies, and TC 26 has IEC 60974-10 for arc welding. TC 9 sets the emission limits with IEC 62236 (all parts). Moreover, TC 69 will have IEC 61851-21-2<sup>1</sup> covering EMC requirements for conducted charging stations for electric vehicles.

### Purpose of the development of a product EMC standard

IEC Guide 107 specifies that TC 77 and CISPR have responsibility for developing the basic and generic standards for EMC requirements of products. Therefore, product committees are not free to set their own emission limits. If product committees intend to require immunity to particular disturbances, they shall refer to these basic EMC immunity standards.

However, when the EMC standards which are developed by TC 77 and CISPR are not considered suitable for a particular product or electromagnetic environment, product committees shall seek their assistance and advice for any change in the emission limits and/or measurement requirements.

Product committees are responsible for selecting the appropriate immunity test items and levels for their products as well as for defining the relevant performance criteria for the evaluation of the immunity test results. Consequently, product committees, such as TC 22, TC 26, TC 9, and TC 69, have their own EMC standard to define EMC limits and test methods for their products.

On the other hand, TC 82 does not have its own product EMC standards. Therefore, TC 82 has to refer to the generic standards. Nevertheless, TC 82 has the responsibility to consider EMC requirements for PCE applying to the solar photovoltaic power energy systems, and TC 82 can take action as follows to develop its own product EMC standards:

- a) select the immunity test items in accordance with EMC environments for the solar photovoltaic power energy systems;
- b) supplement generic standards with a detailed description of test conditions and test set up;
- c) propose the conditional limits and alternative test methods in terms of installation environmental and operational conditions;
- d) develop appropriate requirements and test method for high power equipment.

This document presents the minimum EMC requirements for PCE applying to solar photovoltaic power energy systems.

---

<sup>1</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC AFDIS 61851-21-2:2017.

# PHOTOVOLTAIC POWER GENERATING SYSTEMS – EMC REQUIREMENTS AND TEST METHODS FOR POWER CONVERSION EQUIPMENT

## 1 Scope

This document specifies electromagnetic compatibility (EMC) requirements for DC to AC power conversion equipment (PCE) for use in photovoltaic (PV) power systems.

The PCE covered by this document can be grid-interactive, which is termed as a grid connected power converter (GCPC), or stand-alone. It can be supplied by single or multiple photovoltaic modules grouped in various array configurations, and can be intended for use in conjunction with batteries or other forms of energy storage.

NOTE A micro inverter is an example of a GCPC supplied by a single photovoltaic module.

This document covers not only PCE connected to a public low voltage AC mains network or other low voltage AC mains installation, but also PCE connected to a medium or high voltage AC network with or without step-down power transformers. Requirements for the PCE connected to a medium or high voltage AC network are specified in this document. However, some requirements relevant to grid interconnection are addressed with other standards specifying power quality or their own grid codes in some countries.

NOTE DC/DC converters used for PV systems are not yet covered in this document. They can cause electromagnetic interference due to conducted disturbances at DC ports.

PCE is assessed with EMC requirements as a type test at a test site. This document provides test methods and test conditions for PCE as well as emission and immunity requirements, but not for photovoltaic modules and other balance of system components.

When compliance with EMC requirements at the test site cannot be shown due to technical reasons of the test site, PCE can be assessed in situ, such as at the manufacturer's premises or in the field where the PCE is assembled into a PV power system. However, only high frequency emission requirements for in situ assessment are specified in CISPR 11.

## 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 61000-3-2:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment with input current  $\leq 16$  A per phase)*

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

IEC TR 61000-3-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems*

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

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

IEC TR 61000-3-14:2011, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics, voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing installations to LV power systems*

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

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*  
IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007  
IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

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

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

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

IEC 61000-4-7:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*  
IEC 61000-4-7:2002/AMD1:2008

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

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

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

CISPR 16-1-2:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements*

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

### **3 Terms and definitions**

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

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

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

**3.1  
photovoltaic power generating system  
PV system**

electric power generating system which uses the photovoltaic effect to convert solar power into electricity

**3.2  
balance of system component  
BOS**

parts of a PV system other than the PV array field, including switches, controls, meters, power conditioning equipment, PV array support structure, and electricity storage components, if any

Note 1 to entry: This note only applies to the French language.

[SOURCE: IEC TS 61836:2016, 3.3.8, modified – The word "component" has been added to the term, as well as the note to entry.]

**3.3  
power conversion equipment  
PCE**

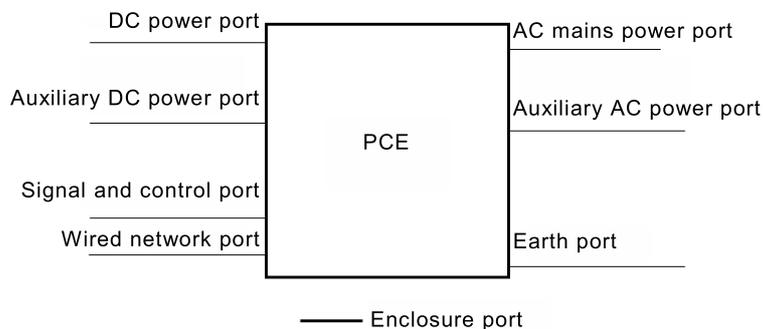
electrical device converting one form of electrical power to another form of electrical power with respect to voltage, current, frequency, phase and the number of phases

Note 1 to entry: This note only applies to the French language.

[SOURCE: IEC 62109-1:2010, 3.66 – The definition has been rephrased, and the note has been replaced.]

**3.4  
port**  
particular interface of the PCE with the external electromagnetic environment

Note 1 to entry: See Figure 1 for examples of ports.



IEC

**Figure 1 – Example of ports**

**3.5  
enclosure port**

physical boundary of the PCE product which electromagnetic fields may radiate through or impinge on

**3.6****AC mains power port**

port used to connect to a public low voltage AC mains power distribution network or other low voltage AC mains installation

**3.7****auxiliary AC power port**

additional AC power port for purposes other than feeding in AC power

**3.8****DC power port**

port used to connect a local low voltage DC power generating system

**3.9****auxiliary DC power port**

additional DC power port for purposes other than supplying DC power for the DC to AC conversion

**3.10****signal and control port**

port intended for the interconnection of components of PCE, or between PCE and local auxiliary equipment, and used in accordance with relevant functional specifications

Note 1 to entry: Examples include RS-232, Universal Serial Bus (USB), High-Definition Multimedia Interface (HDMI), IEEE standard 1394 ("Fire Wire") and control pilot.

**3.11****wired network port**

point to connection for voice, data and signalling transfers intended to interconnect widely dispersed systems by direct connection to a single-user or multi-user communication network

Note 1 to entry: Example include CATV, PSTN, ISDN, xDSL, LAN and similar networks. These ports can support screened or unshielded cables and can also carry AC or DC power where this is an integral part of the telecommunication specification.

**3.12****high power electronic equipment and system**

one or more power conversion equipment with a combined rated power greater than 75 kVA, or a system containing such equipment

**3.13****low voltage****LV**

set of voltage levels used for the distribution of electricity and whose upper limit is generally accepted to be 1 000 V AC or 1 500 V DC

**3.14****high voltage****HV**

- 1) in a general sense, the set of voltage levels in excess of low voltage
- 2) in a restrictive sense, the set of upper voltage levels used in power system for bulk transmission of electricity

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-27]

**3.15****medium voltage****MV**

any set of voltage levels lying between low and high voltage

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-28, modified – The note has been deleted.]

### **3.16**

#### **small size equipment**

equipment including its cables fits in an imaginary cylindrical test volume of 1,2 m in diameter and 1,5 m in height (to ground plane)

### **3.17**

#### **type test**

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

### **3.18**

#### **residential environment**

environment characterized by the fact that the product is directly (not via external transformer) connected to a public low voltage AC mains power distribution network or other low voltage AC mains installation

### **3.19**

#### **non-residential environment**

environment characterized by a separate power network, supplied from dedicated power transformer or a high- or medium-voltage transformer

### **3.20**

#### **PCE-MV**

PCE including a medium voltage transformer

### **3.21**

#### **artificial mains network**

##### **AMN**

network that provides a defined impedance to the equipment under test (EUT) at radio frequencies, couples the disturbance voltage to the measuring receiver and decouples the test circuit from the low voltage AC mains supply

### **3.22**

#### **DC artificial network**

#### **artificial DC network**

##### **DC-AN**

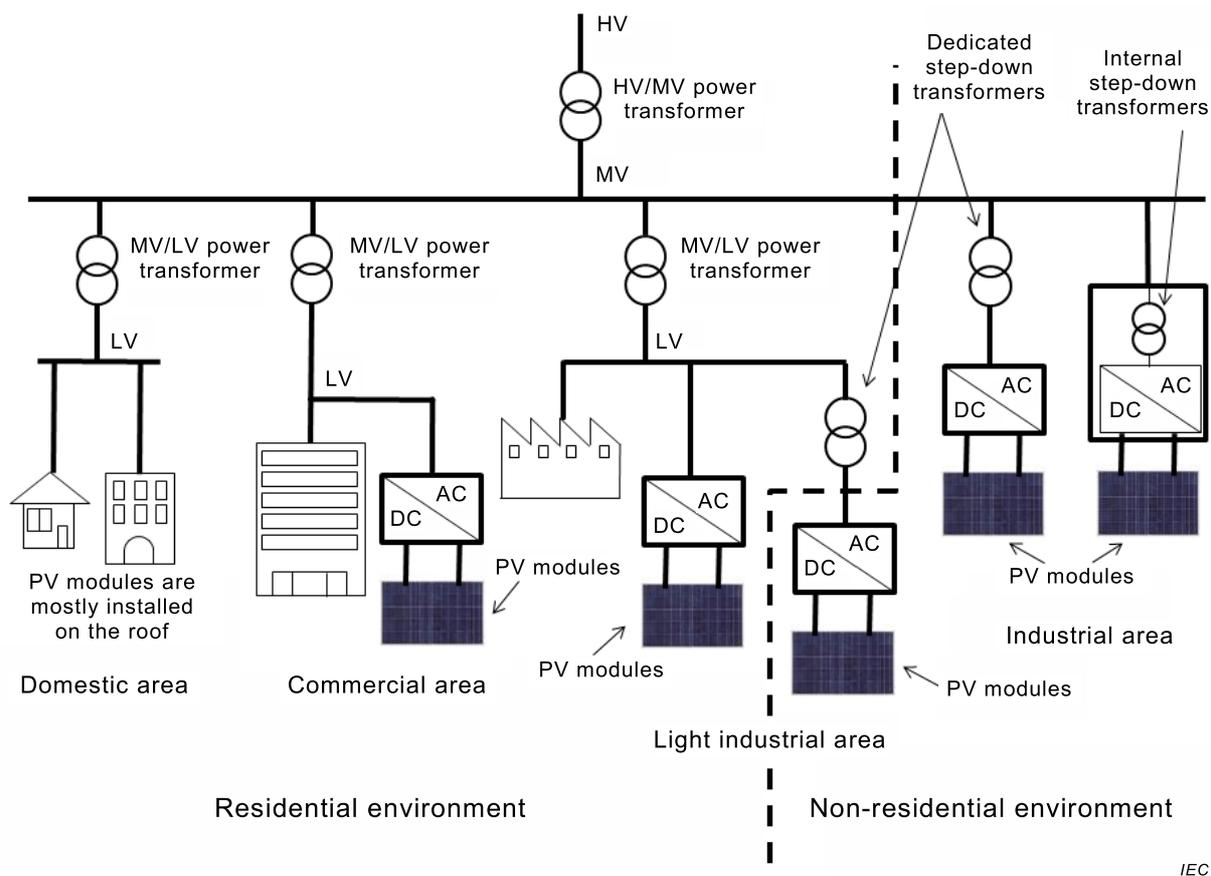
artificial network used for defined termination of the EUT's port under test also providing the necessary decoupling from conducted disturbances originating from the laboratory low voltage DC power source

## **4 Classification of PCE**

### **4.1 Category of environment**

In consideration of the intended use of PCE in environments and the definition of environment in the generic EMC standards, for simplicity only two categories are defined in this document for both emission and immunity requirements; these are residential and non-residential environments.

Figure 2 shows examples of installation of PV systems in both environments. The appropriate category of environment should be confirmed according to the definition of each environment.



IEC

**Figure 2 – Examples of installation of PV systems in both environments**

#### 4.2 Division into classes

In order to harmonize with basic, generic and product family standards, this document defines two classes of equipment in accordance with the category of environment, class A and class B as follows.

- Class A PCE is suitable for use in non-residential environments.
- Class A PCE shall meet class A requirements.
- Class B PCE is suitable for use in the residential environments.
- Class B PCE shall meet class B requirements.

PCE may fulfil the requirement of both classes. Such PCE can be classified as A and B and is suitable for use in both environments.

#### 4.3 Information for users

The manufacturer and/or supplier of PCE shall ensure that the user is informed of the class either by labelling or by the accompanying documentation.

PCE not suitable for residential environments shall include the following caution in an instruction manual.

Caution: This PCE is not intended for use in a residential environment, and this PCE may cause radio interference, in which case the user may be required to take additional mitigation measures against electromagnetic interference.

## 5 Test setup for type test

### 5.1 General

Emission and immunity testing of PCE can be conducted with or without solar photovoltaic modules. However, only the PCE is subject to testing, and therefore the test may be conducted without solar photovoltaic modules. In order to realize reproducibility, an appropriate alternative DC power source to the solar photovoltaic modules is required so that continuous and stable DC voltage and power for the PCE can be supplied during testing. In addition, the alternative DC sources shall be designed in such a manner that harmonics and electromagnetic disturbance from the DC sources do not influence test results.

Similarly, an appropriate alternative AC power source should be used so that continuous and stable AC voltage and frequency for the PCE can be supplied during testing. Harmonics and electromagnetic disturbance generated by the AC power source shall not influence test results.

The alternative DC power source and AC power source are connected to the DC power port and the AC mains power port. Auxiliary power ports, if any, and if necessary to operate the PCE as intended, shall be connected to each power source during testing.

### 5.2 Configuration of test setups

#### 5.2.1 General

The PCE shall be placed under a condition close to an actual installation condition during testing for immunity and emission requirements. Cable arrangement shall be conducted by following installation manuals provided by manufacturers. Except at manufacturer's designation which specifies mounting of covers and access panels during testing, those covers and access panels shall be mounted under a condition close to an actual mounting condition. This does not apply when power to PCE is not applied.

The basic standards define test setups. Hence, this document supplements the basic standards and provides descriptions regarding testing arrangement for wall-mounted PCE in Annex A.

Micro inverters can be dealt with as wall-mounted PCE for EMC requirements only. Configuration examples of test setup for wall-mounted PCE can be applied to a type test for micro inverters.

The DC power ports of the PCE shall be connected to a suitable DC power source. The DC voltage of this power source shall be adjustable to provide a voltage level within the rated operation range for the respective type of PCE. A dedicated DC power source in the test laboratories, sets of batteries or also other DC energy sources such as fuel cell modules can be used, provided that they allow for continuous and stable voltage and current and other conditions necessary for PCE within rated operating conditions during testing.

Where the PCE is furnished with more than one DC power port, only the required number of DC power ports should be connected to the DC power sources. All other DC power ports not used during testing shall be terminated with an appropriate treatment according to basic and product family standards, such as a 150  $\Omega$  common mode termination impedance. Multiple ports connected electrically in parallel are considered to represent a single port only.

The AC mains power ports of the PCE shall be connected to the AC mains network or a dedicated AC power source installed in the test laboratories. Installation of resistive loads in parallel with the PCE is recommended where national law or regulations restrict or prohibit feeding power into the AC mains network or where power flow into the dedicated AC power source should be prevented due to technical reasons of the test room. It is recommended that a voltage adjustment means is provided where the PCE is connected to the AC mains network.

Installation of EMI filters and power transformers between the PCE and power sources is optional. Where the EMI filters and power transformers are installed, they shall not affect the operation of the PCE, and the type and specifications of EMI filters and power transformers shall be recorded in a test report.

## **5.2.2 Setups for immunity requirement test**

### **5.2.2.1 Electrostatic discharge**

Detailed instructions regarding test equipment, test procedure and typical waveform of the discharge current are given in IEC 61000-4-2. A configuration example of a test setup for wall-mounted PCE is given in A.2.1.

Specifications of a test setup for post-installation tests performed on the PCE in the final installation are given in IEC 61000-4-2.

### **5.2.2.2 Radiated disturbances**

Detailed instruction regarding test equipment, calibration method and test procedure are given in IEC 61000-4-3. A configuration example of a test setup for wall-mounted PCE is given in Annex A.2.2.

### **5.2.2.3 Electrical fast transient/burst**

Detailed instruction regarding test equipment, test procedure and typical test voltage waveform of the discharge current are given in IEC 61000-4-4. A configuration example of a test setup for wall-mounted PCE is given in A.2.3.

Due to the restriction of the rated current capacity of a coupling/decoupling network (CDN), series connection of CDN may not be available. In this case, D.2.1 gives an alternative test method. Figure D.1 shows an example setup of an alternative EFT/burst immunity test for AC mains power ports of high power PCE.

### **5.2.2.4 Surge**

Detailed instruction regarding test equipment and test procedure are given in IEC 61000-4-5. A configuration example of a test setup for wall-mounted PCE is given in A.2.4. If a suitable coupling/decoupling network is not technically available for AC mains or DC power ports of high-power PCE due to the restriction of the rated current capacity of CDN, alternative methods may be used. An example of an alternative coupling/decoupling network for AC mains power ports is given in D.2.2.

### **5.2.2.5 Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields**

Detailed instruction regarding test equipment and test method are given in IEC 61000-4-6. A configuration example of a test setup for wall-mounted PCE is shown in A.2.5.

If CDN described in Annex D of IEC 61000-4-6:2013 are not technically available to use as decoupling device due to high power at the AC mains power ports of PCE, alternative method may be used. One method is parallel connection of CDNs as coupling devices to inject conducted disturbances to the ports. An example of parallel connection of the CDN for AC power ports is described in D.2.3.

### **5.2.2.6 Voltage dips and interruption**

Detailed instruction regarding test equipment and test method are given in IEC 61000-4-11 or IEC 61000-4-34. A configuration example of a test setup for voltage dips, short interruption and voltage variations immunity tests is also given in IEC 61000-4-11 or IEC 61000-4-34. An example of a test setup for wall-mounted PCE is shown in A.2.6.

### **5.2.3 Setups for low frequency emission requirement test**

#### **5.2.3.1 Harmonics**

Harmonics at AC mains power ports shall be assessed according to IEC 61000-3-2 or IEC 61000-3-12. If auxiliary AC power ports are connected to a public low voltage AC mains power distribution network or other low voltage AC mains installation, the auxiliary AC power shall be also assessed according to IEC 61000-3-2 or IEC 61000-3-12. The requirements for measurement equipment are defined in IEC 61000-4-7. Examples of measurement circuit for harmonic currents are illustrated in B.2.1.

#### **5.2.3.2 Voltage fluctuations and flicker**

Voltage fluctuations and flicker at AC mains power ports shall be assessed according to IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11. If auxiliary AC power ports are connected to a public low voltage AC mains power distribution network or other low voltage AC mains installation, the auxiliary AC power shall be also assessed according to IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11. Examples of test circuit are given in B.2.2.

### **5.2.4 Setups for high frequency emission requirement test**

#### **5.2.4.1 Conducted disturbances**

Measurement of conducted disturbances at low voltage AC power ports and low voltage DC power ports shall be carried out according to 8.2.2 of CISPR 11:2015. Auxiliary low voltage AC power ports shall be measured using an artificial mains network as specified in CISPR 16-1-2. Auxiliary low voltage DC power ports shall be measured using an artificial mains delta-network specified in 4.7 of CISPR 16-1-2:2014 or a DC artificial network (DC-AN) specified in Annex I of CISPR 11:2015. Figure C.1 and Figure C.2 show configuration examples of a test setup for conducted disturbance measurement with the normal use of artificial networks.

If suitable artificial networks are not technically available for conducted disturbances measurement at the power ports of the PCE with the artificial networks connected to the power ports in series due to the restriction of the rated current capacity of the artificial networks, an alternative test method can be applied. D.2.4 describes an alternative test method which applies the use of artificial networks as voltage probes.

Several configuration examples of a test setup for wall-mounted PCE are shown in Figure A.10, Figure A.11 and Figure A.12.

Measurement of conducted disturbances at signal and control ports shall be carried out according to Table A.10 of CISPR 32:2015. Measurement arrangement is described in C.4.1.1 and Annex D of CISPR 32:2015. Asymmetric artificial networks or current probes shall be used to measure asymmetric mode conducted emissions at the signal and control ports.

#### **5.2.4.2 Radiated disturbances**

The radiated high frequency emission test can be conducted in a semi anechoic chamber or an open area test site. As specified in CISPR 11:2015, class A PCE equipment can be measured at a distance of 3 m, 10 m or 30 m, and class B PCE at a distance of 3 m or 10 m. Measurement of radiated disturbances with a separation distance of 3 m is allowed only for PCE which complies with the definition given in 3.16. Examples of a typical setup for table-top and floor standing PCE are illustrated in 7.5.1 of CISPR 11:2015/CISPR 11:2015/AMD1:2016. A configuration example of a test setup for radiated disturbances measurement for wall-mounted PCE is given in A.3.2.

## **6 Operating conditions during testing**

### **6.1 General**

This document defines two operating modes for compliance testing, as follows.

**Standby mode:** The PCE is connected to the AC mains and is energized but does not generate or feed power into the AC mains. The voltage level at the DC power ports need not to be within the rated operation range.

**Operating mode:** The PCE is operated at an operation point for which the PCE feeds power into the AC mains. The voltage level at the DC power ports shall be within the rated operation range.

### **6.2 Operating conditions for immunity requirement test**

The immunity test shall be carried out within the normal operating range specified by the manufacturer.

The electrostatic discharge immunity test shall be conducted under the operating conditions for the PCE in standby mode and operating mode. The PCE shall be continually operated at its most sensitive operating point which is specified by the manufacturer or shall be determined by preliminary testing.

The radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test, electrical fast transient/burst immunity test and surge immunity test shall be conducted in operating mode.

The surge test should be conducted in the standby mode with relays opened. In case that relays are installed on AC and/or DC sides, a state with relays opened may be the worst case for surge immunity because loads and/or sources are missing.

The immunity test to conducted disturbances induced by radio-frequency fields as well as voltage dips and voltage interruption shall also be conducted in operating mode. During testing, it is recommended that the PCE is operated at the maximum feeding power to AC mains. If the maximum feeding power is not technically available due to the restriction of power capacity and DC voltage level of power supply and test equipment in the laboratory, it may be necessary to conduct some investigatory testing to adjust the feeding power of the PCE and DC voltage level at the DC power ports.

### **6.3 Operating conditions for low frequency emission requirement test**

The low frequency emission test shall be carried out under the normal operating condition specified by the manufacturer.

Measurements of Harmonics currents, voltage fluctuations and flicker shall be conducted in operating mode. Testing shall be conducted at 25 %, 50 % and 100 % of nominal power. Tolerance of nominal power shall be within 5 %.

For low frequency emissions, the power factor should be considered.

### **6.4 Operating conditions for high frequency emission requirement test**

The operating conditions for the high frequency emission test shall be adjusted so as to maximize the emission level under the normal operating conditions provided in the operating manual of the equipment unless any specific operating condition for the test is specified by the manufacturer.

NOTE The highest and the lowest voltage levels at the DC power ports when the PCE feeds the rated power are the typical worst case operation point regarding high frequency emissions.

During testing, it is recommended that the PCE is operated at the maximum feeding power to AC mains. If the maximum feeding power is not technically available due to the restriction of power capacity and DC voltage level of test equipment such as power supplies in laboratories, it may be necessary to adjust the feeding power of the PCE and DC voltage level at the DC power ports for investigatory testing.

## **7 Immunity requirements**

### **7.1 Requirements**

The immunity requirements in Table 1 shall be applied to class B PCE. Table 2 shows immunity requirements applied to class A PCE.

**Table 1 – Immunity requirements for class B PCE**

Port	Phenomenon	Reference standard for test method	Test level	Performance criteria
Enclosure	Electrostatic discharge (ESD)	IEC 61000-4-2	±4 kV contact discharge ±8 kV air discharge	B
	Radiated, radio-frequency, electromagnetic fields	IEC 61000-4-3	80 MHz to 1 000 MHz 3 V/m 80 % AM (1 kHz)	A
	Radiated, radio-frequency, electromagnetic fields	IEC 61000-4-3	1,4 GHz to 6 GHz 3 V/m 80 % AM (1 kHz)	A
AC power	Electrical fast transient/burst	IEC 61000-4-4	±1 kV 5 kHz or 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Surge	IEC 61000-4-5	±1 kV (line to line) ±2 kV (line to earth)	B
	Conducted disturbances induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	0,15 MHz to 80 MHz 3 V 80 % AM (1 kHz)	A
DC power	Electrical fast transient/burst	IEC 61000-4-4	±0,5 kV 5 kHz or 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Surge <sup>c</sup>	IEC 61000-4-5	±0,5 kV (line to line) ±1 kV (line to earth)	B
	Conducted disturbances induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	0,15 MHz to 80 MHz 3 V 80 % AM (1kHz)	A
Signal and control (wired network)	Electrical fast transient/burst <sup>b</sup>	IEC 61000-4-4	±0,5 kV 5 kHz or 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Conducted disturbances induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	0,15 MHz to 80 MHz 3 V 80 % AM (1 kHz)	A

<sup>a</sup> The test may be performed at one or at both repetition frequencies. The use of 5 kHz repetition frequency is traditional; however, 100 kHz is closer to reality.

<sup>b</sup> Applicable only to ports or interfaces with cables whose total length may exceed 3 m according to the manufacturer's functional specification.

<sup>c</sup> Applicable only to ports with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 30 m. In the case of shielded cable, a direct coupling to the shield is applied. This immunity requirement does not apply to field bus or other signal interfaces where the use of surge protection devices is not practical for technical reasons. The test is not required where normal functioning cannot be achieved because of the impact of the CDN on the PCE even if an alternative test method shown in D.2.2 is applied.

**Table 2 – Immunity requirements for class A PCE**

Port	Phenomenon	Reference standard for test method	Test level	Performance criteria
Enclosure	Electrostatic discharge (ESD)	IEC 61000-4-2	±4 kV contact discharge ±8 kV air discharge	B
	Radiated, radio-frequency, electromagnetic fields	IEC 61000-4-3	80 MHz to 1 000 MHz 10 V/m 80 % AM (1 kHz)	A
	Radiated, radio-frequency, electromagnetic fields	IEC 61000-4-3	1,4 GHz to 6 GHz 3 V/m 80 % AM (1 kHz)	A
AC power	Electrical fast transient/burst <sup>b</sup>	IEC 61000-4-4	±2 kV 5 kHz or 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Surge <sup>b</sup>	IEC 61000-4-5	±1 kV (line to line) ±2 kV (line to earth)	B
	Conducted disturbances induced by radio-frequency fields <sup>b</sup>	IEC 61000-4-6	0,15 MHz to 80 MHz 10 V 80 % AM (1 kHz)	A
DC power	Electrical fast transient/burst	IEC 61000-4-4	±1 kV 5 kHz or 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Surge <sup>d</sup>	IEC 61000-4-5	±0,5 kV (line to line) ±1 kV (line to earth)	B
	Conducted disturbances induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	0,15 MHz to 80 MHz 10 V 80 % AM (1 kHz)	A
Signal and control (wired network)	Electrical fast transient/burst <sup>c</sup>	IEC 61000-4-4	±1 kV 5 kHz or 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Surge <sup>d</sup>	IEC 61000-4-5	±1 kV (line to earth)	B
	Conducted disturbances induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	0,15 MHz to 80 MHz 10 V 80 % AM (1 kHz)	A
<p><sup>a</sup> The test may be performed at one or at both repetition frequencies. The use of 5 kHz repetition frequency is traditional; however, 100 kHz is closer to reality.</p> <p><sup>b</sup> PCE-MV may be tested on the LV side in case that test equipment is not applicable to MV side.</p> <p><sup>c</sup> Applicable only to ports or interfaces with cables whose total length may exceed 3 m according to the manufacturer's functional specification.</p> <p><sup>d</sup> Applicable only to ports with cables whose total length according to the manufacturer's functional specification may exceed 30 m. In the case of shielded cable, a direct coupling to the shield is applied. This immunity requirement does not apply to field bus or other signal interfaces where the use of surge protection devices is not practical for technical reasons. The test is not required where normal functioning cannot be achieved because of the impact of the CDN on the PCE even if an alternative test method shown in D.2.2 is applied.</p>				

In some countries, immunity requirements against voltage dips and interruption are specified with their own grid codes. Those requirements may have to be applied to comply with national

regulations or contractual agreement between manufacturers and operators of AC mains networks. When those requirements are applied, immunity requirements against voltage dips and interruption which are specified in IEC 61000 (all parts) may be omitted.

If immunity requirements against voltage dips and interruption are required as EMC requirements, appropriate standards and immunity levels given in Table 3 for PCE intended for use in residential environments and Table 4 for use in environments other than residential shall be applied.

**Table 3 – Voltage dips and interruption immunity requirements for class B PCE**

Port	Phenomenon	Reference standard for test method	Test level	Performance criteria
AC power	Voltage dips	IEC 61000-4-11 (up to 16 A)  IEC 61000-4-34 (over 16 A)	0 %, 0,5 cycle  0 %, 1 cycle  70 %, 25/30 cycles at 50/60 Hz  (% residual voltage)	B  B  C
	Voltage interruption		0%, 250/300 cycles at 50/60 Hz  (% residual voltage)	C

**Table 4 – Voltage dips and interruption immunity requirements for class A PCE**

Port	Phenomenon	Reference standard for test method	Test level	Performance criteria
AC power	Voltage dips <sup>a</sup>	IEC 61000-4-11 (up to 16 A)  IEC 61000-4-34 (over 16 A)	0 %, 1 cycle  40 %, 10/12 cycles at 50/60 Hz  70 %, 25/30 cycles at 50/60 Hz  (% residual voltage)	B  C  C
	Voltage interruption <sup>a</sup>		0 %, 250/300 cycles at 50/60 Hz  (% residual voltage)	C

<sup>a</sup> This requirement is not applicable for PCE-MV.

## 7.2 Performance criteria

The performance criteria are given in Table 5. A precise description and definition of performance criterion shall be provided by the manufacturer and noted in the test report based on the following criteria.

**Table 5 – Performance criteria for immunity tests**

Item	Criterion A	Criterion B	Criterion C
Operating status	No noticeable change of the operating status. Operating as intended.	Noticeable changes of the operating characteristic. Self-recoverable	Shutdown, changes in operating status. Triggering of protective devices. Not self-recoverable
Power output	Power output permitted to vary only within $\pm 25\%$ .	Power output permitted to temporarily vary outside $\pm 25\%$ Self-recoverable	Loss of power output. Not self-recoverable
External and internal indications and metering	No noticeable change of the operating status.	Changes only during test	Shutdown, triggering of protective devices. Not self-recoverable
Control signal to external devices	Undisturbed communication and data exchange to external devices	Temporarily disturbed communication, but no error reports of the internal or external devices which could cause shut-down	Errors in communication, loss of data and information. No loss of stored program, no loss of user program. Not self-recoverable

## 8 Emission requirements

### 8.1 Low frequency

The low frequency emission test shall be carried out only for the AC mains power ports of PCE connected to low voltage power networks. The following requirement is not applicable for PCE-MV.

The low frequency emission test shall be applied to any AC power ports including auxiliary AC power ports which are connected to a public low voltage AC mains power distribution network or other low voltage AC mains installation.

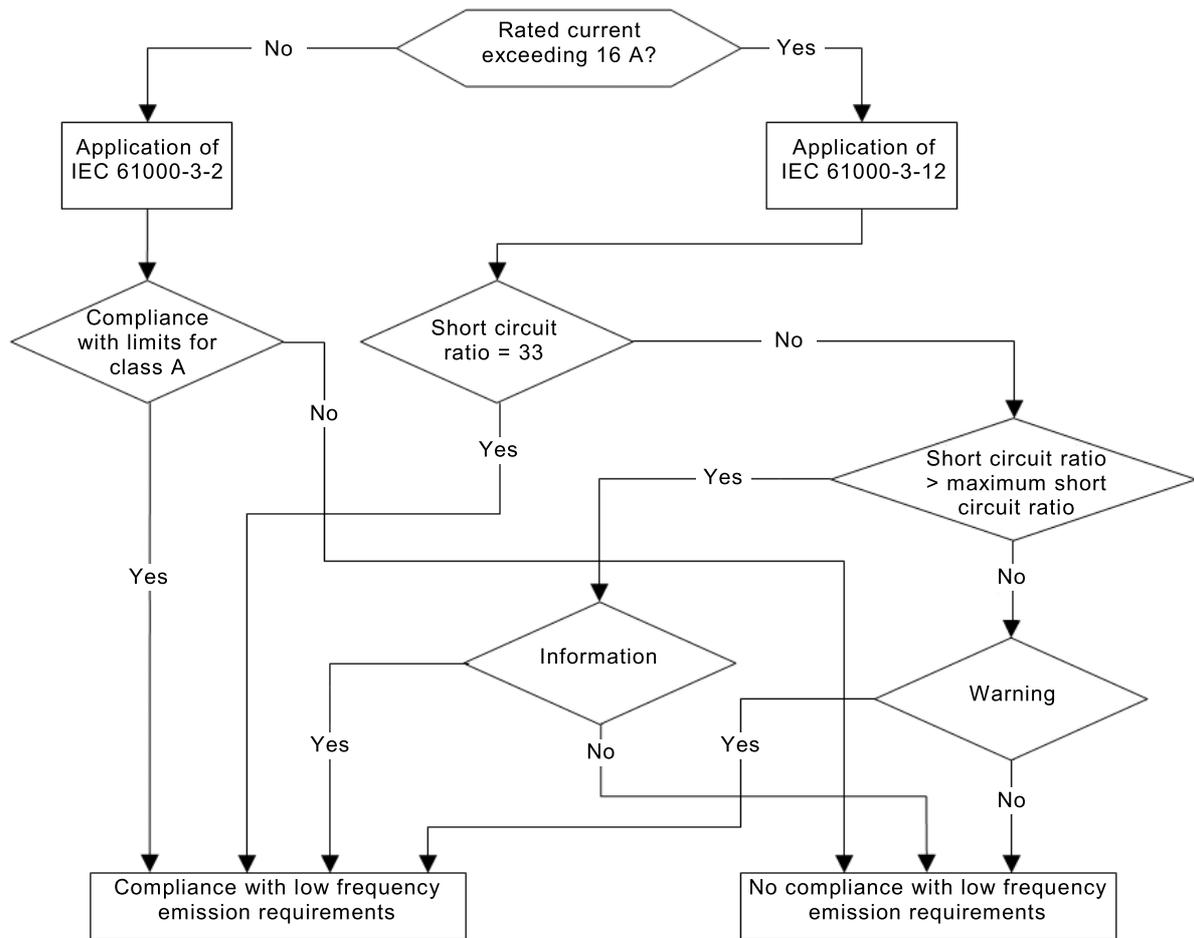
IEC 61000-3-2 can be applied to products up to 16 A and IEC 61000-3-12 to products up to 75 A.

For products over 75 A, it is recommended to take advice from distribution network operators (DNOs) for the appropriate harmonics level. For industrial or private location, levels need to be set at the installation level by taking into account the local DNO's information. See IEC TR 61000-3-6 installation limits for high power products connected to MV and HV networks, and IEC 61000-3-14 for high power products connected to LV networks.

A flow chart showing the evaluation and test procedures for the assessment of harmonics is given in Figure 3.

IEC 61000-3-3 is applied for LV PCE up to 16 A, and IEC 61000-3-11 up to 75 A, with the limit for Pst (short time flicker) equal to 1,0 for generators exporting energy to power supply system. For PCE over 75 A, it is recommended to use IEC 61000-3-11 for test method. Without limits, datasheet should be produced by manufacturers to DNOs to demonstrate the performance of PCE.

A flow chart showing the evaluation and test procedures for the assessment of voltage fluctuation and flicker is given in Figure 4.



IEC

Figure 3 – Overview of harmonic requirements up to 75 A

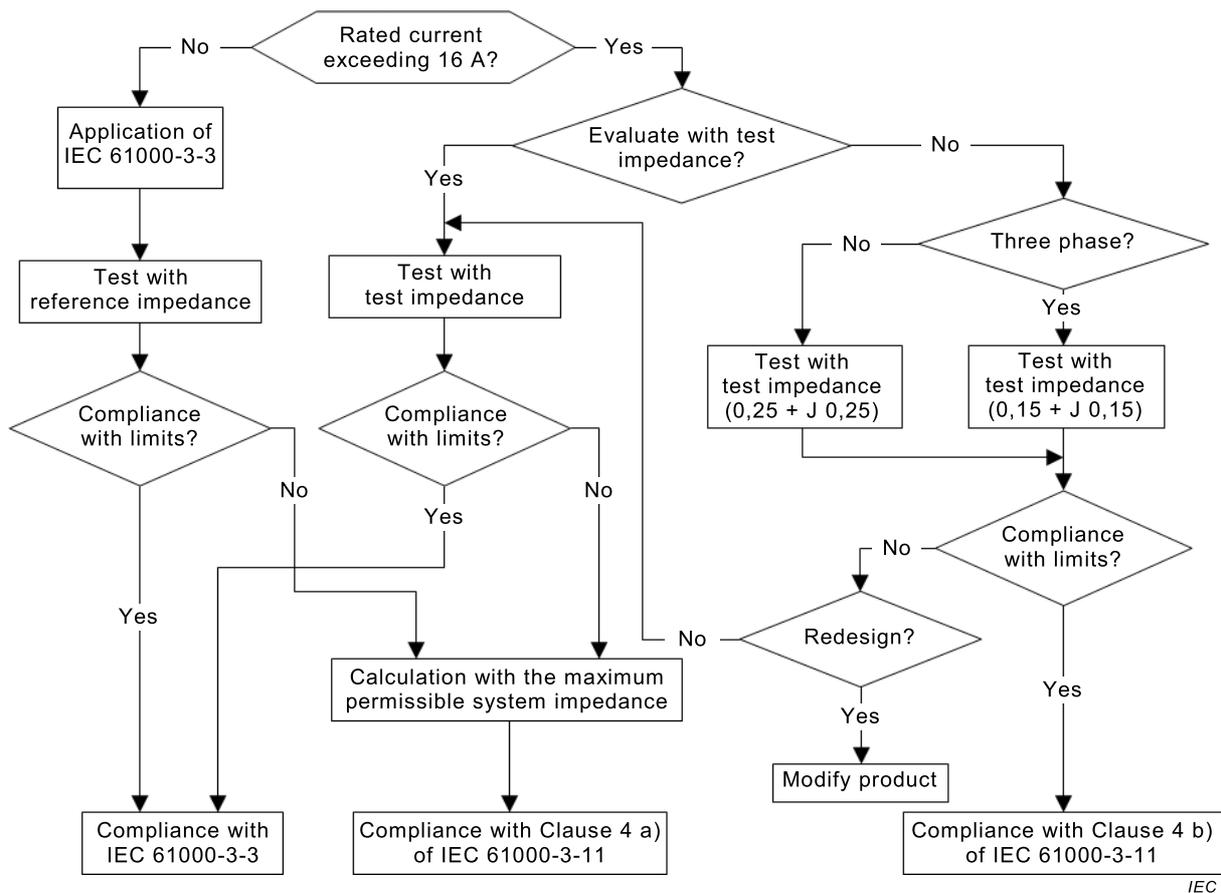


Figure 4 – Overview of voltage change requirements up to 75 A

## 8.2 High frequency

### 8.2.1 Conducted emission

#### 8.2.1.1 General

The measurement equipment for conformance testing shall be artificial networks (see CISPR 16-1-2 and CISPR 11). A high impedance voltage probe can be applied to preliminary testing so that the artificial networks can be protected against excessive disturbance voltage.

NOTE Application of the high-impedance voltage probe causes low longitudinal conversion loss (LCL) and can increase the level of disturbance voltage.

#### 8.2.1.2 Disturbance voltage limits at the AC power port

Limits for the disturbance voltage at the AC mains power port in the frequency range 150 kHz to 30 MHz for PCE measured on a test site are given in Table 6 and Table 7. Table 6 is for class A PCE, and Table 7 is for class B.

Limits for the disturbance voltage at the auxiliary AC power port are provided in Table 6 and Table 7. Selection of the appropriate set of limits at each auxiliary AC power port shall be based on the rated AC power stated by the manufacturer.

**Table 6 – Disturbance voltage limits at the AC mains power port for class A PCE measured on a test site**

Frequency range MHz	Rated power of ≤ 20 kVA		Rated power of > 20 kVA <sup>a</sup>		High power electronic systems and equipment, rated power of > 75 kVA <sup>b</sup>	
	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,15 to 0,50	79	66	100	90	130	120
0,50 to 5	73	60	86	76	125	115
5 to 30	73	60	90 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 73	80 60	115	105

At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.

For class A PCE intended to be connected solely to isolated neutral or high impedance earthed (IT) industrial power distribution networks (see IEC 60364-1), the limits for equipment with a rated power > 75 kVA can be applied.

Limits only apply to low voltage AC mains power ports.

Selection of the appropriate set of limits shall be based on the rated AC power stated by the manufacturer.

<sup>a</sup> These limits apply to equipment with a rated power > 20 kVA and intended to be connected to a dedicated power transformer or generator, and which is not connected to low voltage (LV) overhead power lines. For PCE not intended to be connected to a user specific power transformer, the limits for ≤ 20 kVA apply. The manufacturer, and/or supplier shall provide information on installation measures that can be used to reduce emissions from the installed PCE. In particular it shall be indicated that this PCE is intended to be connected to a dedicated power transformer or generator and not to LV overhead power lines.

<sup>b</sup> These limits apply only to high power electronic systems and equipment with a rated power greater than 75 kVA when intended to be installed as follows:

- installation is supplied from a dedicated power transformer or generator, and which is not connected to LV overhead power lines;
- installation is physically separated from residential environments by distance greater than 30 m or by a structure which acts as a barrier to radiated phenomena;
- the manufacturer and/or supplier shall indicate that this equipment meets the disturbance voltage limits for high power electronic systems and equipment of rated input power > 75 kVA and provide information on installation measures to be applied by the installer. In particular, it shall be indicated that this PCE is intended to be used in an installation which is powered by a dedicated power transformer or generator and not by LV overhead power lines.

NOTE A rated input or output power of 20 kVA corresponds for example to a current of approximately 29 A per phase in case of 400 V three-phase power supply networks, and to a current of approximately 58 A per phase in case of 200 V three phase power supply networks.

**Table 7 – Disturbance voltage limits at the AC mains power port for class B PCE measured on a test site**

Frequency range MHz	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,15 to 0,50	66 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 56	56 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 46
0,50 to 5	56	46
5 to 30	60	50

At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.

### 8.2.1.3 Disturbance voltage limits at the DC power port

Limits for the disturbance voltage at the DC power port in the frequency range 150 kHz to 30 MHz for PCE measured on a test site are given in Table 8 and Table 9. Table 8 is for class A PCE, and Table 9 for class B.

Limits for the disturbance voltage at the auxiliary DC power port are provided in Table 8 and Table 9. Selection of the appropriate set of limits at each auxiliary DC power port shall be based on the rated AC power stated by the manufacturer.

**Table 8 – Disturbance limits at the DC power port for class A PCE measured on a test site**

Frequency range MHz	Rated power of ≤ 20 kVA		Rated power of > 20 kVA to ≤ 75 kVA		Rated power of > 75 kVA	
	Voltage limits		Voltage limits		Voltage limits	
	QP dB(μV)	AV dB(μV)	QP dB(μV)	AV dB(μV)	QP dB(μV)	AV dB(μV)
0,15 to 5	97 to 89	84 to 76	116 to 106	106 to 96	132 to 122	122 to 112
5 to 30	89	76	106 to 89	96 to 76	122 to 105	112 to 92

In certain frequency ranges, the limits in this table decrease linearly with logarithm of frequency.  
Selection of the appropriate set of limits shall be based on the rated AC power stated by the manufacturer.

**Table 9 – Disturbance limits at the DC power port for class B PCE measured on a test site**

Frequency range MHz	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,15 to 0,50	84 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 74	74 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 64
0,50 to 30	74	64

The limits in this table may be subject to change in the next edition of this document when further experience has been gathered and investigations in modelling are concluded.

### 8.2.1.4 Disturbance voltage limits at the wired network port and the signal and control port

Limits for the disturbance voltage at the wired network port in the frequency range 150 kHz to 30 MHz for PCE measured on a test site are given in Table 10 and Table 11. Table 10 is for class A PCE, Table 11 for class B PCE. The single and control port shall be measured if the length of cable connected to the signal and control port is more than 30 m, and measurement results shall be assessed with Table 10 and Table 11.

**Table 10 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at the wired port for class A PCE**

Frequency range MHz	Quasi-peak dB( $\mu$ V) / dB( $\mu$ A)	Average dB( $\mu$ V) / dB( $\mu$ A)
0,15 to 0,50	97 / 53 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 87 / 43	84 / 40 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 74 / 30
0,50 to 30	87 / 43	74 / 30

**Table 11 – Limits of conducted common mode (asymmetric mode) disturbance at the wired port for class B PCE**

Frequency range MHz	Quasi-peak dB( $\mu$ V) / dB( $\mu$ A)	Average dB( $\mu$ V) / dB( $\mu$ A)
0,15 to 0,50	84 / 40 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 74 / 30	74 / 30 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 64 / 20
0,50 to 30	74 / 30	64 / 20

## 8.2.2 Radiated emission

Measurements shall be made in accordance with CISPR 11 using test equipment referenced in CISPR 11 as appropriate. Limits for electromagnetic radiation disturbance for PCE measured on a test site are given in Table 12 and Table 13. Table 12 is for class A PCE, and Table 13 is for class B

**Table 12 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A PCE measured on a test site**

Frequency range MHz	10 m measuring distance rated power of		3 m measuring distance <sup>b</sup> rated power of	
	$\leq 20$ kVA <sup>c</sup>	$> 20$ kVA <sup>a, c</sup>	$\leq 20$ kVA <sup>c</sup>	$> 20$ kVA <sup>a, c</sup>
	Quasi-peak dB( $\mu$ V/m)	Quasi-peak dB( $\mu$ V/m)	Quasi-peak dB( $\mu$ V/m)	Quasi-peak dB( $\mu$ V/m)
30 to 230	40	50	50	60
230 to 1 000	47	50	57	60

On a test site, class A equipment can be measured at a nominal distance of 3 m, 10 m or 30 m. A measuring distance less than 10 m is allowed only for equipment which complies with the definition given in 3.16. In case of measurements at a separation distance of 30 m, an inverse proportionality factor of 20 dB per decade shall be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance.

At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.

<sup>a</sup> These limits apply to equipment with a rated power of  $> 20$  kVA and intended to be used at locations where there is a distance greater than 30 m between the equipment and third party sensitive radio communications. The manufacturer shall indicate in the technical documentation that this equipment is intended to be used at locations where the separation distance to third party sensitive radio services is  $> 30$  m. If these conditions are not met, then the limits for  $\leq 20$  kVA apply.

<sup>b</sup> The 3 m separation distance applies only to small equipment meeting the size criterion defined in 3.16.

<sup>c</sup> Selection of the appropriate set of limits shall be based on the rated AC power stated by the manufacturer.

**Table 13 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B PCE measured on a test site**

Frequency range MHz	10 m measuring distance	3 m measuring distance <sup>a</sup>
	Quasi-peak dB(µV/m)	Quasi-peak dB(µV/m)
30 to 230	30	40
230 to 1 000	37	47
On a test site, class B equipment can be measured at a nominal distance of 3 m or 10 m. At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.		
<sup>a</sup> The 3 m separation distance applies only to small equipment meeting the size criterion defined in 3.16.		

## 9 Test results and test report

The test results shall be documented in a comprehensive test report with sufficient detail to enable test repeatability. The report shall give sufficient product identification and test data. It shall clearly, unambiguously and objectively present all relevant information of the tests such as operation conditions, cable length, and earth connection.

A description of the test set-up, including test equipment and cable layout during the test shall be given. A detailed definition of and a justification for the chosen acceptance criteria shall be provided by the manufacturer and noted in the test report. The report shall give the actual measured values for each test and relate them to the limit values.

The tests shall be carried out individually as single tests. The tests may be performed in any order. Identical units may be used for testing in parallel, and this information shall be recorded in the test report.

## **Annex A** (informative)

### **Configuration examples of test setups**

#### **A.1 General**

To ensure reproducibility, test setups shall be fully described in a test report. Some basic standards recommend that the test report shall contain information such as drawings and/or pictures of test setups. Examples of setups can be useful reference information for the test report.

The basic standards provide typical test setups for table-top and floor-standing equipment. Annex A provides configuration examples of test setups for wall-mounted PCE.

#### **A.2 Setups for immunity requirement test**

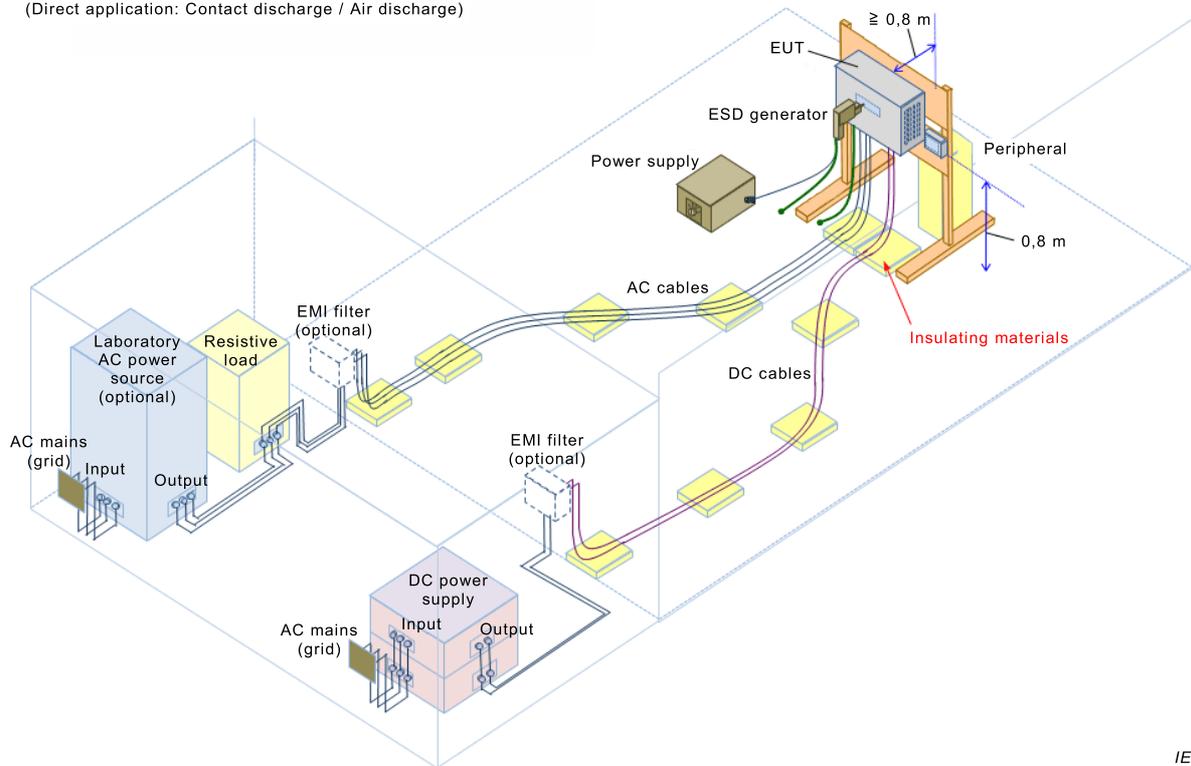
##### **A.2.1 Electrostatic discharge**

For wall-mounted PCE, an example of the test setup for direct application of discharges is given in Figure A.1, and one for indirect application of discharges in Figure A.2. The PCE should be mounted on an insulating support at a height of 0,8 m above the ground reference plane in the same way that the PCE should be mounted in accordance with the manufacturer's instructions manual of installation. A wooden rack can be used to mount the PCE as shown in Figure A.1 and Figure A.2. A distance of not less than 0,8 m between the PCE and the wall of a test room and between the PCE and any other metallic structure should be maintained. The PCE should be grounded in accordance with its installation manual. No additional grounding connections are allowed. Where the test is carried out in the test room, the ground reference plane should be placed on the floor of the test room.

If the supporting material of wall-mounted PCE is placed on a metal ground plane, a horizontal coupling plane as specified in IEC 61000-4-2 is not required.

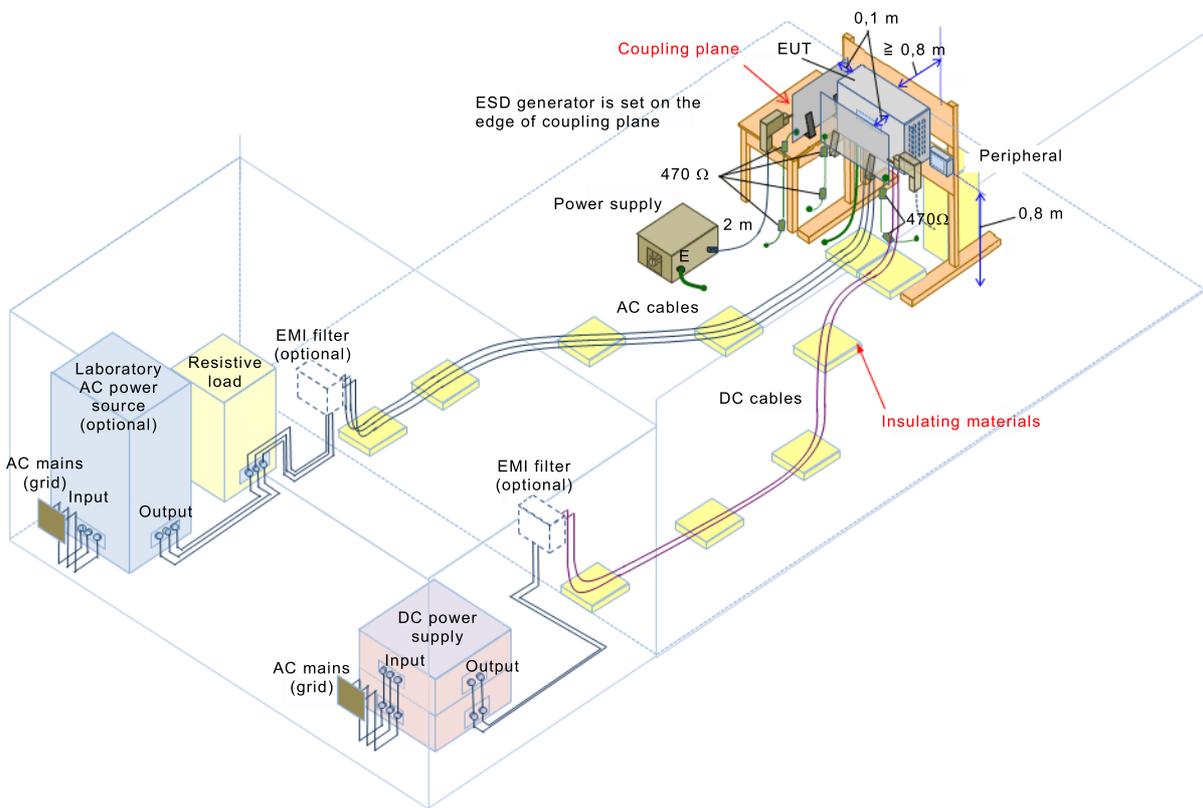
When peripherals are tested and are connected to the PCE with power or signal cables, those peripherals and cables should be placed at a height of 0,8 m above the ground reference plane. Wooden materials or other insulating materials can be used to support these peripherals and cables to ensure achievement of the required height. The peripherals and cables should be placed and connected to meet their functional requirements in accordance with their installation specifications.

(Setup and wiring)  
IEC 61000-4-2  
Electrical discharge immunity test  
(Direct application: Contact discharge / Air discharge)



IEC

Figure A.1 – Example of a test setup for direct application of discharges to PCE



IEC

Figure A.2 – Example of a test setup for indirect application of discharges to PCE

### **A.2.2 Radiated disturbances**

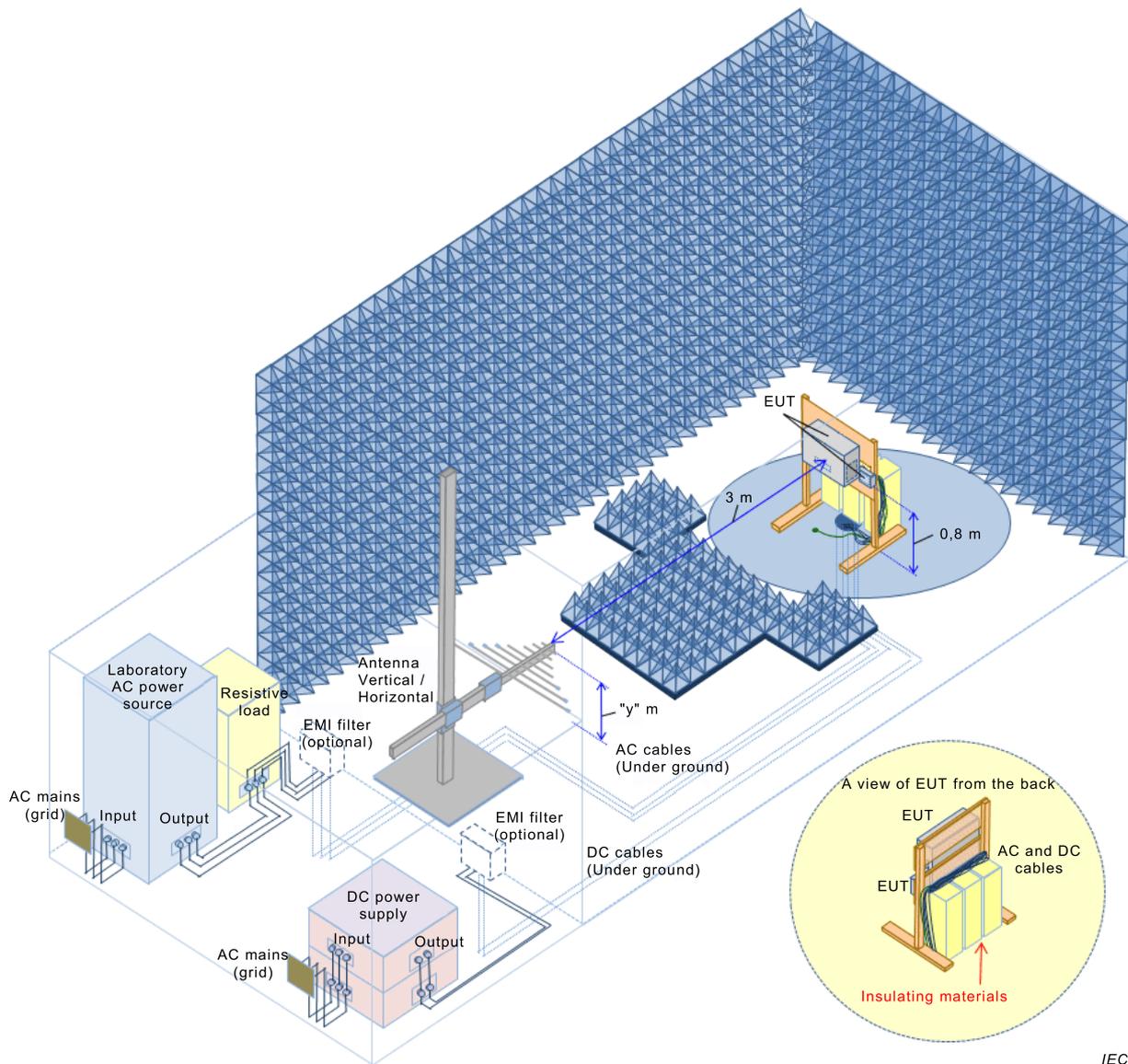
Figure A.3 shows an example of a test setup for wall-mounted PCE. The PCE should be mounted on an insulating support at a height of 0,8 m above the ground reference plane in the same way that the PCE is mounted in accordance with the manufacturer's instructions of installation. A wooden rack can be used to mount the PCE.

The PCE is initially placed with one face coincident with a calibrated uniform field area. The test should be performed with the generating antenna facing four azimuths such as the front (0°), the back (180°), the right side (90°) and the left side (270°) of the PCE.

Cables should be wired in accordance with the manufacturer's installation manual. Unless specific cables are required by the manufacturer, non-shielded and parallel wires should be used.

When peripherals are tested and are connected to the PCE with power or signal cables, those peripherals and cables should be placed at a height of 0,8 m above the ground reference plane. Wooden materials or other insulating materials can be used to support these peripherals and cables to ensure achievement of the required height. The peripherals and cables should be placed and connected to meet their functional requirements in accordance with their installation specifications.

If manufacturer's installation specifications require that a length of power and signal cables as well as cables connected to peripherals is less than or equal to 3 m, then the required length should be applied. If the cable length is specified to be greater than 3 m or is not specified, the shortest length of cables exposed to the electromagnetic field is 1 m. Excess cables should be decoupled by high frequency attenuation materials such as ferrite cores.



IEC

**Figure A.3 – Example of a test setup for wall-mounted PCE**

### A.2.3 Electrical fast transient/burst

Specifications of a test setup for wall-mounted PCE are given below.

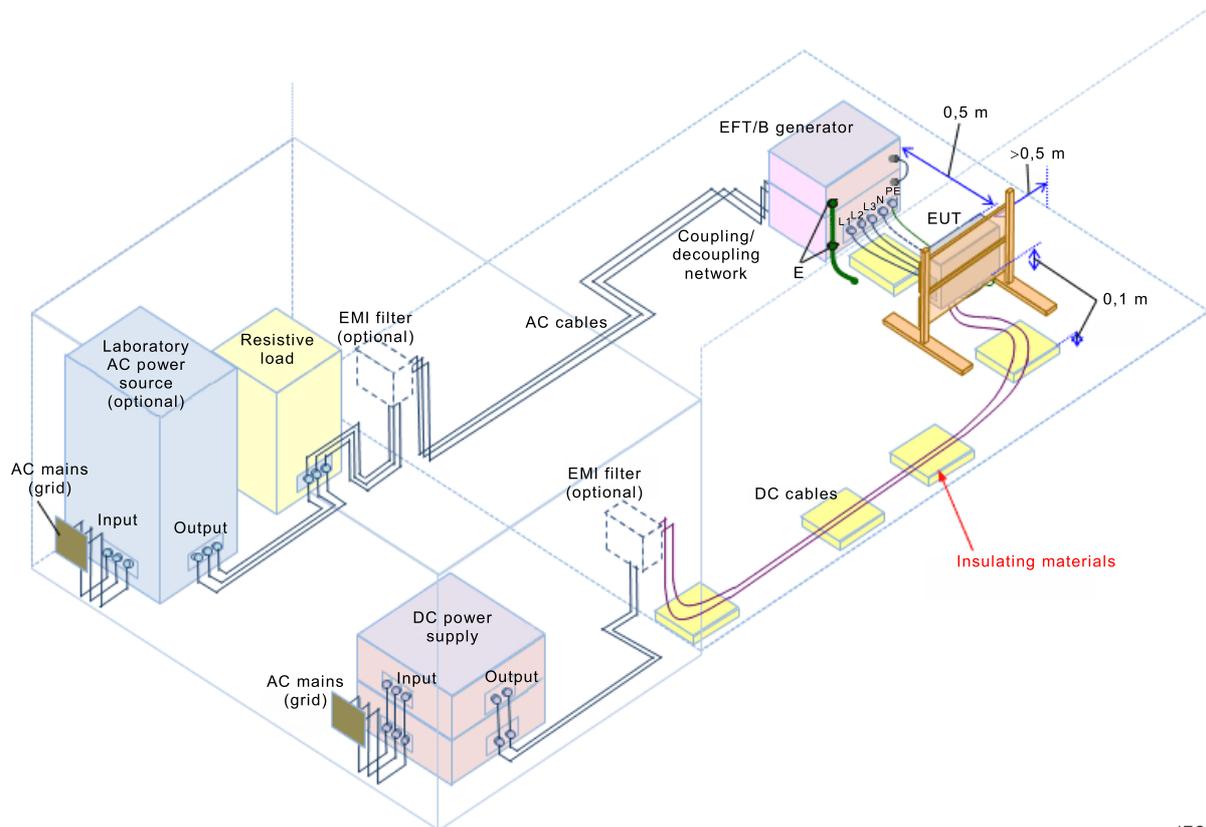
Direct coupling of the EFT/B disturbance voltage via a coupling/decoupling network is the preferred method of coupling to power ports. Figure A.4 shows an example of a test setup for direct coupling of the test voltage to AC mains power ports.

If direct injection is not practical, a capacitive clamp is used. Figure A.5 shows an example of a test setup for application of the test voltage to DC power ports with a capacitive coupling clamp. The capacitive coupling clamp can be used for auxiliary power ports. When the PCE has two or more auxiliary power ports, the test voltage should be applied to each of those ports in sequence.

Wall-mounted PCE should be tested with an insulating support of  $(0,1 \pm 0,01)$  m height above the ground reference plane. A wooden rack can be used to mount the PCE as shown in Figure A.4 and Figure A.5. The minimum distance between the PCE and all other conductive structures (including the walls of a test room), except the ground reference plane, should be

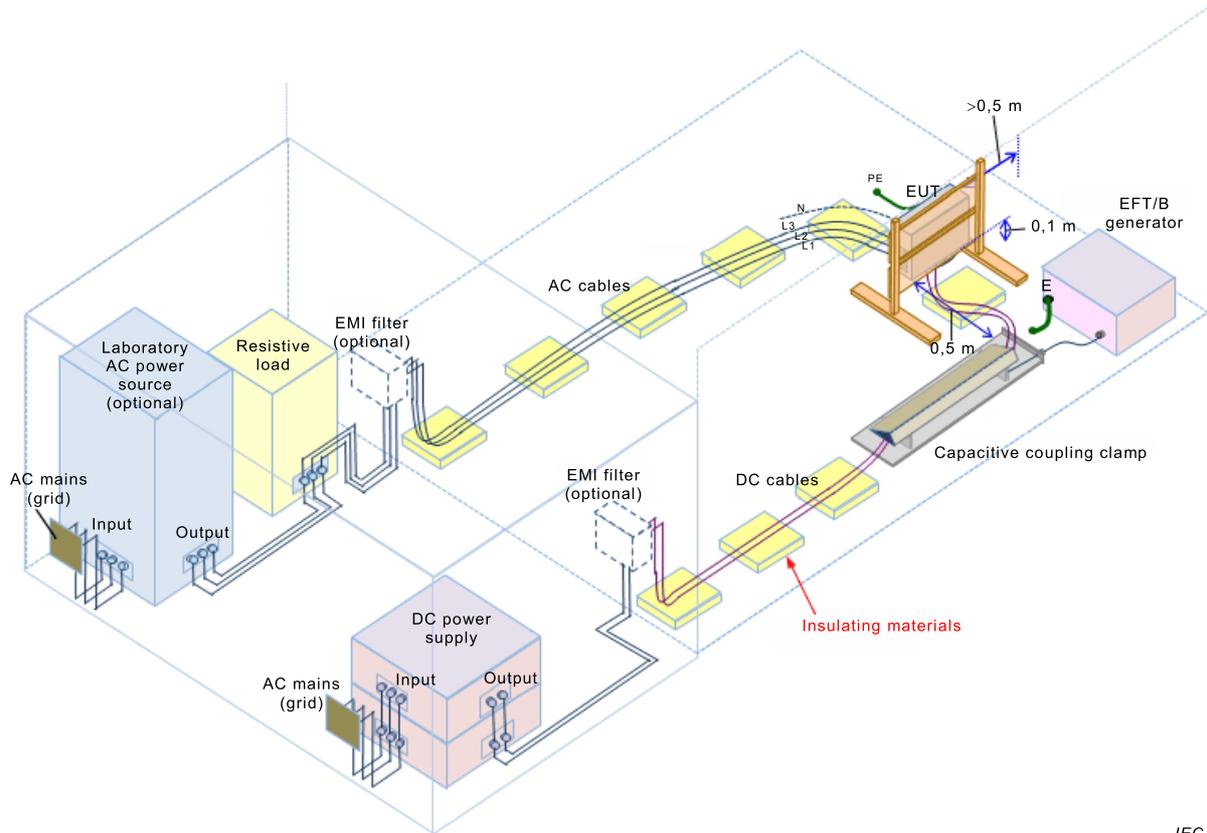
more than 0,5 m. The test generator and the coupling/decoupling network should be bonded to the ground reference plane.

All cables connected to the PCE should be isolated from the ground reference plane by wooden materials or insulating materials with a thickness of  $(0,1 \pm 0,01)$  m.



IEC

**Figure A.4 – Example of a test setup for direct coupling of the test voltage to AC mains power ports**



IEC

**Figure A.5 – Example of a test setup for application of the test voltage with a capacitive coupling clamp**

#### **A.2.4 Surge**

Configuration examples of a test setup for surge immunity applied to wall-mounted PCE are given in Figure A.6 and Figure A.7. Figure A.6 shows an example of a test setup for AC mains power ports. Figure A.7 shows an example of a test setup for DC power ports.

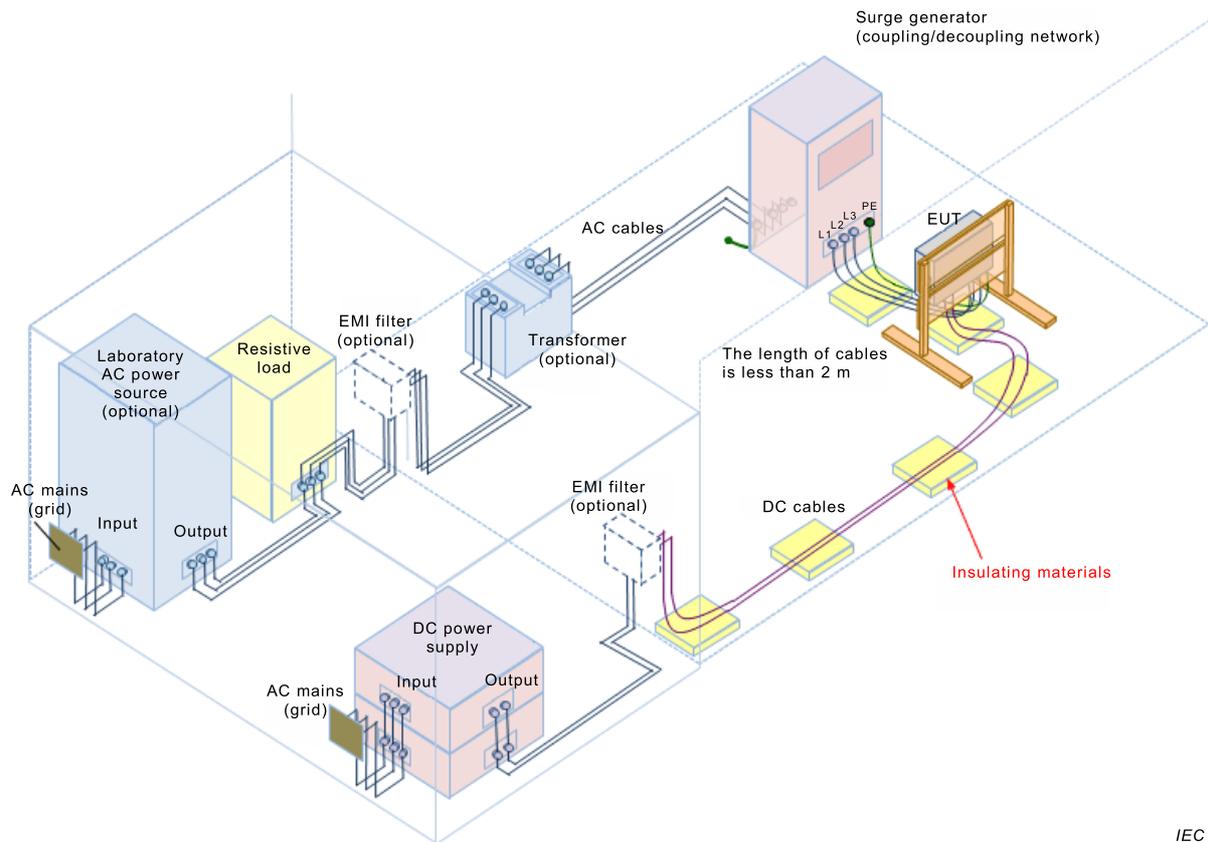


Figure A.6 – Example of a test setup for AC mains power ports

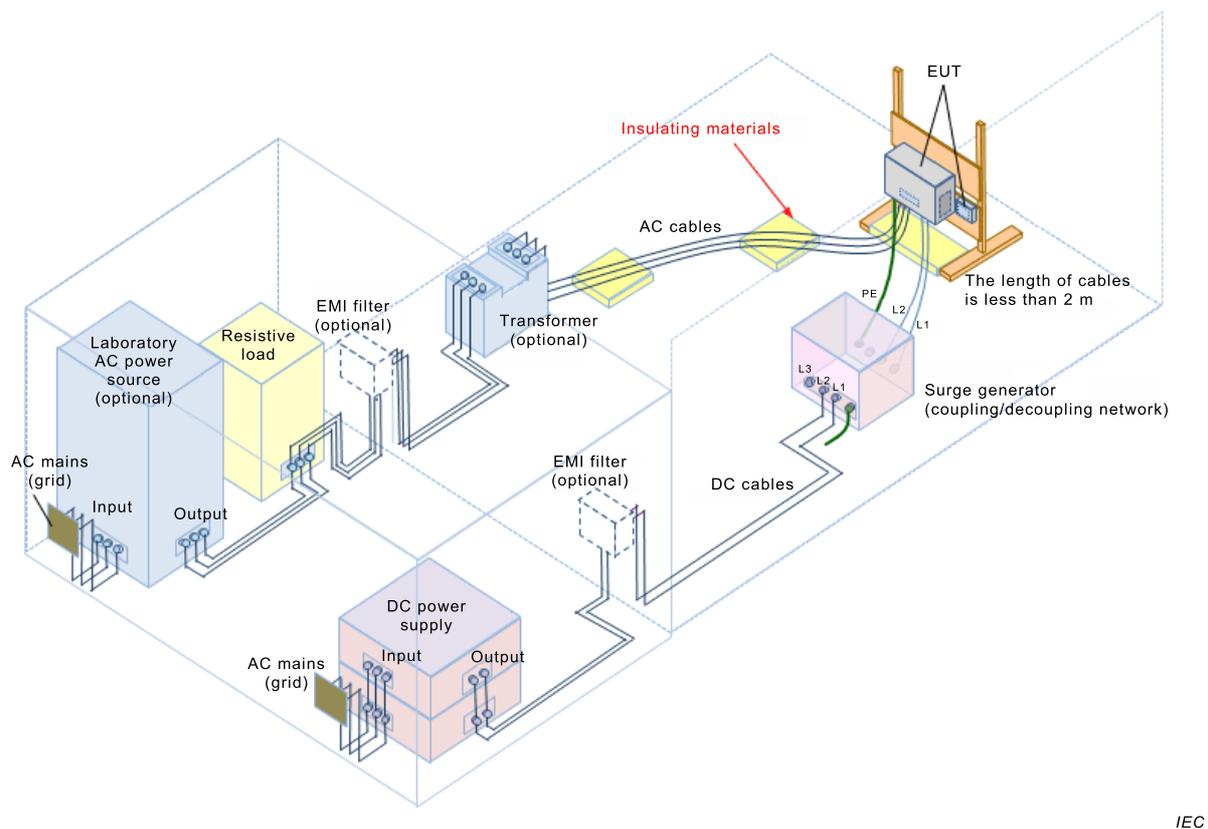
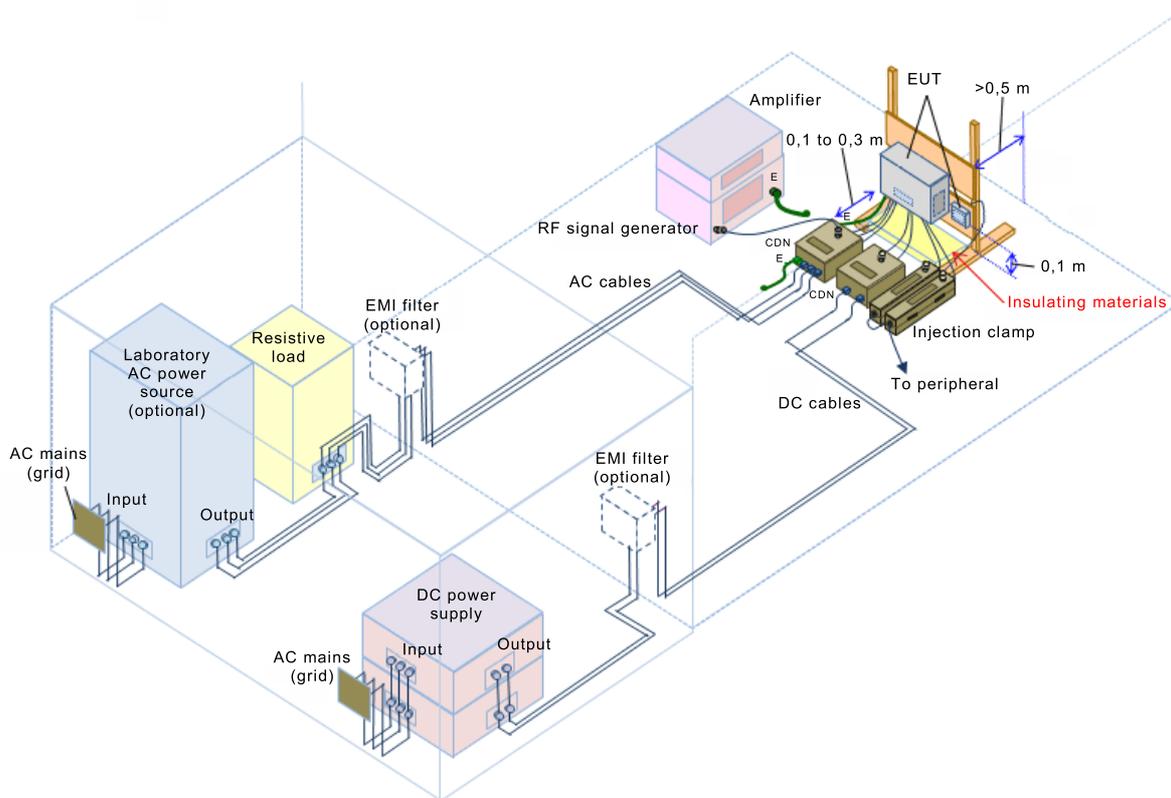


Figure A.7 – Example of a test setup for DC power ports

### A.2.5 Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

A configuration example of a setup of conducted disturbances immunity test applied for wall-mounted PCE is shown in Figure A.8. Wall-mounted PCE should be tested with an insulating support of  $(0,1 \pm 0,05)$  m in height above the ground reference plane. A wooden rack can be used to mount the PCE. All cables connected to the PCE should be isolated from the ground reference plane by wooden materials or insulating materials with a thickness of at least 30 mm. The minimum distance between the PCE and any metallic objects, except the test equipment, should be 0,5 m.

It is recommended that all ports are connected to coupling/decoupling devices. Where the PCE has two or more DC power ports, all DC power ports are recommended to be connected to the coupling/decoupling devices.



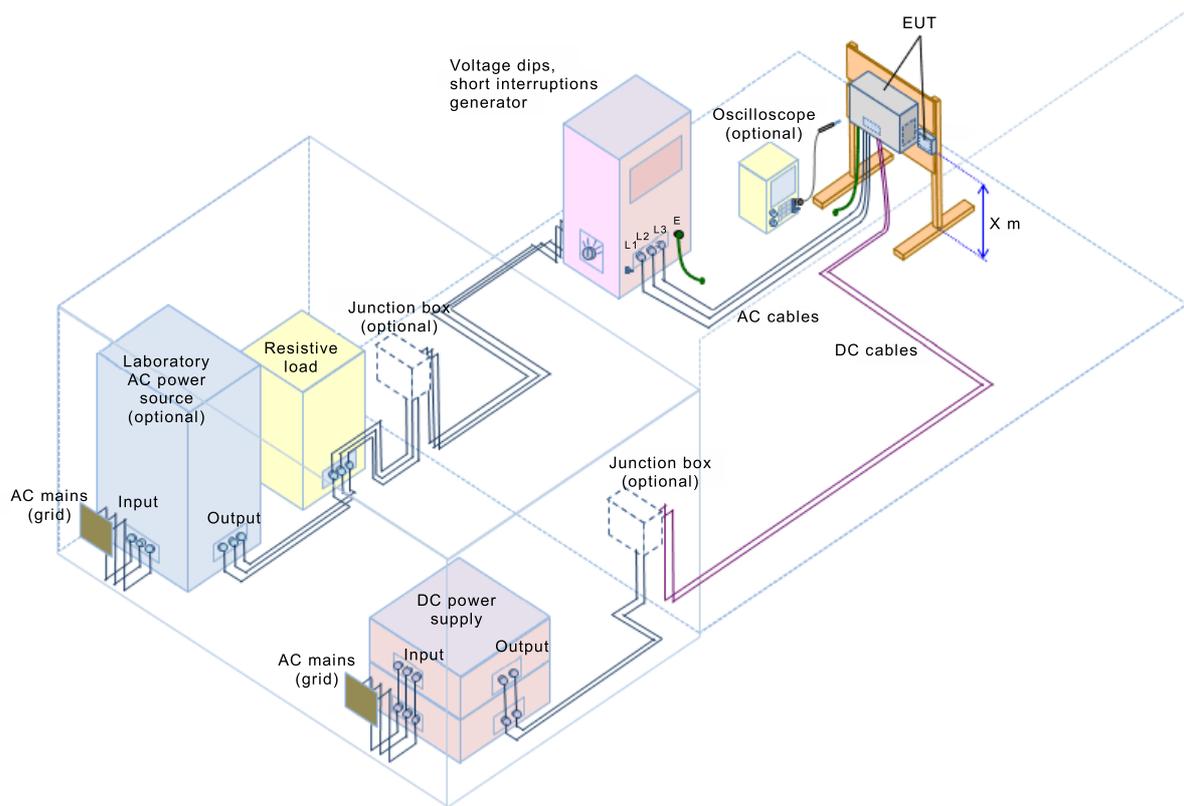
IEC

**Figure A.8 – Example of a setup of conducted disturbances immunity test applied for wall-mounted PCE**

### A.2.6 Voltage dips and interruption

Figure A.9 shows a configuration example of a test setup using a generator for voltage dips and short interruptions for wall-mounted PCE. If the generator does not have a function to absorb power fed by the PCE or to regenerate power fed by the PCE to the AC mains, resistive loads are required between the PCE and the generator so that the generator can be protected against overcurrent.

The PCE should be placed on an insulating support in the same way that the PCE is placed in accordance with the manufacturer's instructions manual of installation. A wooden rack can be used to place the wall mounted PCE as shown in Figure A.9.



IEC

**Figure A.9 – Example of a test setup using a generator for voltage dips and short interruptions**

### A.3 Setups for high frequency emission requirement test

#### A.3.1 Conducted disturbances

Figure A.10 shows a configuration example of a test setup of conducted disturbances measurement applied for wall-mounted PCE with a laboratory AC power supply. A resistive load is installed between an AMN and an AC power source. Installation of the resistive load in parallel with the PCE is recommended where power flow into the AC mains network is restricted or prohibited by national laws and regulations, and where power flow into the laboratory AC power supply should be prevented in order to protect the laboratory AC power supply.

Figure A.11 shows another configuration example of a test setup applied for wall-mounted PCE. The laboratory AC power source is connected to a DC power source. Because power does not flow into the laboratory AC power supply, a resistive load is not required.

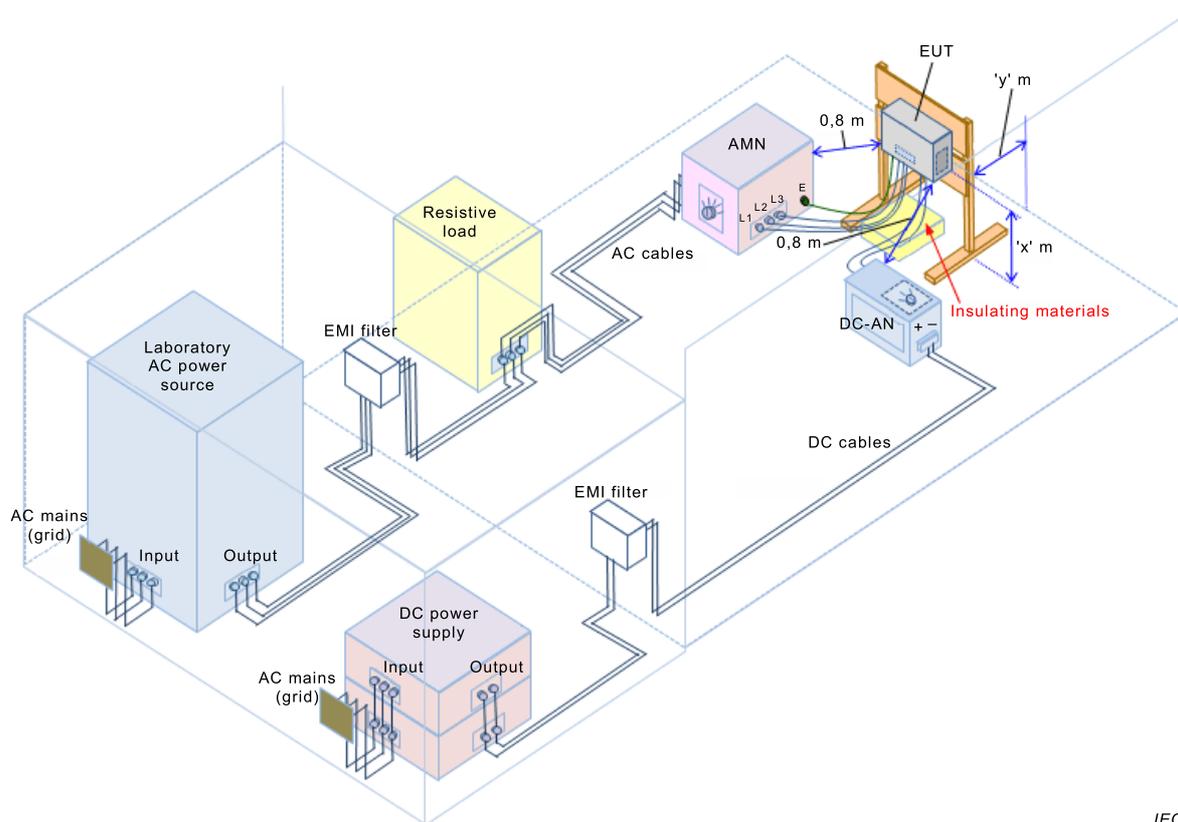
Installation of power transformers between the PCE and power sources is optional. Where the power transformers are installed, they should not affect the operation of the PCE, and the type and specifications of the power transformers should be recoded in a test report.

Figure A.12 shows another configuration example of a test setup for wall-mounted PCE. An AMN is connected to the AC mains directly via EMI filters. A resistive load is optional for the prevention of power flow into the AC mains.

Distance from floor (“y m”) and from wall (“x m”) shall be given as follows:

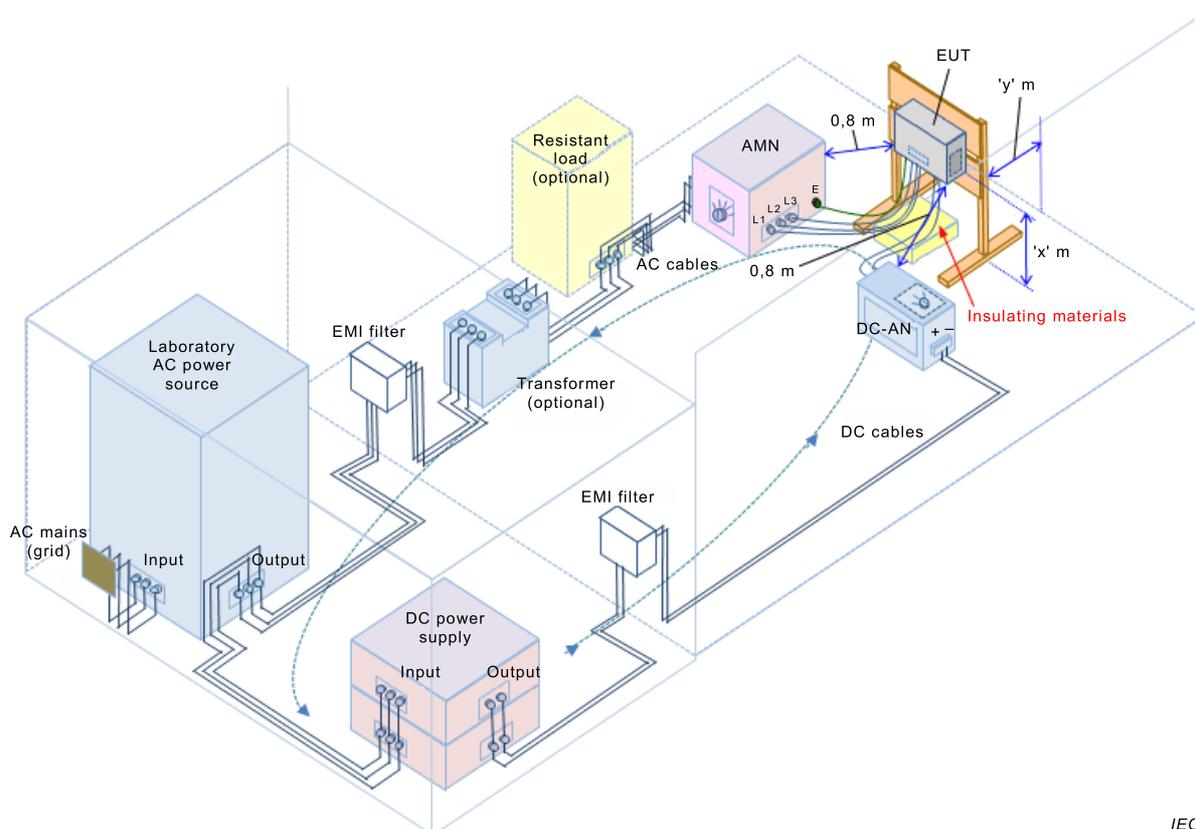
Case 1: Use floor as the ground reference plane,  $x = 0,4 \text{ m}$ ,  $y \geq 0,8 \text{ m}$

Case 2: Use wall of the shielded room as ground reference plane,  $x \geq 0,8 \text{ m}$ ,  $y = 0,4 \text{ m}$



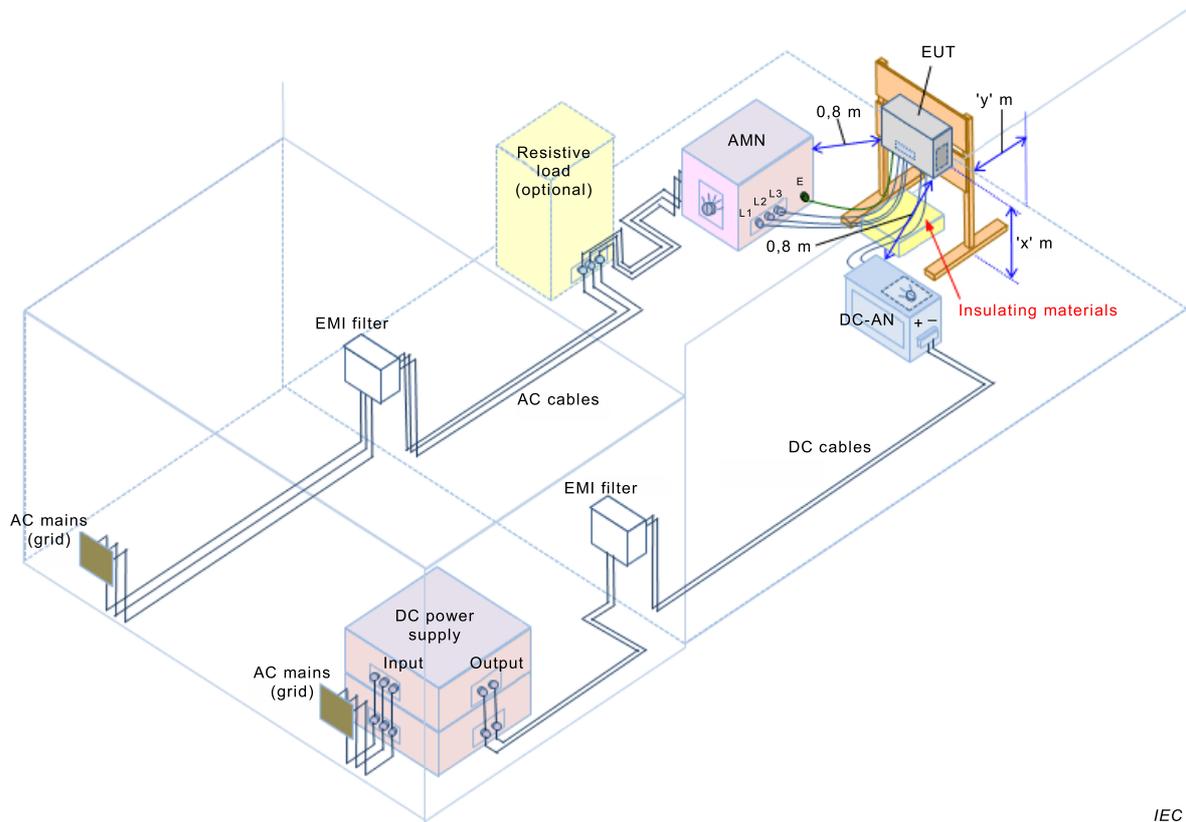
IEC

**Figure A.10 – Example of a test setup of conducted disturbances measurement applied for wall-mounted PCE**



IEC

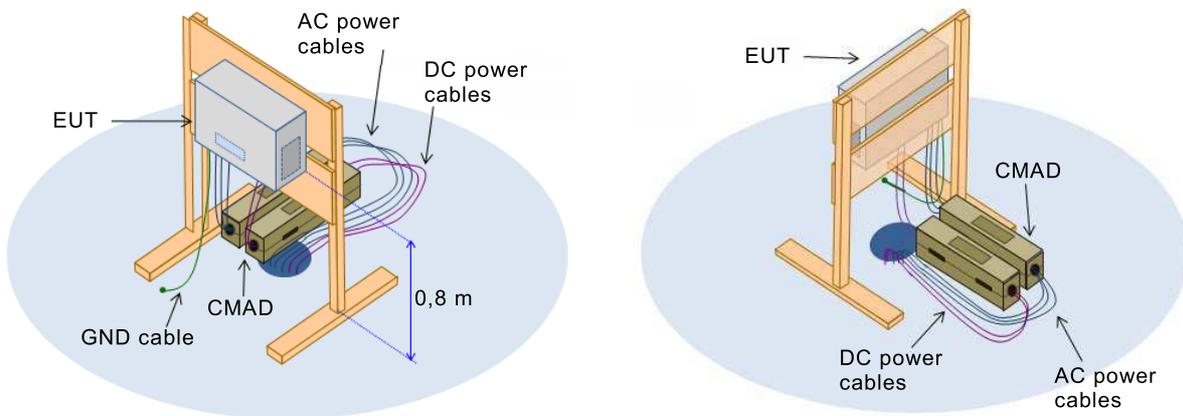
**Figure A.11 – Example of a test setup of conducted disturbances measurement applied for wall-mounted PCE with power circulation**



**Figure A.12 – Example of a test setup of conducted disturbances measurement applied for wall-mounted PCE with direct connection to AC mains**

**A.3.2 Radiated disturbances**

Figure A.13 shows a configuration example of wall-mounted PCE. The PCE should be tested with an insulating support of  $(0,8 \pm 0,01)$  m height above the ground reference plane. The insulating support is placed such that the center of the test volume is placed at the center of the turntable. A wooden rack can be used to mount the PCE as shown in Figure A.13. Peripherals can be test individually according to CISPR 11.



(a) A view of EUT from the front

(b) A view of EUT from the back

**Figure A.13 – Example of a test setup of radiated disturbances measurement applied for wall-mounted PCE**

## Annex B (informative)

### Setups for low frequency emission requirement test

#### B.1 General

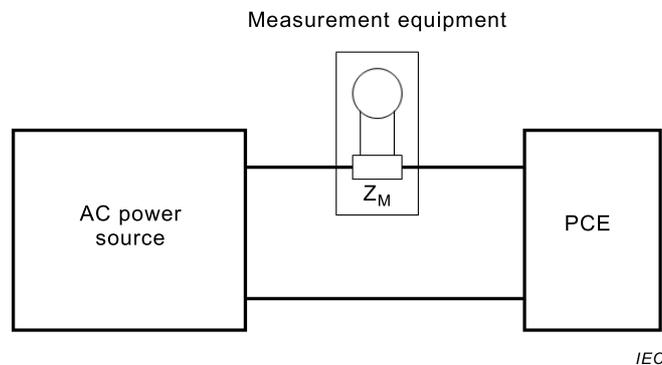
Some test circuits are described in IEC 61000-3-2, IEC 61000-3-3 and IEC 61000-3-11 for measurement of harmonic currents, voltage changes, voltage fluctuations and flicker. In some countries, different circuits are connected at AC mains power ports or auxiliary AC power ports, which are not illustrated in the basic standards. Clause B.2 provides examples of a test circuit for a low frequency emission requirement test.

#### B.2 Example of a test circuit for low frequency emission requirement test

##### B.2.1 Harmonics

Harmonic currents produced by the PCE should be measured in accordance with the circuits described in the following figures:

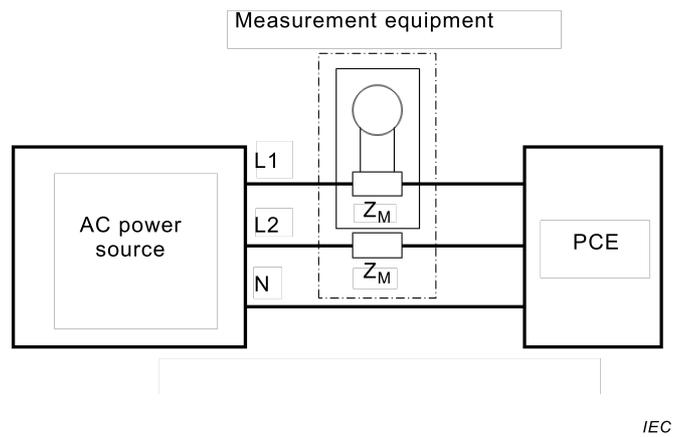
- Figure B.1 for a single-phase two-wire PCE;
- Figure B.2 for a single-phase three-wire PCE;
- Figure B.3 for a three-phase three-wire PCE;
- Figure B.4 for a three-phase four-wire PCE.



#### Key

$Z_M$  input impedance of the measurement equipment

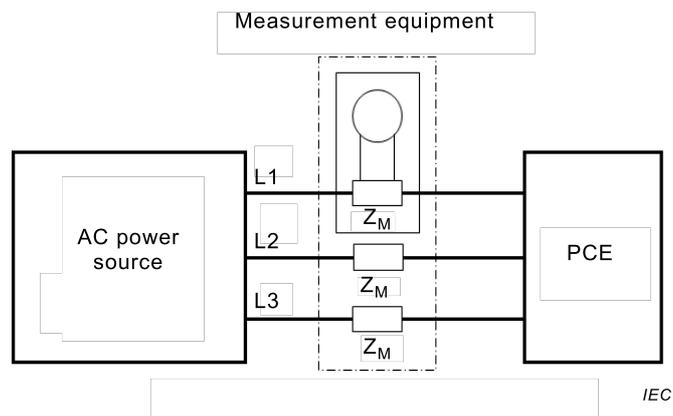
**Figure B.1 – Measurement circuit for single-phase two-wire PCE**



**Key**

$Z_M$  input impedance of the measurement equipment

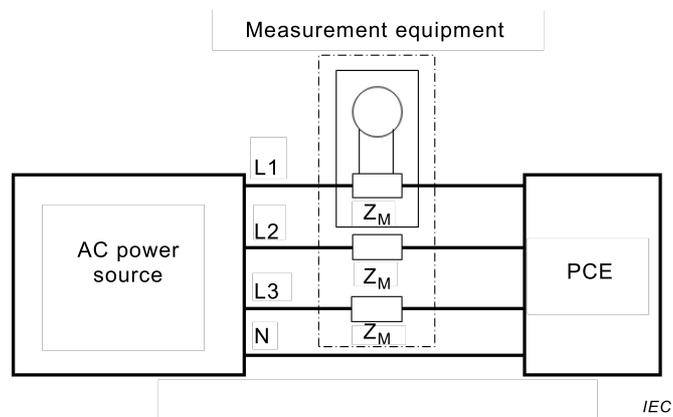
**Figure B.2 – Measurement circuit for single-phase three-wire PCE**



**Key**

$Z_M$  input impedance of the measurement equipment

**Figure B.3 – Measurement circuit for three-phase three-wire PCE**



**Key**

$Z_M$  input impedance of the measurement equipment

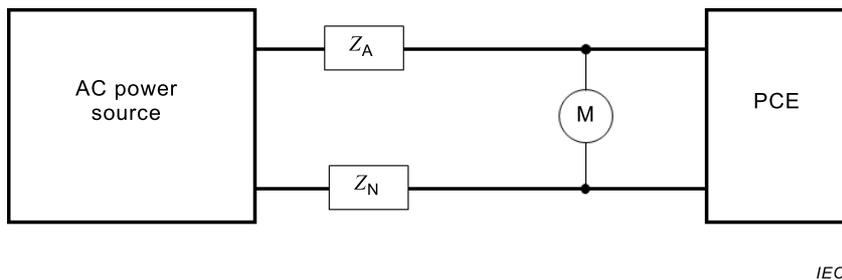
**Figure B.4 – Measurement circuit for three-phase four-wire PCE**

### B.2.2 Voltage fluctuations and flicker

Voltage fluctuations and flicker at AC mains power ports can be assessed with a flickermeter which is connected as described in the following figures:

- Figure B.5 for a single-phase two-wire PCE;
- Figure B.6 for a single-phase three-wire PCE;
- Figure B.7 for a three-phase three-wire PCE;
- Figure B.8 for a three-phase four-wire PCE.

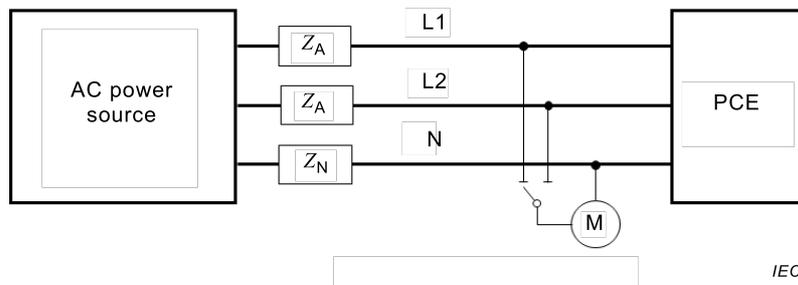
Each measurement circuit should consist of the supply voltage generator and reference impedance specified in IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11.



**Key**

- M measurement equipment
- $Z_A$  reference impedance
- $Z_N$  reference impedance

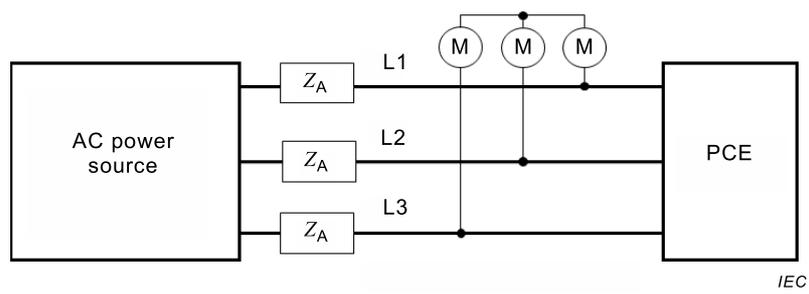
**Figure B.5 – Measurement circuit for single-phase two-wire PCE**



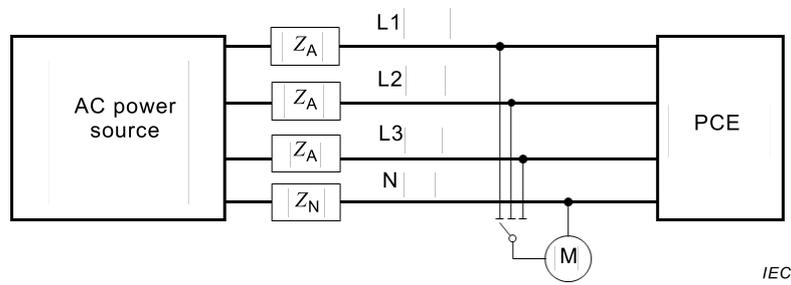
**Key**

- M measurement equipment
- $Z_A$  reference impedance
- $Z_N$  reference impedance

**Figure B.6 – Measurement circuit for single-phase three-wire PCE**

**Key**

M measurement equipment

 $Z_A$  reference impedance $Z_N$  reference impedance**Figure B.7 – Measurement circuit for three-phase three-wire PCE****Key**

M measurement equipment

 $Z_A$  reference impedance $Z_N$  reference impedance**Figure B.8 – Measurement circuit for three-phase four-wire PCE**

## **Annex C** (informative)

### **Test setup for conducted disturbance measurement**

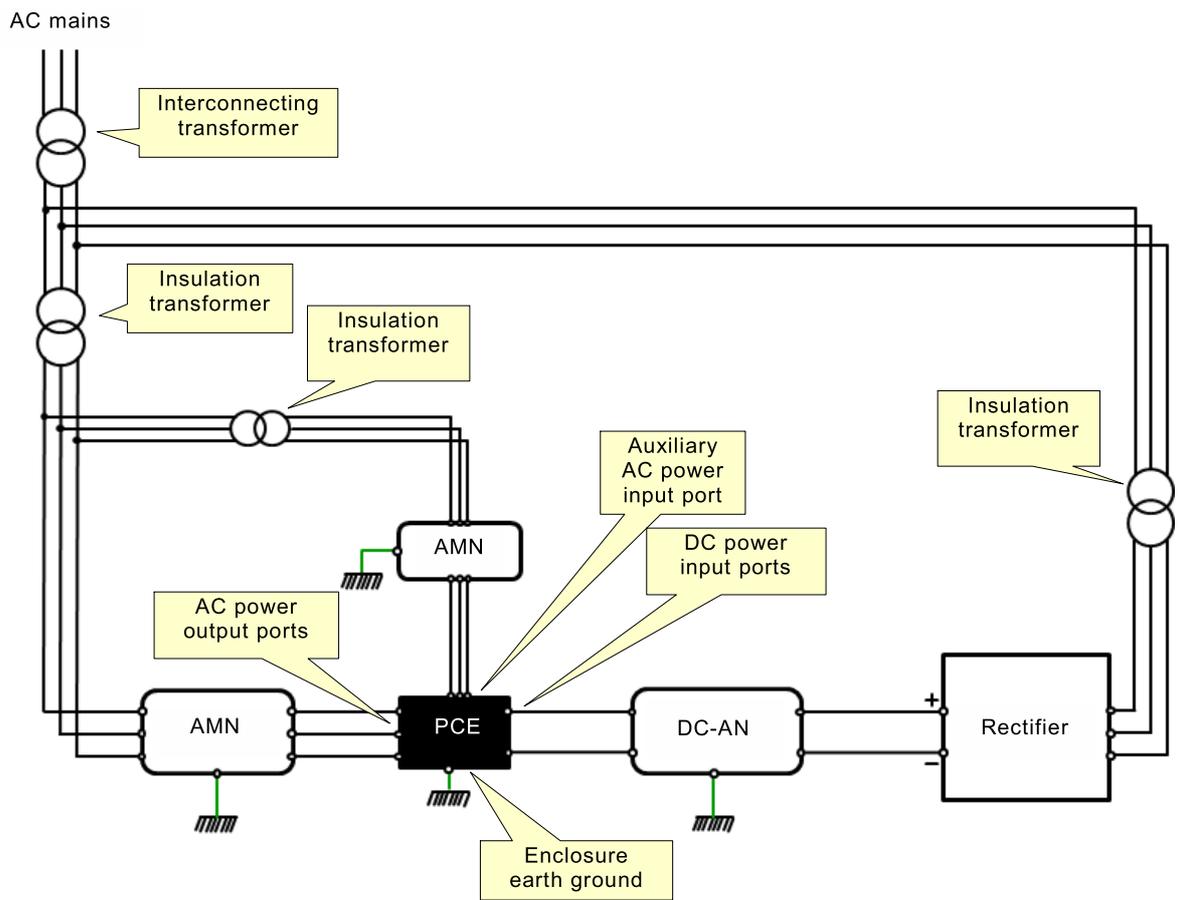
#### **C.1 General**

CISPR 11:2015 is the first EMC family standard which covers disturbance voltage measurement on grid connected power converters (GCPC). CISPR 11 specifies a typical measurement arrangement for measurement of conducted disturbances at LV DC power ports and LV AC power ports with artificial networks. Annex J of CISPR 11:2015 provides an example of a suitable setup for the test site. Annex J of CISPR 11:2015 informs that connection to an appropriate laboratory DC power supply is necessary on the DC input side of the GCPC, while connection to an appropriate laboratory AC power source or AC mains is necessary on the AC output side for type testing at a test site. The following examples of a test setup illustrate setups for the test site supplied with AC mains or a laboratory AC power source.

#### **C.2 Examples of a test setup**

Figure C.1 shows an example of a standardized test setup for conducted disturbances measurement with AC mains power supply. The PCE is supplied DC power from a rectifier, and the rectifier is connected to AC mains through an insulation transformer. Auxiliary low voltage AC power ports are connected to the AC mains through an artificial mains network and an insulation transformer. Insulation transformers are installed so that the power ports are all separated from each other. The insulation transformers perform as an EMI filter to reduce conducted disturbances from the AC mains.

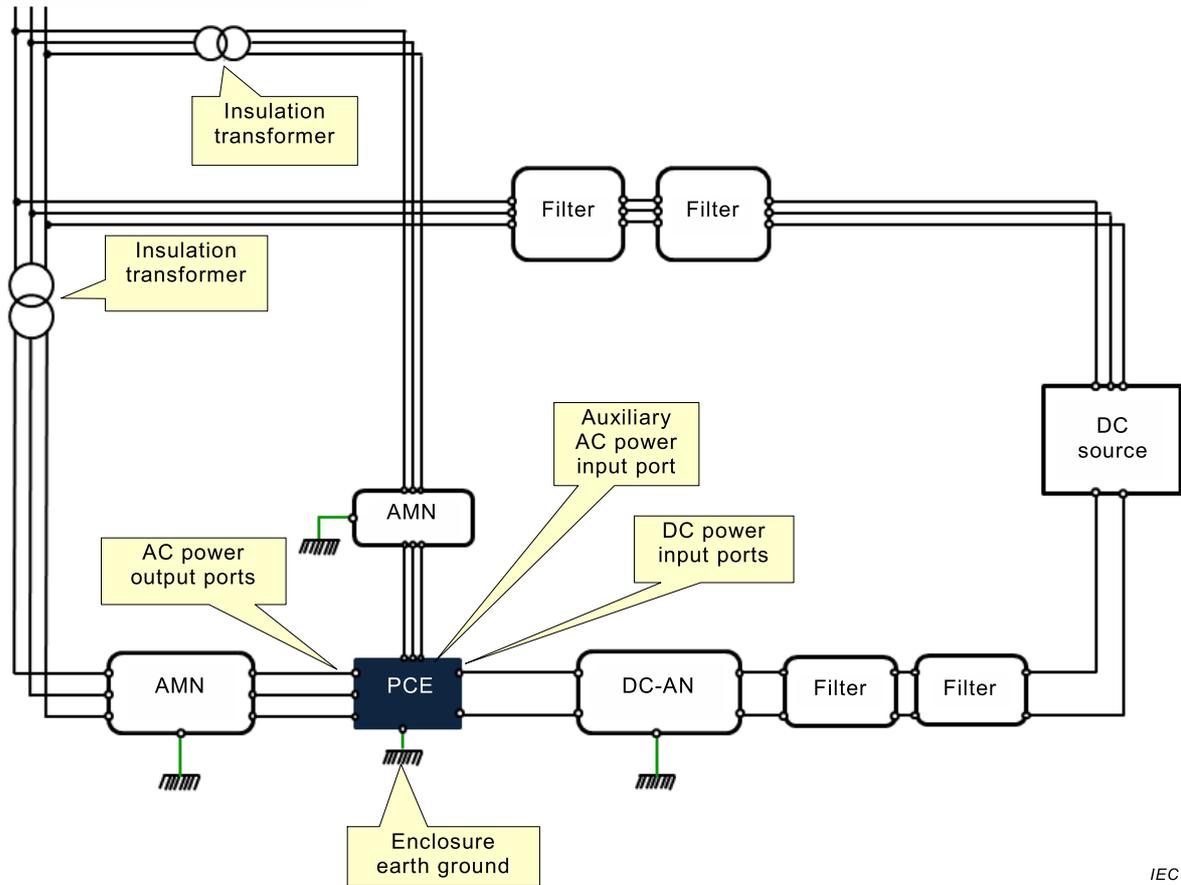
Figure C.2 shows an example of a standardized test setup for conducted disturbances measurement with a laboratory AC power source. An insulation transformer should be installed if the PCE consists of transformer-less power converters so that the DC power input ports and AC power output ports of the PCE are separated from each other. Auxiliary AC power input ports are also separated from other power ports by an insulation transformer and artificial mains networks. EMI filters should be installed on the input and output sides of the DC source so that conducted disturbances generated from the DC source can be mitigated. However, additional reactance elements in the EMI filters constitute a resonant circuit with reactance elements in the artificial networks and the PCE. The resonant circuit causes serious performance degradation of the EMI filters, and excessive disturbance voltage level can be seen at the measuring circuit in the artificial networks. The excessive disturbance voltage may cause damage not only to the artificial networks but also to the PCE. Annex K of CISPR 11:2015 provides mitigation measures and guidance on prevention of serious performance degradation.



IEC

**Figure C.1 – Example of a standardized test setup for conducted disturbances measurement with AC mains power supply**

Laboratory AC power source



IEC

**Figure C.2 – Example of a standardized test setup for conducted disturbances measurement with a laboratory AC power source**

## Annex D (informative)

### Alternative test methods for high-power PCE

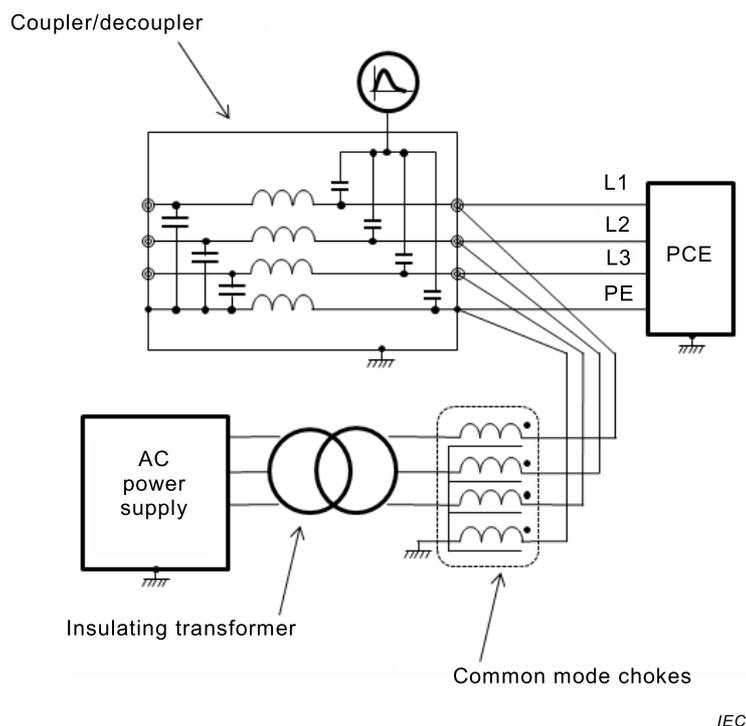
#### D.1 General

For immunity and emission tests on high-power PCE, normal use of test equipment is not technically available because large current levels of high power PCE exceed the rated current capacity of the test equipment. Some basic and product family standards provide alternative test methods. Practical examples of alternative test methods for high-power PCE are given as follows.

#### D.2 Alternative method for immunity requirement test

##### D.2.1 Alternative method for EFT/burst immunity test

If a suitable coupling/decoupling network is not technically available for AC mains power ports of high-power PCE due to the restriction of the rated current capacity of a coupling/decoupling network, direct injection using 33 nF capacitors can be made with the parallel connection of the coupling/decoupling network to AC mains power ports as shown in Figure D.1. An insulating transformer can decouple differential mode test voltage, and common mode chokes can decouple common mode test voltage.



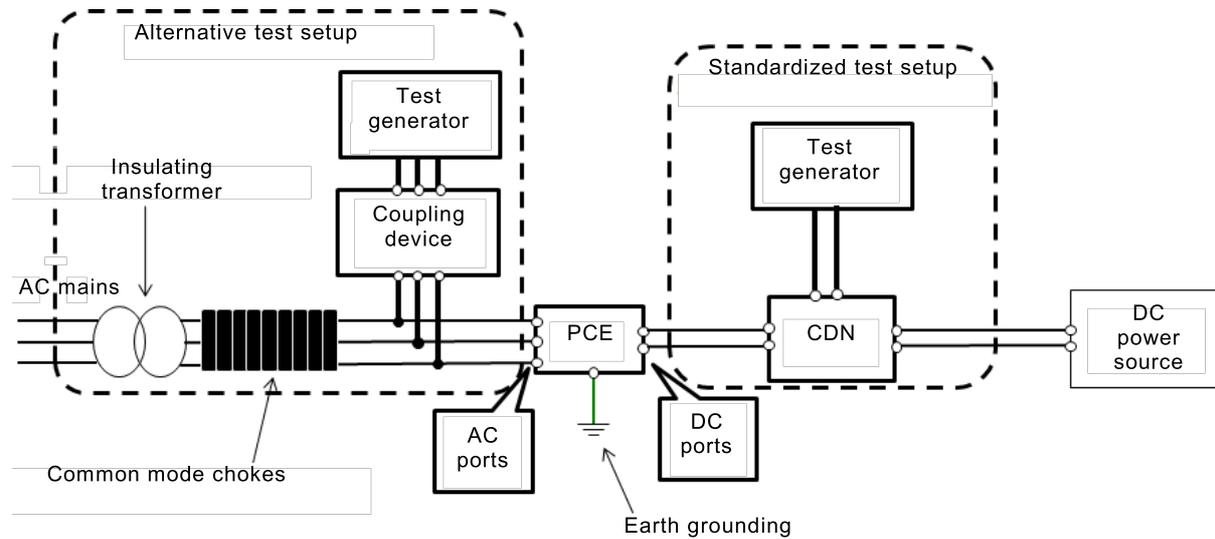
IEC

Figure D.1 – Example of an alternative method for EFT/Burst immunity test

##### D.2.2 Alternative method for surge test

If a suitable coupling/decoupling network is not technically available for the AC mains power ports of the high-power PCE due to the restriction of the rated current capacity of a coupling/decoupling network, an alternative coupling/decoupling network can be configured as shown in Figure D.2 so that excessive voltage fluctuation and unwanted voltage drops caused by the coupling/decoupling networks can be prevented. An insulating transformer can

decouple differential mode surge signals, while common mode chokes can decouple common mode surge signal.

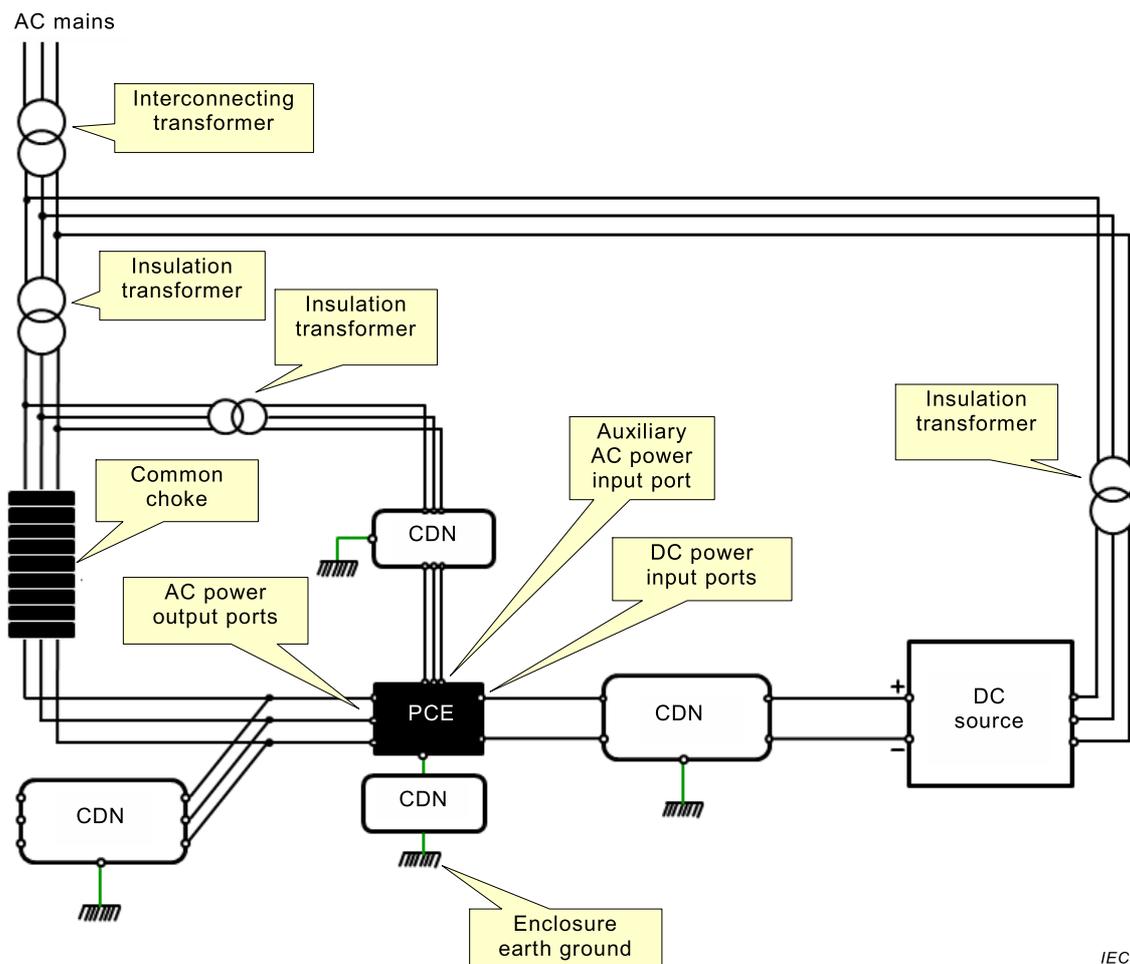


IEC

**Figure D.2 – Example of an alternative coupling/decoupling network for AC mains power ports**

### D.2.3 Alternative test method for conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

IEC 61000-4-6 provides that if a product committee decides that a certain kind of coupling and decoupling device is more appropriate for cables connected to a particular family of products, then that choice (justified on a technical basis) takes precedence. In accordance with this provision, Figure D.3 shows a configuration example of the parallel connection of a CDN for AC mains power ports. If CDNs described in Annex D of IEC 61000-4-6 are not technically available as a decoupling device due to high power at the AC mains power ports of the PCE, parallel connection of CDNs is applicable to inject conducted disturbances to the ports as coupling devices. A CDN is applied as a coupling device, and a common mode choke and an insulation transformer are applied as a decoupling device against the AC mains.



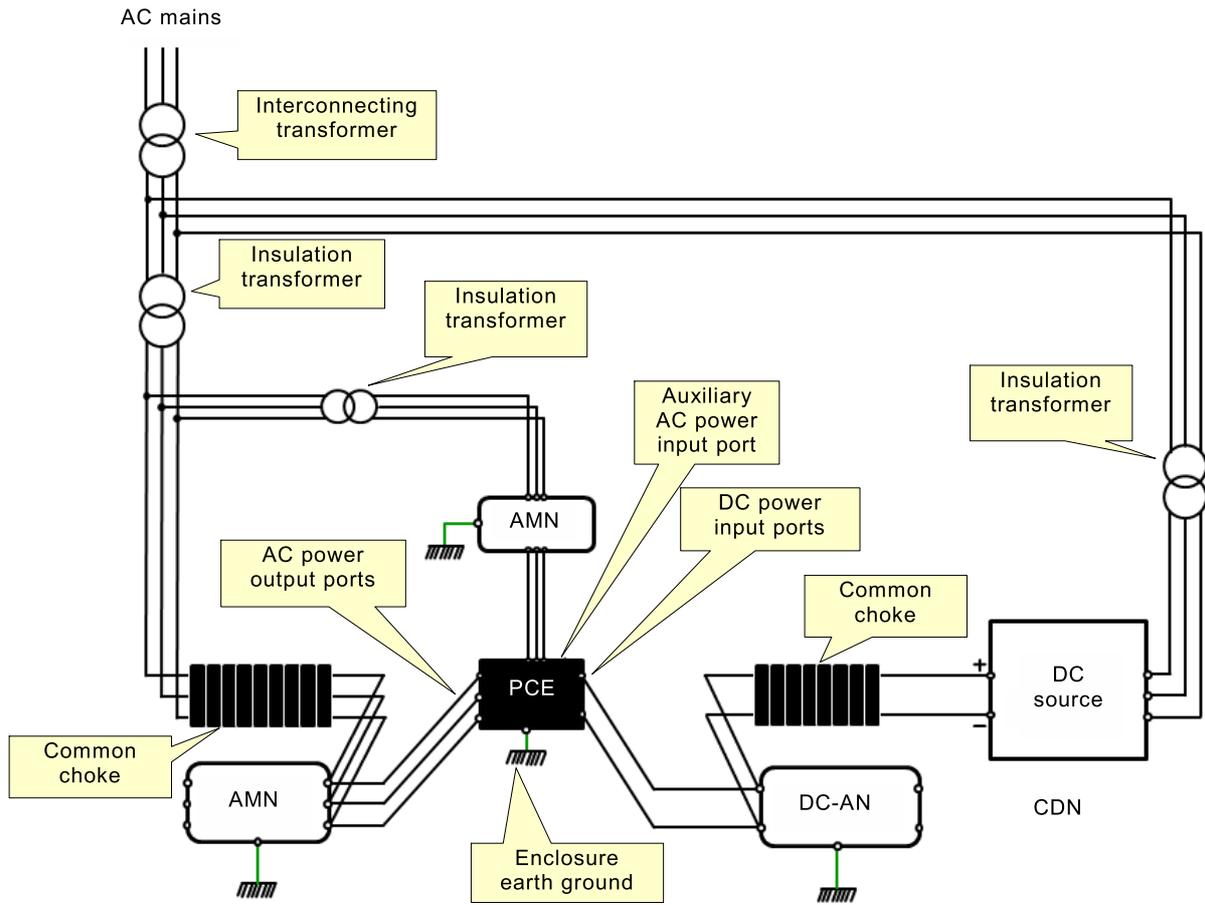
**Figure D.3 – Example of a test setup applying clamp injection method to AC mains power ports**

#### D.2.4 Conducted disturbances measurement

If suitable artificial networks are not technically available for conducted disturbances measurement at the power ports of the PCE with the artificial networks connected to the power ports in series due to the restriction of the rated current capacity of the artificial networks, the artificial networks can be used as voltage probes with the artificial networks connected to the power ports in parallel. Figure D.4 shows an example of cable arrangement for measurement of conducted disturbances at the power ports with the artificial networks connected to the power ports in parallel.

The use of an AMN as a voltage probe is specified in Clause 7.4.4.3 of CISPR 16-2-1:2014. CISPR 11:2015 specifies the appropriate decoupling of the PCE from the DC power source where the artificial networks are used as voltage probes.

Each power port shall be connected to each power source via a decoupling network. The decoupling network shall have an inductance of 30  $\mu\text{H}$  to 50  $\mu\text{H}$  at AC power ports and more than 90  $\mu\text{H}$  to 150  $\mu\text{H}$  at DC power ports. The decoupling network can be realized by common mode chokes and an insulation transformer at the AC power ports and by common mode chokes at the DC power ports as shown in Figure D.4. Impedance evaluation without the PCE shall be executed before measurement.



IEC

**Figure D.4 – Alternative test method of conducted disturbances measurement using artificial networks as voltage probes**

## Bibliography

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60974-10, *Arc welding equipment – Part 10: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

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

IEC 61851-21-2, *Electric vehicle conductive charging system – Part 21-2: Electric vehicle on-board charger EMC requirements for conductive connection to an AC/DC supply<sup>2</sup>*

IEC 62040-2, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 62236 (all parts), *Railway applications – Electromagnetic compatibility*

---

---

<sup>2</sup> Under preparation. Stage at the time of publication: IEC AFDIS 61851-21-2:2017.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	55
INTRODUCTION .....	57
1 Domaine d'application .....	59
2 Références normatives .....	59
3 Termes et définitions .....	61
4 Classification des PCE .....	64
4.1 Catégories d'environnement .....	64
4.2 Division en classes .....	65
4.3 Informations à l'intention des utilisateurs .....	65
5 Montage d'essai pour l'essai de type .....	66
5.1 Généralités .....	66
5.2 Configuration des montages d'essai .....	66
5.2.1 Généralités .....	66
5.2.2 Montages pour l'essai d'immunité .....	67
5.2.3 Montages pour l'essai d'émissions à basse fréquence .....	68
5.2.4 Montages pour l'essai d'émissions à haute fréquence .....	68
6 Conditions de fonctionnement au cours des essais .....	69
6.1 Généralités .....	69
6.2 Conditions de fonctionnement pour l'essai d'immunité .....	69
6.3 Conditions de fonctionnement pour l'essai d'émissions à basse fréquence .....	70
6.4 Conditions de fonctionnement pour l'essai d'émissions à haute fréquence .....	70
7 Exigences d'immunité .....	70
7.1 Exigences .....	70
7.2 Critères de performance .....	73
8 Exigences d'émission .....	74
8.1 Basse fréquence .....	74
8.2 Haute fréquence .....	76
8.2.1 Émission conduite .....	76
8.2.2 Émission rayonnée .....	80
9 Résultats de l'essai et rapport d'essai .....	81
Annexe A (informative) Exemples de configurations des montages d'essai .....	82
A.1 Généralités .....	82
A.2 Montages pour l'essai d'immunité .....	82
A.2.1 Décharge électrostatique .....	82
A.2.2 Perturbations rayonnées .....	84
A.2.3 Transitoires électriques rapides en salves .....	85
A.2.4 Onde de choc .....	87
A.2.5 Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques .....	89
A.2.6 Creux et coupures de tension .....	90
A.3 Montages pour l'essai d'émissions à haute fréquence .....	91
A.3.1 Perturbations conduites .....	91
A.3.2 Perturbations rayonnées .....	94
Annexe B (informative) Montages pour l'essai d'émissions à basse fréquence .....	96
B.1 Généralités .....	96
B.2 Exemple de circuit d'essai pour l'essai d'émissions à basse fréquence .....	96
B.2.1 Harmoniques .....	96

B.2.2	Fluctuations de tension et papillotement .....	98
Annexe C (informative)	Montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites .....	100
C.1	Généralités .....	100
C.2	Exemples de montages d'essai .....	100
Annexe D (informative)	Méthodes d'essai de remplacement pour les PCE haute puissance .....	103
D.1	Généralités .....	103
D.2	Méthode de remplacement pour l'essai d'immunité .....	103
D.2.1	Méthode de remplacement pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves.....	103
D.2.2	Méthode de remplacement pour l'essai d'immunité aux ondes de choc .....	104
D.2.3	Méthode d'essai de remplacement pour les perturbations conduites induites par les champs radioélectriques .....	104
D.2.4	Mesurage des perturbations conduites .....	105
Bibliographie.....		107
Figure 1 – Exemples d'accès .....		62
Figure 2 – Exemples d'installation de systèmes PV dans les deux environnements .....		65
Figure 3 – Présentation des exigences concernant les harmoniques pour un courant inférieur ou égal à 75 A.....		75
Figure 4 – Présentation des exigences concernant les variations de tension pour un courant inférieur ou égal à 75 A .....		76
Figure A.1 – Exemple de montage d'essai pour l'application directe des décharges sur le PCE .....		83
Figure A.2 – Exemple de montage d'essai pour l'application indirecte des décharges sur le PCE .....		84
Figure A.3 – Exemple de montage d'essai pour un PCE fixé au mur .....		85
Figure A.4 – Exemple de montage d'essai pour le couplage direct de la tension d'essai aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif .....		86
Figure A.5 – Exemple de montage d'essai pour l'application de la tension d'essai à l'aide d'une pince de couplage capacitive .....		87
Figure A.6 – Exemple de montage d'essai pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif.....		88
Figure A.7 – Exemple de montage d'essai pour les accès d'alimentation en courant continu.....		89
Figure A.8 – Exemple de montage pour l'essai d'immunité aux perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur.....		90
Figure A.9 – Exemple de montage d'essai utilisant un générateur pour les creux de tension et les coupures brèves.....		91
Figure A.10 – Exemple de montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur.....		92
Figure A.11 – Exemple de montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur avec circulation du courant .....		93
Figure A.12 – Exemple de montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur avec connexion directe au réseau en courant alternatif.....		94
Figure A.13 – Exemple de montage d'essai pour le mesurage des perturbations rayonnées appliqué à un PCE fixé au mur .....		95
Figure B.1 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à deux fils .....		96

Figure B.2 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à trois fils.....	97
Figure B.3 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à trois fils .....	97
Figure B.4 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à quatre fils .....	97
Figure B.5 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à deux fils .....	98
Figure B.6 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à trois fils.....	98
Figure B.7 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à trois fils .....	99
Figure B.8 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à quatre fils .....	99
Figure C.1 – Exemple de montage d’essai normalisé pour le mesurage des perturbations conduites avec une alimentation secteur en courant alternatif .....	101
Figure C.2 – Exemple de montage d’essai normalisé pour le mesurage des perturbations conduites avec une source d’alimentation en courant alternatif de laboratoire .....	102
Figure D.1 – Exemple de méthode de remplacement pour l’essai d’immunité aux transitoires électriques rapides en salves.....	103
Figure D.2 – Exemple d’un réseau de couplage/découplage de remplacement pour les accès d’alimentation secteur en courant alternatif.....	104
Figure D.3 – Exemple de montage d’essai appliquant la méthode d’injection par pince aux accès d’alimentation secteur en courant alternatif .....	105
Figure D.4 – Méthode d’essai de remplacement pour le mesurage des perturbations conduites utilisant des réseaux artificiels comme sondes de tension.....	106
Tableau 1 – Exigences d’immunité pour les PCE de la classe B.....	71
Tableau 2 – Exigences d’immunité pour les PCE de la classe A.....	72
Tableau 3 – Exigences d’immunité aux creux et coupures de tension pour les PCE de la classe B.....	73
Tableau 4 – Exigences d’immunité aux creux et coupures de tension pour les PCE de la classe A.....	73
Tableau 5 – Critères de performance pour les essais d’immunité .....	74
Tableau 6 – Limites de la tension perturbatrice à l’accès d’alimentation secteur en courant alternatif pour les PCE de la classe A mesurés sur un site d’essai .....	77
Tableau 7 – Limites de la tension perturbatrice à l’accès d’alimentation secteur en courant alternatif pour les PCE de la classe B mesurés sur un site d’essai .....	78
Tableau 8 – Limites de la tension perturbatrice à l’accès d’alimentation en courant continu pour les PCE de la classe A mesurés sur un site d’essai .....	78
Tableau 9 – Limites de la tension perturbatrice à l’accès d’alimentation en courant continu pour les PCE de la classe B mesurés sur un site d’essai .....	79
Tableau 10 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) à l’accès câblé pour les PCE de la classe A.....	79
Tableau 11 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) à l’accès câblé pour les PCE de la classe B.....	79
Tableau 12 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les PCE de la classe A mesurés sur un site d’essai.....	80
Tableau 13 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les PCE de la classe B mesurés sur un site d’essai.....	80

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE –  
EXIGENCES DE CEM ET MÉTHODES D'ESSAI POUR LES  
ÉQUIPEMENTS DE CONVERSION DE PUISSANCE**

**AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A 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 62920 a été établie par le comité d'études 82 de l'IEC: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
82/1288/FDIS	82/1313/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

**IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

### Informations générales

Les équipements de conversion de puissance (PCE) sont indispensables aux systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire pour convertir l'énergie électrique à courant continu générée par les panneaux solaires photovoltaïques en énergie électrique à courant alternatif et pour alimenter le réseau ou les charges à courant alternatif en énergie électrique à courant alternatif.

Ces dernières années, la normalisation des exigences de CEM pour les PCE s'est renforcée. Par exemple, le CISPR/B tient compte depuis 2008 des limites et de la méthode de mesure des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu des convertisseurs de puissance connectés au réseau. Ces propositions de limites et de méthodes de mesure sont à la base des instructions visant à compléter la norme CISPR 11 en vue de satisfaire à l'ensemble des exigences de CEM pour les PCE s'appliquant aux systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire. Les exigences de CEM pour les PCE ont été ajoutées à la norme CISPR 11 Éd. 6.0, qui a été publiée en 2015. Certains comités de produit qui tiennent compte des produits utilisant des PCE disposent de leurs propres normes de produits sur les exigences de CEM. Le sous-comité 22G a élaboré l'IEC 61800-3 pour définir les limites et les méthodes d'essai relatives aux entraînements de puissance. Le sous-comité 22H dispose de l'IEC 62040-2 pour les alimentations sans interruption et le comité d'études 26 dispose de l'IEC 60974-10 pour le soudage à l'arc. Le comité d'études 9 définit les limites d'émissions avec l'IEC 62236 (toutes les parties). En outre, le comité d'études 69 disposera de l'IEC 61851-21-2<sup>1</sup> couvrant les exigences de CEM applicables aux systèmes de charge conductive pour véhicules électriques.

### But de l'élaboration d'une norme de produit relative à la CEM

Le Guide 107 de l'IEC précise que le comité d'études 77 et le CISPR sont tenus d'élaborer les normes de base et les normes génériques relatives aux exigences de CEM des produits. Par conséquent, les comités de produit ne sont pas libres de définir leurs propres limites d'émissions. Si les comités de produit ont l'intention d'exiger une immunité à des perturbations particulières, ils doivent consulter ces normes CEM de base en matière d'immunité.

Toutefois, lorsque les normes CEM élaborées par le comité d'études 77 et le CISPR ne sont pas considérées comme appropriées pour un produit ou un environnement électromagnétique particulier, les comités de produit doivent demander conseil et assistance aux deux autorités en cas de modification des exigences relatives aux limites d'émissions et/ou aux mesurages.

Les comités de produit sont tenus de choisir les éléments d'essai et les niveaux d'immunité appropriés pour leurs produits et de définir les critères de performance applicables pour l'évaluation des résultats de l'essai d'immunité. Par conséquent, les comités de produit, tels que les comités d'études 22, 26, 9 et 69, disposent de leur propre norme CEM pour définir les limites de CEM et les méthodes d'essai de leurs produits.

D'autre part, le comité d'études 82 ne dispose pas de ses propres normes de produits en matière de CEM. Par conséquent, il doit se reporter aux normes génériques. Cependant, le comité d'études 82 est tenu de prendre en considération les exigences de CEM pour les PCE s'appliquant aux systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire et peut mener à bien les actions suivantes afin d'élaborer ses propres normes de produits relatives à la CEM:

- a) choisir les éléments de l'essai d'immunité conformément aux environnements CEM pour les systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire;

---

<sup>1</sup> En preparation. Stade au moment de la publication: IEC AFDIS 61851-21-2:2017.

- b) compléter les normes génériques avec une description détaillée des conditions d'essai et du montage d'essai;
- c) proposer des limites conditionnelles et des méthodes d'essai de remplacement concernant les conditions d'environnement et de fonctionnement de l'installation;
- d) élaborer des exigences et une méthode d'essai appropriées pour les équipements haute puissance.

Le présent document présente les exigences de CEM minimales pour les PCE s'appliquant aux systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

# SYSTÈMES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE – EXIGENCES DE CEM ET MÉTHODES D'ESSAI POUR LES ÉQUIPEMENTS DE CONVERSION DE PUISSANCE

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences de compatibilité électromagnétique (CEM) pour les équipements de conversion de puissance (PCE) en courant continu et en courant alternatif utilisés dans les systèmes de production photovoltaïque (PV).

Le PCE couvert par le présent document peut être couplé au réseau (il est alors désigné par l'expression «convertisseur de puissance connecté au réseau») ou autonome. Il peut être alimenté par un ou plusieurs modules photovoltaïques disposés en différents groupes et peut être destiné à être utilisé avec des batteries ou d'autres formes de stockage de l'énergie.

NOTE Un micro-onduleur est un exemple de convertisseur de puissance connecté au réseau alimenté par un seul module photovoltaïque.

Le présent document couvre non seulement les PCE connectés à un réseau public en courant alternatif à basse tension ou à une autre installation secteur en courant alternatif à basse tension, mais aussi les PCE connectés à un réseau en courant alternatif à moyenne ou haute tension avec ou sans transformateur de puissance abaisseur. Le présent document spécifie les exigences applicables aux PCE connectés à un réseau en courant alternatif à moyenne ou haute tension. Cependant, certaines exigences relatives à l'interconnexion au réseau sont traitées dans d'autres normes qui spécifient la qualité de l'alimentation ou les codes de réseau spécifiques à certains pays.

NOTE Les convertisseurs continu-continu utilisés dans les systèmes de production d'énergie photovoltaïque ne sont pas encore couverts par le présent document. Ils peuvent causer des interférences électromagnétiques en raison des perturbations conduites aux accès en courant continu.

Les PCE sont évalués suivant les exigences de CEM et font l'objet d'un essai de type réalisé sur un site d'essai. Le présent document spécifie les méthodes et conditions d'essai ainsi que les exigences d'émission et d'immunité pour les PCE, mais pas pour les modules photovoltaïques et autres composants BOS.

Lorsque la conformité aux exigences de CEM sur le site d'essai ne peut pas être démontrée pour des raisons techniques inhérentes à ce dernier, les PCE peuvent être évalués in situ, par exemple dans les locaux du fabricant, ou sur le terrain, lorsqu'ils sont assemblés en vue de former un système de production photovoltaïque. Cependant, seules les exigences d'émission à haute fréquence pour l'évaluation in situ sont spécifiées dans la norme CISPR 11.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 61000-3-2:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux*

*publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné  $\leq 16$  A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC TR 61000-3-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-6: Limits – Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems* (disponible en anglais seulement)

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

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

IEC TR 61000-3-14:2011, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-14: Assessment of emission limits for harmonics, interharmonics, voltage fluctuations and unbalance for the connection of disturbing installations to LV power systems* (disponible en anglais seulement)

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

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

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

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

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

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

IEC 61000-4-7:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

IEC 61000-4-7:2002/AMD1:2008

IEC 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

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

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

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 16-1-2:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites*

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

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **système de production d'énergie photovoltaïque** **système PV**

système de production d'énergie électrique qui utilise l'effet photovoltaïque pour convertir l'énergie solaire en électricité

#### 3.2

##### **composant BOS**

parties d'un système photovoltaïque autre que le champ photovoltaïque, y compris les interrupteurs, les équipements de commande, les compteurs, les appareils de conditionnement de l'énergie, la structure de support du groupe PV et les composants de stockage de l'énergie, le cas échéant

Note 1 à l'article: L'abréviation «BOS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «balance of system».

#### 3.3

##### **équipement de conversion de puissance** **PCE**

dispositif électrique convertissant une forme d'énergie électrique en une autre forme d'énergie électrique en tenant compte de la tension, du courant, de la fréquence, de la phase et du nombre de phases

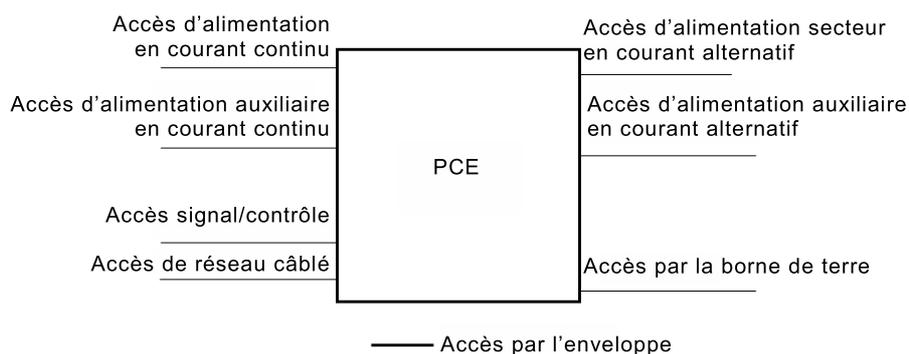
Note 1 à l'article: L'abréviation «PCE» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Power conversion equipment».

#### 3.4

##### **accès**

interface particulière du PCE avec l'environnement électromagnétique externe

Note 1 à l'article: Voir la Figure 1 pour des exemples d'accès.



IEC

**Figure 1 – Exemples d'accès****3.5****accès par l'enveloppe**

frontière physique du PCE à travers laquelle les champs électromagnétiques peuvent rayonner ou à laquelle ils peuvent se heurter

**3.6****accès d'alimentation secteur en courant alternatif**

accès utilisé pour le raccordement à un réseau public de distribution secteur d'énergie en courant alternatif à basse tension ou à une autre installation secteur en courant alternatif à basse tension

**3.7****accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif**

accès d'alimentation en courant alternatif supplémentaire utilisé à des fins autres que l'alimentation en courant alternatif

**3.8****accès d'alimentation en courant continu**

accès utilisé pour le raccordement à un système local de production d'énergie en courant continu à basse tension

**3.9****accès d'alimentation auxiliaire en courant continu**

accès d'alimentation en courant continu supplémentaire utilisé à des fins autres que l'alimentation en courant continu pour la conversion du courant continu en courant alternatif

**3.10****accès signal/contrôle**

accès destiné au raccordement de composants d'un PCE entre eux, ou entre un PCE et un équipement auxiliaire local, et utilisé conformément à ses spécifications fonctionnelles

Note 1 à l'article: La norme RS-232, le Bus Série Universel (USB), l'Interface Multimédia Haute Définition (HDMI), la norme IEEE 1394 («Fire Wire») et le fil pilote sont des exemples d'accès signal/contrôle.

**3.11****accès de réseau câblé**

point de connexion pour le transfert de la voix, des données et de la signalisation, destiné à être relié à des systèmes largement étendus par une connexion directe à un réseau de communication à un ou plusieurs utilisateurs

Note 1 à l'article: Il s'agit par exemple des antennes communautaires, des réseaux publics commutés, des réseaux numériques à intégration de services (RNIS), des réseaux xDLS, des réseaux locaux et autres réseaux similaires. Ces accès peuvent prendre en charge des câbles avec ou sans écran et peuvent également transporter du courant alternatif ou du courant continu lorsque cela fait partie intégrante de la spécification relative aux télécommunications.

**3.12****système et appareil électronique haute puissance**

un ou plusieurs équipements de conversion de puissance dont la puissance assignée combinée est supérieure à 75 kVA, ou système contenant ce type d'équipements

**3.13****basse tension****BT**

ensemble des niveaux de tension utilisés pour la distribution d'énergie électrique et dont la limite supérieure généralement admise est de 1 000 V en courant alternatif ou de 1 500 V en courant continu

**3.14****haute tension****HT**

- 1) dans un sens général, ensemble des niveaux de tension supérieurs à la basse tension
- 2) dans un sens restreint, ensemble des niveaux de tension les plus élevés utilisés dans les réseaux pour le transport massif d'électricité

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-27]

**3.15****moyenne tension****MT**

ensemble de niveaux de tension compris entre la basse et la haute tension

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-28, modifié – La note a été supprimée.]

**3.16****petit matériel**

matériel qui tient à l'intérieur d'un volume d'essai cylindrique imaginaire dont le diamètre ne dépasse pas 1,2 m et dont la hauteur au-dessus du plan au sol ne dépasse pas 1,5 m, y compris ses câbles

**3.17****essai de type**

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

**3.18****environnement résidentiel**

environnement caractérisé par le fait que le produit est directement (pas via un transformateur externe) connecté à un réseau public de distribution secteur d'énergie en courant alternatif à basse tension ou à une autre installation secteur en courant alternatif à basse tension

**3.19****environnement non résidentiel**

environnement caractérisé par un réseau séparé, alimenté à partir d'un transformateur de puissance dédié ou un transformateur haute ou moyenne tension

**3.20****PCE-MT**

PCE comprenant un transformateur moyenne tension

### **3.21**

#### **réseau fictif d'alimentation**

##### **AMN**

réseau qui fournit une impédance définie à l'appareil en essai (EUT) aux fréquences radioélectriques, accouple la tension perturbatrice au récepteur de mesure et désaccouple le circuit d'essai du réseau d'alimentation en courant alternatif à basse tension

Note 1 à l'article: L'abréviation «AMN» est dérivée du terme anglais développé correspondant «Artificial mains network».

### **3.22**

#### **réseau fictif en courant continu**

#### **réseau en courant continu fictif**

##### **DC-AN**

réseau fictif qui sert de terminaison définie de l'accès en essai de l'appareil en essai, fournissant également le découplage nécessaire des perturbations conduites provenant de la source d'alimentation en courant continu à basse tension de laboratoire

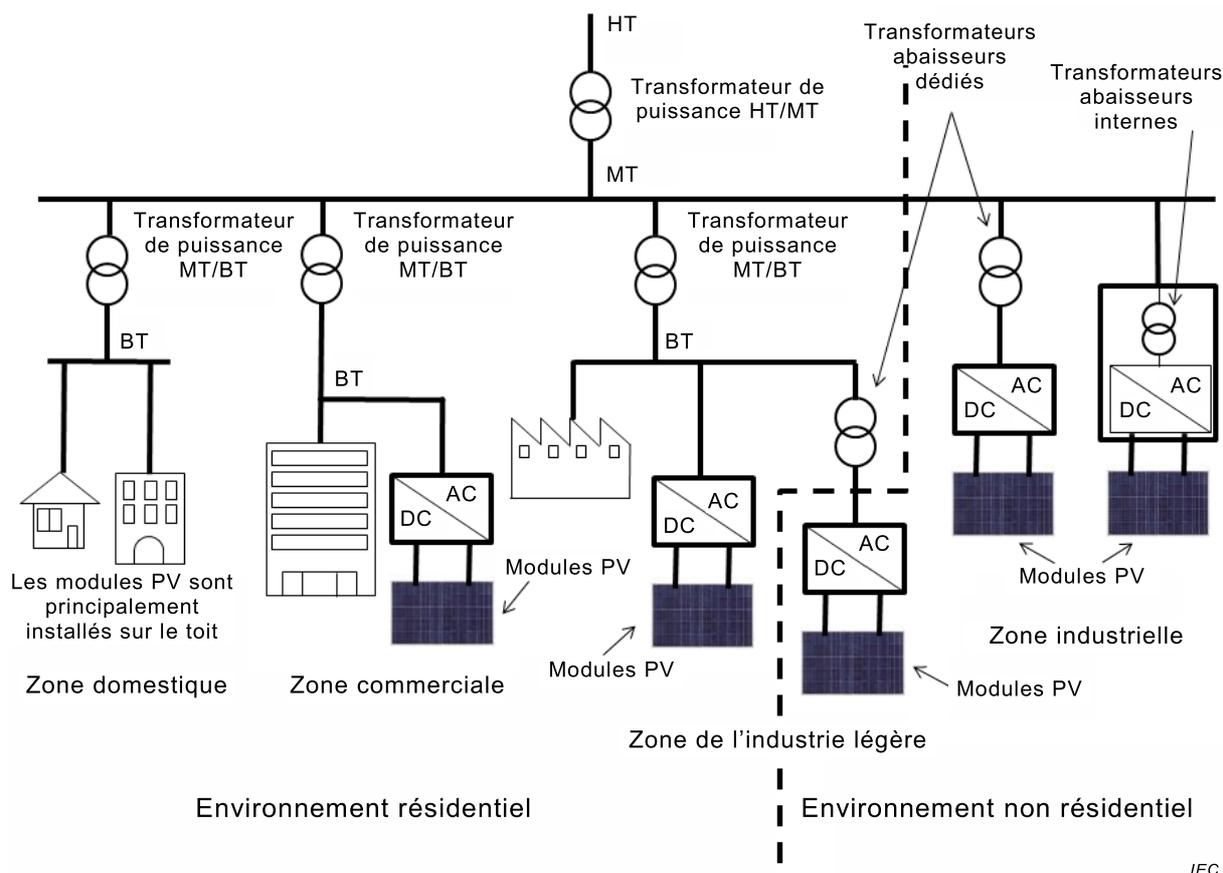
Note 1 à l'article: L'abréviation «DC-AN» est dérivée du terme anglais développé correspondant «d.c. artificial network».

## **4 Classification des PCE**

### **4.1 Catégories d'environnement**

Pour des raisons de simplicité et compte tenu de l'utilisation prévue des PCE dans les environnements ainsi que de la définition de ces derniers dans les normes CEM génériques, seules deux catégories sont définies dans le présent document pour les exigences d'émission et d'immunité: les environnements résidentiels et les environnements non résidentiels.

La Figure 2 donne des exemples d'installation de systèmes photovoltaïques dans les deux environnements. Il convient de confirmer la catégorie appropriée d'environnement conformément à la définition de chacun d'entre eux.



#### Légende

AC/DC Courant Alternatif / Courant Continu

**Figure 2 – Exemples d'installation de systèmes PV dans les deux environnements**

#### 4.2 Division en classes

À des fins d'harmonisation avec les normes de base, les normes génériques et les normes de famille de produits, le présent document définit deux classes d'équipements en fonction de la catégorie d'environnement. Il s'agit de la classe A et de la classe B, comme suit.

- Le PCE de classe A peut être utilisé dans les environnements non résidentiels.
- Le PCE de classe A doit satisfaire aux exigences de la classe A.
- Le PCE de classe B peut être utilisé dans les environnements résidentiels.
- Le PCE de classe B doit satisfaire aux exigences de la classe B.

Un PCE peut satisfaire aux exigences des deux classes. Ce PCE peut alors faire partie de la classe A et de la classe B et être utilisé dans les deux environnements.

#### 4.3 Informations à l'intention des utilisateurs

Le fabricant et/ou le fournisseur des PCE doivent s'assurer que l'utilisateur est informé de la classe, soit par l'étiquetage, soit par la documentation d'accompagnement.

Lorsqu'un PCE n'est pas adapté pour une utilisation dans des environnements résidentiels, son mode d'emploi doit inclure l'avertissement suivant.

Avertissement: Ce PCE n'est pas prévu pour une utilisation dans un environnement résidentiel et peut entraîner des perturbations radioélectriques, auquel cas il peut être exigé de l'utilisateur qu'il prenne des mesures d'atténuation supplémentaires contre le brouillage électromagnétique.

## **5 Montage d'essai pour l'essai de type**

### **5.1 Généralités**

Les essais d'émission et d'immunité des PCE peuvent être réalisés avec ou sans modules solaires photovoltaïques. Cependant, dans la mesure où seul le PCE est soumis aux essais, ces derniers peuvent être réalisés sans modules solaires photovoltaïques. Afin d'assurer la reproductibilité, une source d'alimentation en courant continu appropriée pouvant se substituer à l'énergie des modules solaires photovoltaïques est exigée afin que le PCE puisse recevoir une puissance et une tension en courant continu de manière constante et stable pendant les essais. En outre, ces sources de substitution en courant continu doivent être conçues de sorte que les harmoniques et la perturbation électromagnétique qu'elles génèrent n'influencent pas les résultats de l'essai.

De même, il convient d'utiliser une source d'alimentation de substitution appropriée en courant alternatif afin que le PCE puisse recevoir une fréquence et une tension en courant alternatif de manière constante et stable pendant les essais. Les harmoniques et la perturbation électromagnétique générés par la source d'alimentation en courant alternatif ne doivent pas influencer les résultats de l'essai.

La source d'alimentation de substitution en courant continu et la source d'alimentation en courant alternatif sont connectées à l'accès d'alimentation en courant continu et à l'accès d'alimentation secteur en courant alternatif. Les accès d'alimentation auxiliaire, le cas échéant, et s'ils sont nécessaires au fonctionnement normal du PCE, doivent être raccordés à chaque source d'alimentation pendant les essais.

### **5.2 Configuration des montages d'essai**

#### **5.2.1 Généralités**

Le PCE doit être placé dans une condition proche d'une condition d'installation réelle au cours des essais pour les exigences d'immunité et d'émission. Les câbles doivent être disposés conformément aux instructions des manuels d'installation fournis par les fabricants. Sauf si le fabricant en spécifie le montage au cours des essais, les couvercles et les panneaux d'accès doivent être montés dans une condition proche d'une condition de montage réelle. Cela ne s'applique pas lorsque le PCE est hors tension.

Les normes de base définissent les montages d'essai. Par conséquent, le présent document complète les normes de base et décrit les dispositions d'essai pour un PCE fixé au mur dans l'Annexe A.

Les micro-onduleurs peuvent être traités comme des PCE fixés au mur pour les exigences de CEM uniquement. Des exemples de configurations du montage d'essai pour des PCE fixés au mur peuvent être appliqués à un essai de type pour les micro-onduleurs.

Les accès d'alimentation en courant continu du PCE doivent être connectés à une source d'alimentation en courant continu appropriée. La tension en courant continu de cette source d'alimentation doit pouvoir être ajustée de manière à ce que le niveau de tension soit compris dans la plage de fonctionnement assignée du type de PCE respectif. Une source d'alimentation en courant continu dédiée dans les laboratoires d'essai, des jeux de batteries, ou également d'autres sources d'énergie en courant continu telles que des modules à piles à combustible peuvent être utilisés, à condition qu'ils permettent de générer une tension et un courant continus et stables et d'assurer d'autres conditions nécessaires au PCE dans les conditions assignées de fonctionnement au cours des essais.

Si le PCE comporte plusieurs accès d'alimentation en courant continu, il convient de connecter uniquement le nombre d'accès exigé aux sources d'alimentation en courant continu. Tous les autres accès d'alimentation en courant continu qui ne sont pas utilisés au cours des essais doivent présenter à leurs bornes des caractéristiques conformes aux normes de base et aux normes de famille de produits, par exemple une impédance de mode commun de 150  $\Omega$ . Plusieurs accès connectés électriquement en parallèle sont considérés comme représentant un seul accès.

Les accès d'alimentation secteur en courant alternatif du PCE doivent être connectés au réseau en courant alternatif ou à une source d'alimentation en courant alternatif dédiée installée dans les laboratoires d'essai. Il est recommandé d'installer des charges résistives en parallèle du PCE lorsque la législation ou les réglementations nationales limitent ou interdisent l'alimentation du réseau en courant alternatif ou lorsqu'il convient d'empêcher le flux de puissance vers la source d'alimentation en courant alternatif dédiée pour des raisons techniques inhérentes à la salle d'essai. Il est recommandé de fournir un moyen de réglage de la tension lorsque le PCE est connecté au réseau en courant alternatif.

L'installation de filtres d'antiparasitage et de transformateurs de puissance entre le PCE et les sources d'alimentation est facultative. Une fois installés, les filtres d'antiparasitage et les transformateurs de puissance ne doivent pas nuire au fonctionnement du PCE, et leur type ainsi que leurs spécifications doivent être consignés dans un rapport d'essai.

## **5.2.2 Montages pour l'essai d'immunité**

### **5.2.2.1 Décharge électrostatique**

Des instructions détaillées relatives au matériel d'essai, à la procédure d'essai et à la forme d'onde type du courant de décharge sont données dans l'IEC 61000-4-2. Un exemple de configuration d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur est donné en A.2.1.

Les spécifications d'un montage d'essai pour les essais après installation réalisés sur le PCE lors de l'installation finale sont données dans l'IEC 61000-4-2.

### **5.2.2.2 Perturbations rayonnées**

Des instructions détaillées relatives au matériel d'essai, à la méthode d'étalonnage et à la procédure d'essai sont données dans l'IEC 61000-4-3. Un exemple de configuration d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur est donné en A.2.2.

### **5.2.2.3 Transitoires électriques rapides en salves**

Des instructions détaillées relatives au matériel d'essai, à la procédure d'essai et à la forme d'onde type de la tension d'essai du courant de décharge sont données dans l'IEC 61000-4-4. Un exemple de configuration d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur est donné en A.2.3.

En raison de la limitation du courant assigné maximal admissible d'un réseau de couplage/découplage (RCD), le montage en série des RCD peut ne pas être réalisable. Dans ce cas, D.2.1 propose une méthode d'essai de remplacement. La Figure D.1 donne un exemple de montage pour un essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves (TER/S) de remplacement pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif des PCE haute puissance.

### **5.2.2.4 Onde de choc**

Des instructions détaillées relatives au matériel d'essai et à la procédure d'essai sont données dans l'IEC 61000-4-5. Un exemple de configuration d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur est donné en A.2.4. Si un réseau de couplage/découplage approprié n'est pas techniquement réalisable pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif ou les accès d'alimentation en courant continu des PCE haute puissance en raison de la

limitation du courant assigné maximal admissible du RCD, des méthodes de remplacement peuvent être utilisées. Un exemple de réseau de couplage/découplage de remplacement pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif est donné en D.2.2.

#### **5.2.2.5 Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques**

Des instructions détaillées relatives au matériel d'essai et à la méthode d'essai sont données dans l'IEC 61000-4-6. Un exemple de configuration d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur est donné en A.2.5.

Si les RCD décrits à l'Annexe D de l'IEC 61000-4-6:2013 ne sont pas techniquement utilisables en tant que dispositifs de découplage en raison de la forte puissance observée au niveau des accès d'alimentation secteur en courant alternatif du PCE, une méthode de remplacement peut être utilisée. Par exemple, le montage en parallèle des RCD peut être réalisé à la manière des dispositifs de couplage afin d'injecter les perturbations conduites dans les accès. Un exemple de montage en parallèle des RCD pour les accès d'alimentation en courant alternatif est décrit en D.2.3.

#### **5.2.2.6 Creux de tension et coupures**

Des instructions détaillées relatives au matériel d'essai et à la méthode d'essai sont données dans l'IEC 61000-4-11 ou l'IEC 61000-4-34. Un exemple de configuration d'un montage d'essai pour les essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension est également donné dans l'IEC 61000-4-11 ou l'IEC 61000-4-34. Un exemple de montage d'essai pour un PCE fixé au mur est donné en A.2.6.

### **5.2.3 Montages pour l'essai d'émissions à basse fréquence**

#### **5.2.3.1 Harmoniques**

Les harmoniques aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif doivent être évalués conformément à l'IEC 61000-3-2 ou à l'IEC 61000-3-12. Si les accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif sont connectés à un réseau public de distribution secteur d'énergie en courant alternatif à basse tension ou à une autre installation secteur en courant alternatif à basse tension, ils doivent également être évalués conformément à l'IEC 61000-3-2 ou à l'IEC 61000-3-12. Les exigences pour l'équipement de mesure sont définies dans l'IEC 61000-4-7. Des exemples de circuits de mesure pour les courants harmoniques sont donnés en B.2.1.

#### **5.2.3.2 Fluctuations de tension et papillotement**

Les fluctuations de tension et le papillotement aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif doivent être évalués conformément à l'IEC 61000-3-3 ou à l'IEC 61000-3-11. Si les accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif sont connectés à un réseau public de distribution secteur d'énergie en courant alternatif à basse tension ou à une autre installation secteur en courant alternatif à basse tension, ils doivent également être évalués conformément à l'IEC 61000-3-3 ou à l'IEC 61000-3-11. Des exemples de circuits d'essai sont donnés en B.2.2.

### **5.2.4 Montages pour l'essai d'émissions à haute fréquence**

#### **5.2.4.1 Perturbations conduites**

Le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant alternatif et en courant continu à basse tension doit être réalisé conformément au 8.2.2 de la CISPR 11:2015. Les accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif à basse tension doivent être mesurés à l'aide d'un réseau fictif d'alimentation, tel que spécifié dans la CISPR 16-1-2. Les accès d'alimentation auxiliaire en courant continu à basse tension doivent être mesurés à l'aide d'un réseau fictif d'alimentation en delta spécifié au 4.7 de la CISPR 16-1-2:2014 ou d'un réseau fictif d'alimentation en courant continu (DC-AN) spécifié à l'Annexe I de la CISPR 11:2015. La

Figure C.1 et la Figure C.2 représentent des exemples de configurations d'un montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites à l'aide de réseaux artificiels.

Si des réseaux artificiels appropriés ne sont pas techniquement réalisables pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation du PCE, les réseaux artificiels étant connectés en série à ces accès en raison de la limitation de leur courant assigné maximal admissible, une méthode d'essai de remplacement peut être appliquée. D.2.4 décrit une méthode d'essai de remplacement qui applique l'utilisation de réseaux artificiels comme sondes de tension.

Plusieurs exemples de configurations d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur sont représentés à la Figure A.10, à la Figure A.11 et à la Figure A.12.

Le mesurage des perturbations conduites aux accès signal/contrôle doit être réalisé conformément au Tableau A.10 de la CISPR 32:2015. Les dispositions de mesure sont décrites en C.4.1.1 et à l'Annexe D de la CISPR 32:2015. Des réseaux artificiels asymétriques ou des sondes de courant doivent être utilisés pour mesurer les émissions conduites en mode asymétrique aux accès signal/contrôle.

#### **5.2.4.2 Perturbations rayonnées**

L'essai d'émissions rayonnées à haute fréquence peut être réalisé dans une chambre semi-anéchoïque ou un site d'essai en espace libre. Conformément aux spécifications de la CISPR 11:2015, les PCE de la classe A peuvent être mesurés à une distance de 3 m, 10 m ou 30 m, et les PCE de la classe B à une distance de 3 m ou 10 m. Le mesurage des perturbations rayonnées avec une distance de séparation de 3 m est autorisé uniquement pour les PCE conformes à la définition donnée en 3.16. Des exemples d'un montage type pour des PCE de table et posés au sol sont donnés au 7.5.1 de la CISPR 11:2015/CISPR 11:2015/AMD1:2016. Un exemple de configuration d'un montage d'essai pour le mesurage des perturbations rayonnées pour un PCE fixé au mur est donné en A.3.2.

## **6 Conditions de fonctionnement au cours des essais**

### **6.1 Généralités**

Le présent document définit les deux modes de fonctionnement suivants pour les essais de conformité.

Mode veille: Le PCE est connecté au réseau en courant alternatif et mis sous tension, mais ne produit pas d'énergie ou n'alimente pas le réseau en courant alternatif. Il n'est pas nécessaire que le niveau de tension aux accès d'alimentation en courant continu soit compris dans la plage de fonctionnement assignée.

Mode de fonctionnement: Le PCE est exploité à un point de fonctionnement auquel il alimente le réseau en courant alternatif. Le niveau de tension aux accès d'alimentation en courant continu doit être compris dans la plage de fonctionnement assignée.

### **6.2 Conditions de fonctionnement pour l'essai d'immunité**

L'essai d'immunité doit être réalisé dans la plage de fonctionnement normale spécifiée par le fabricant.

L'essai d'immunité aux décharges électrostatiques doit être réalisé dans les conditions de fonctionnement du PCE en mode veille et en mode de fonctionnement. Le PCE doit être continuellement exploité à son point de fonctionnement le plus sensible, lequel est spécifié par le fabricant ou doit être déterminé par des essais préliminaires.

L'essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques, l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves et l'essai d'immunité aux ondes de choc doivent être réalisés en mode de fonctionnement.

Il convient d'effectuer l'essai d'immunité aux ondes de choc en mode veille avec les relais ouverts. Si des relais sont installés côté courant alternatif et/ou côté courant continu, un état avec relais ouverts peut représenter le cas le plus défavorable en matière d'immunité aux ondes de choc car des charges et/ou des sources sont manquantes.

L'essai d'immunité aux perturbations conduites induites par les champs radioélectriques ainsi que l'essai d'immunité aux creux et coupures de tension doivent également être réalisés en mode de fonctionnement. Au cours des essais, il est recommandé de faire fonctionner le PCE à la puissance d'alimentation maximale du réseau en courant alternatif. Si la puissance d'alimentation maximale n'est pas techniquement réalisable en raison de la limitation de la puissance maximale, du niveau de tension en courant continu de l'alimentation et du matériel d'essai dans le laboratoire, il peut être nécessaire de réaliser des essais d'investigation en vue d'ajuster la puissance d'alimentation du PCE et le niveau de tension en courant continu aux accès d'alimentation en courant continu.

### **6.3 Conditions de fonctionnement pour l'essai d'émissions à basse fréquence**

L'essai d'émissions à basse fréquence doit être réalisé dans les conditions normales de fonctionnement spécifiées par le fabricant.

Les mesurages des courants harmoniques, des fluctuations de tension et du papillotement doivent être réalisés en mode de fonctionnement. Les essais doivent être réalisés à 25 %, 50 % et 100 % de la puissance nominale. La tolérance de la puissance nominale ne doit pas dépasser 5 %.

Pour les émissions à basse fréquence, il convient de tenir compte du facteur de puissance.

### **6.4 Conditions de fonctionnement pour l'essai d'émissions à haute fréquence**

Les conditions de fonctionnement pour l'essai d'émissions à haute fréquence doivent être ajustées de manière à augmenter le plus possible le niveau d'émission dans les conditions normales de fonctionnement définies dans le manuel d'utilisation du matériel, à moins que des conditions de fonctionnement particulières pour l'essai ne soient spécifiées par le fabricant.

NOTE Le niveau de tension le plus élevé et le plus bas aux accès d'alimentation en courant continu lorsque le PCE produit une puissance assignée est le point de fonctionnement type le plus défavorable concernant les émissions à haute fréquence.

Au cours des essais, il est recommandé de faire fonctionner le PCE à la puissance d'alimentation maximale du réseau en courant alternatif. Si la puissance d'alimentation maximale n'est pas techniquement réalisable en raison de la limitation de la puissance maximale et du niveau de tension en courant continu du matériel d'essai tel que les alimentations dans les laboratoires, il peut être nécessaire d'ajuster la puissance d'alimentation du PCE et le niveau de tension en courant continu aux accès d'alimentation en courant continu afin de réaliser des essais d'investigation.

## **7 Exigences d'immunité**

### **7.1 Exigences**

Les exigences d'immunité du Tableau 1 doivent être appliquées aux PCE de la classe B. Le Tableau 2 présente les exigences d'immunité appliquées aux PCE de la classe A.

**Tableau 1 – Exigences d'immunité pour les PCE de la classe B**

Accès	Phénomène	Norme de référence pour la méthode d'essai	Niveau d'essai	Critères de performance
Enveloppe	Décharge électrostatique (DES)	IEC 61000-4-2	Décharge au contact de $\pm 4$ kV décharge dans l'air de $\pm 8$ kV	B
	Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	IEC 61000-4-3	80 MHz à 1 000 MHz 3 V/m MA de 80 % (1 kHz)	A
	Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	IEC 61000-4-3	1,4 GHz à 6 GHz 3 V/m MA de 80 % (1 kHz)	A
Alimentation en courant alternatif	Transitoire électrique rapide en salves	IEC 61000-4-4	$\pm 1$ kV 5 kHz ou 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Onde de choc	IEC 61000-4-5	$\pm 1$ kV (entre phases) $\pm 2$ kV (phase-terre)	B
	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	0,15 MHz à 80 MHz 3 V MA de 80 % (1 kHz)	A
Alimentation en courant continu	Transitoire électrique rapide en salves	IEC 61000-4-4	$\pm 0,5$ kV 5 kHz ou 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Onde de choc <sup>c</sup>	IEC 61000-4-5	$\pm 0,5$ kV (entre phases) $\pm 1$ kV (phase-terre)	B
	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	0,15 MHz à 80 MHz 3 V MA de 80 % (1 kHz)	A
Signal et contrôle (réseau câblé)	Transitoire électrique rapide en salves <sup>b</sup>	IEC 61000-4-4	$\pm 0,5$ kV 5 kHz ou 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	0,15 MHz à 80 MHz 3 V MA de 80 % (1 kHz)	A
<p><sup>a</sup> L'essai peut être réalisé à une seule fréquence de répétition ou aux deux. Il est courant d'utiliser la fréquence de répétition de 5 kHz. Néanmoins, 100 kHz est plus proche de la réalité.</p> <p><sup>b</sup> Applicable uniquement aux accès ou interfaces dont la longueur totale des câbles peut dépasser 3 m conformément à la spécification fonctionnelle du fabricant.</p> <p><sup>c</sup> Applicable uniquement aux accès dont la longueur totale des câbles peut dépasser 30 m conformément à la spécification fonctionnelle du fabricant. Dans le cas d'un câble avec écran, un couplage direct à l'écran est appliqué. Cette exigence d'immunité ne s'applique pas aux bus de terrain ni à d'autres interfaces de signal lorsque l'utilisation de dispositifs de protection contre les surtensions n'est pas réalisable en pratique pour des raisons techniques. L'essai n'est pas exigé lorsque le fonctionnement normal ne peut pas être atteint en raison de l'impact du RCD sur le PCE même si une méthode d'essai de remplacement présentée en D.2.2 est appliquée.</p>				

**Tableau 2 – Exigences d’immunité pour les PCE de la classe A**

Accès	Phénomène	Norme de référence pour la méthode d’essai	Niveau d’essai	Critères de performance
Enveloppe	Décharge électrostatique (DES)	IEC 61000-4-2	Décharge au contact de $\pm 4$ kV décharge dans l’air de $\pm 8$ kV	B
	Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	IEC 61000-4-3	80 MHz à 1 000 MHz 10 V/m MA de 80 % (1 kHz)	A
	Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	IEC 61000-4-3	1,4 GHz à 6 GHz 3 V/m MA de 80 % (1 kHz)	A
Alimentation en courant alternatif	Transitoire électrique rapide en salves <sup>b</sup>	IEC 61000-4-4	$\pm 2$ kV 5 kHz ou 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Onde de choc <sup>b</sup>	IEC 61000-4-5	$\pm 1$ kV (entre phases) $\pm 2$ kV (phase-terre)	B
	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques <sup>b</sup>	IEC 61000-4-6	0,15 MHz à 80 MHz 10 V MA de 80 % (1 kHz)	A
Alimentation en courant continu	Transitoire électrique rapide en salves	IEC 61000-4-4	$\pm 1$ kV 5 kHz ou 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Onde de choc <sup>d</sup>	IEC 61000-4-5	$\pm 0,5$ kV (entre phases) $\pm 1$ kV (phase-terre)	B
	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	0,15 MHz à 80 MHz 10 V MA de 80 % (1 kHz)	A
Signal et contrôle (réseau câblé)	Transitoire électrique rapide en salves <sup>c</sup>	IEC 61000-4-4	$\pm 1$ kV 5 kHz ou 100 kHz <sup>a</sup>	B
	Onde de choc <sup>d</sup>	IEC 61000-4-5	$\pm 1$ kV (phase-terre)	B
	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	0,15 MHz à 80 MHz 10 V MA de 80 % (1 kHz)	A
<p><sup>a</sup> L’essai peut être réalisé à une seule fréquence de répétition ou aux deux. Il est courant d’utiliser la fréquence de répétition de 5 kHz. Néanmoins, 100 kHz est plus proche de la réalité.</p> <p><sup>b</sup> Le PCE-MT peut être soumis à l’essai en basse tension dans le cas où le matériel d’essai n’est pas utilisable en moyenne tension.</p> <p><sup>c</sup> Applicable uniquement aux accès ou interfaces dont la longueur totale des câbles peut dépasser 3 m conformément à la spécification fonctionnelle du fabricant.</p> <p><sup>d</sup> Applicable uniquement aux accès dont la longueur totale des câbles peut dépasser 30 m conformément à la spécification fonctionnelle du fabricant. Dans le cas d’un câble avec écran, un couplage direct à l’écran est appliqué. Cette exigence d’immunité ne s’applique pas aux bus de terrain ni à d’autres interfaces de signal lorsque l’utilisation de dispositifs de protection contre les surtensions n’est pas réalisable en pratique pour des raisons techniques. L’essai n’est pas exigé lorsque le fonctionnement normal ne peut pas être atteint en raison de l’impact du RCD sur le PCE même si une méthode d’essai de remplacement présentée en D.2.2 est appliquée.</p>				

Dans certains pays, les exigences d’immunité aux creux et coupures de tension sont spécifiées avec leurs propres codes de réseau. Ces exigences peuvent devoir être appliquées dans le but de se conformer aux réglementations nationales ou à l’accord contractuel passé

entre les fabricants et les gestionnaires de réseaux en courant alternatif. Lorsque ces exigences sont appliquées, les exigences d'immunité aux creux et coupures de tension spécifiées dans l'IEC 61000 (toutes les parties) peuvent être omises.

Si les exigences d'immunité aux creux et coupures de tension sont nécessaires en tant qu'exigences de CEM, les normes et niveaux d'immunité appropriés donnés dans le Tableau 3 pour les PCE destinés à être utilisés dans des environnements résidentiels et dans le Tableau 4 pour les PCE destinés à être utilisés dans des environnements autres que résidentiels doivent s'appliquer.

**Tableau 3 – Exigences d'immunité aux creux et coupures de tension pour les PCE de la classe B**

Accès	Phénomène	Norme de référence pour la méthode d'essai	Niveau d'essai	Critères de performance
Alimentation en courant alternatif	Creux de tension	IEC 61000-4-11 (jusqu'à 16 A) IEC 61000-4-34 (supérieur à 16 A)	0 %, 0,5 cycle 0 %, 1 cycle 70 %, 25/30 cycles à 50 Hz/60 Hz (% de tension résiduelle)	B B C
	Coupure de tension		0 %, 250/300 cycles à 50 Hz/60 Hz (% de tension résiduelle)	C

**Tableau 4 – Exigences d'immunité aux creux et coupures de tension pour les PCE de la classe A**

Accès	Phénomène	Norme de référence pour la méthode d'essai	Niveau d'essai	Critères de performance
Alimentation en courant alternatif	Creux de tension <sup>a</sup>	IEC 61000-4-11 (jusqu'à 16 A) IEC 61000-4-34 (supérieur à 16 A)	0 %, 1 cycle 40 %, 10/12 cycles à 50 Hz/60 Hz 70 %, 25/30 cycles à 50 Hz/60 Hz (% de tension résiduelle)	B C C
	Coupure de tension <sup>a</sup>		0 %, 250/300 cycles à 50 Hz/60 Hz (% de tension résiduelle)	C

<sup>a</sup> Cette exigence n'est pas applicable pour les PCE-MT.

## 7.2 Critères de performance

Les critères de performance sont présentés au Tableau 5. Une description et une définition précises du critère de performance doivent être fournies par le fabricant et notées dans le rapport d'essai sur la base des critères suivants.

**Tableau 5 – Critères de performance pour les essais d'immunité**

Élément	Critère A	Critère B	Critère C
État de fonctionnement	Pas de modification notable de l'état de fonctionnement. Fonctionne comme prévu.	Modifications notables de la caractéristique de fonctionnement. Autorécupérable	Arrêt, modifications de l'état de fonctionnement. Déclenchement des dispositifs de protection. Non autorécupérable
Puissance	La puissance ne peut pas varier de plus de 25 %.	La puissance peut varier temporairement de plus de 25 %. Autorécupérable	Perte de puissance. Non autorécupérable
Indications externes et internes et comptage	Pas de modification notable de l'état de fonctionnement.	Varie uniquement pendant l'essai	Arrêt, déclenchement des dispositifs de protection. Non autorécupérable
Signal de commande envoyé aux dispositifs externes	Communication et échange de données non perturbés avec les dispositifs externes	Communication temporairement perturbée, mais aucun rapport d'erreur des dispositifs internes ou externes susceptibles de provoquer un arrêt	Erreurs dans la communication, perte de données et d'informations. Aucune perte du programme enregistré et du programme utilisateur. Non autorécupérable

## 8 Exigences d'émission

### 8.1 Basse fréquence

L'essai d'émissions à basse fréquence doit être réalisé uniquement pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif des PCE connectés à des réseaux d'alimentation à basse tension. L'exigence suivante n'est pas applicable pour les PCE-MT.

L'essai d'émissions à basse fréquence doit être appliqué à n'importe quel accès d'alimentation en courant alternatif, y compris aux accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif qui sont connectés à un réseau public de distribution secteur d'énergie en courant alternatif à basse tension ou à une autre installation secteur en courant alternatif à basse tension.

L'IEC 61000-3-2 peut être appliquée aux produits ayant un courant inférieur ou égal à 16 A et l'IEC 61000-3-12 aux produits ayant un courant inférieur ou égal à 75 A.

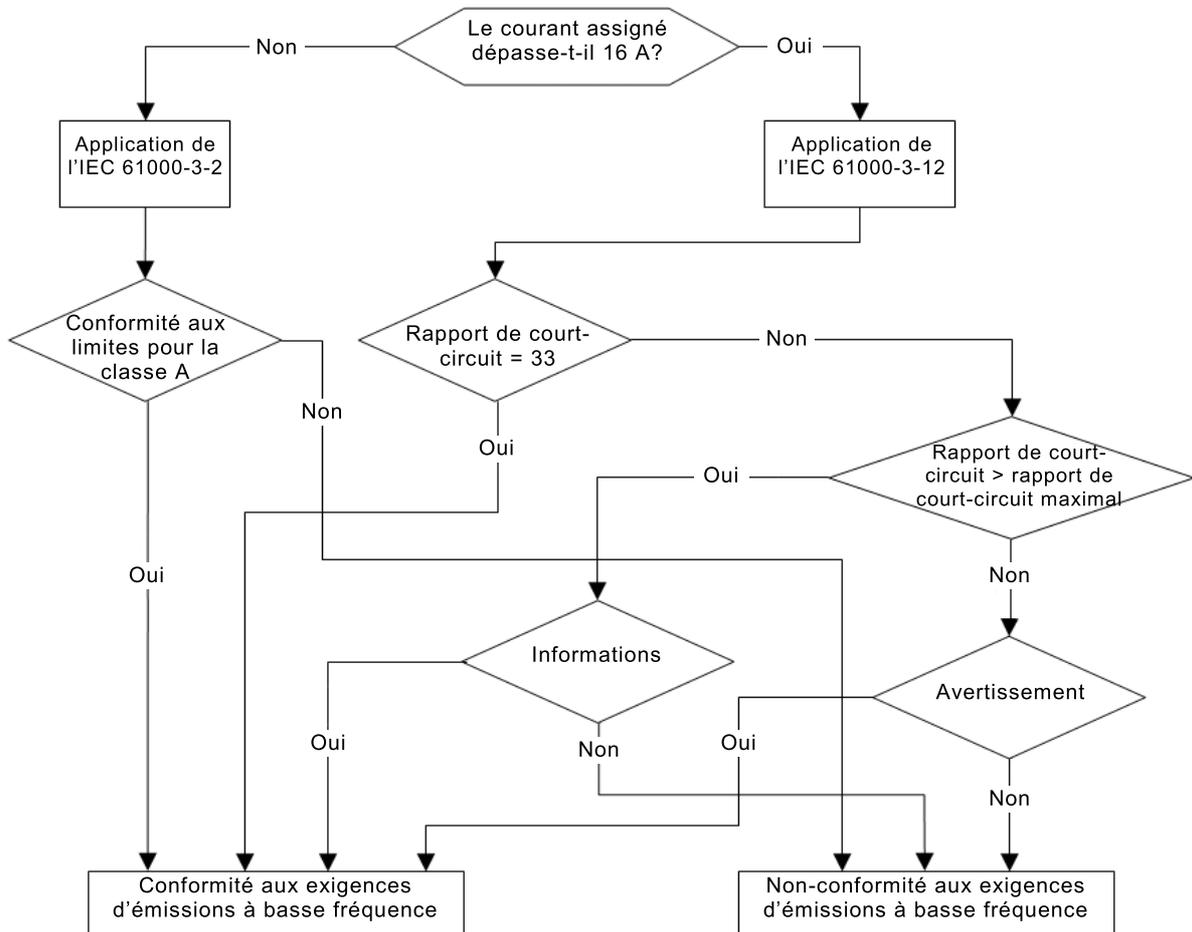
Pour les produits ayant un courant supérieur à 75 A, il est recommandé de suivre les conseils des gestionnaires de réseau de distribution pour connaître le niveau d'harmoniques approprié. Pour les emplacements industriels ou privés, il est nécessaire de définir les niveaux au niveau de l'installation en tenant compte des informations des gestionnaires locaux de réseau de distribution. Voir les limites d'installation de l'IEC TR 61000-3-6 pour les produits haute puissance connectés aux réseaux moyenne et haute tension et les limites d'installation de l'IEC 61000-3-14 pour les produits haute puissance connectés aux réseaux basse tension.

Un diagramme de flux représentant les procédures d'évaluation et d'essai pour l'évaluation des harmoniques est donné à la Figure 3.

L'IEC 61000-3-3 est appliquée pour les PCE basse tension ayant un courant inférieur ou égal à 16 A, et l'IEC 61000-3-11 est appliquée pour les PCE basse tension ayant un courant inférieur ou égal à 75 A, la limite du Pst (papillotement de courte durée) étant égale à 1,0 pour les générateurs exportant de l'énergie vers le réseau d'alimentation. Pour les PCE ayant un courant supérieur à 75 A, il est recommandé de suivre la méthode d'essai spécifiée dans

l'IEC 61000-3-11. En l'absence de limites, il convient que les fabricants fournissent des fiches techniques aux gestionnaires de réseau de distribution afin de démontrer la performance des PCE.

Un diagramme de flux représentant les procédures d'évaluation et d'essai pour l'évaluation des fluctuations de tension et du papillotement est donné à la Figure 4.



IEC

**Figure 3 – Présentation des exigences concernant les harmoniques pour un courant inférieur ou égal à 75 A**

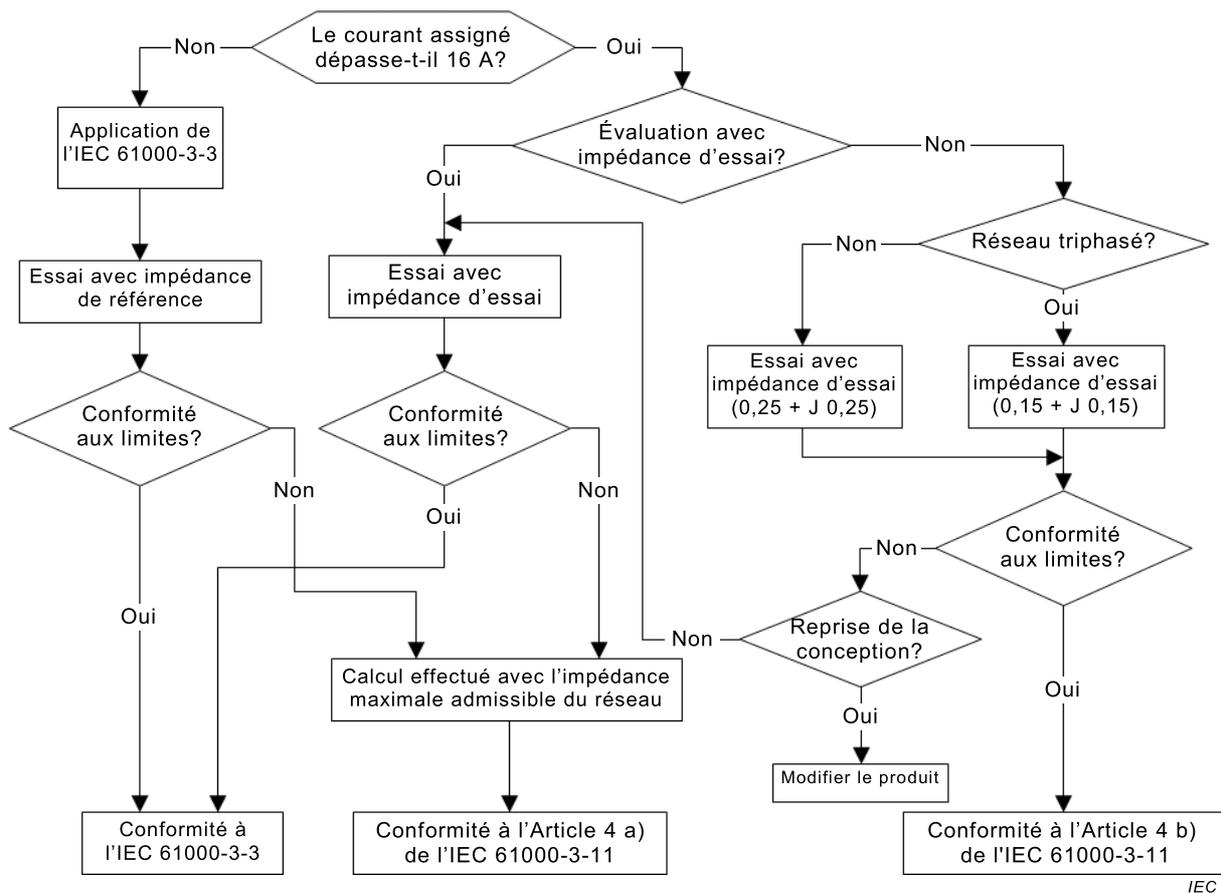


Figure 4 – Présentation des exigences concernant les variations de tension pour un courant inférieur ou égal à 75 A

## 8.2 Haute fréquence

### 8.2.1 Émission conduite

#### 8.2.1.1 Généralités

Des réseaux artificiels doivent être utilisés comme instruments de mesure pour les essais de conformité (voir la CISPR 16-1-2 et la CISPR 11). Une sonde de tension à haute impédance peut être appliquée aux essais préliminaires afin que les réseaux artificiels puissent être protégés contre les tensions perturbatrices excessives.

NOTE L'application de la sonde de tension à haute impédance entraîne un léger affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) et peut augmenter le niveau de la tension perturbatrice.

#### 8.2.1.2 Limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation en courant alternatif

Les limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation secteur en courant alternatif dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz pour les PCE mesurés sur un site d'essai sont données dans le Tableau 6 et le Tableau 7. Le Tableau 6 concerne les PCE de la classe A et le Tableau 7 les PCE de la classe B.

Les limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif sont fournies dans le Tableau 6 et le Tableau 7. Le choix de l'ensemble approprié de limites à chaque accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif doit reposer sur la puissance assignée en courant alternatif indiquée par le fabricant.

**Tableau 6 – Limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation secteur en courant alternatif pour les PCE de la classe A mesurés sur un site d'essai**

Plage de fréquences MHz	Puissance assignée $\leq 20$ kVA		Puissance assignée $> 20$ kVA <sup>a</sup>		Système et appareil électronique haute puissance, puissance assignée $> 75$ kVA <sup>b</sup>	
	Quasi-crête dB( $\mu$ V)	Moyenne dB( $\mu$ V)	Quasi-crête dB( $\mu$ V)	Moyenne dB( $\mu$ V)	Quasi- crête dB( $\mu$ V)	Moyenne dB( $\mu$ V)
0,15 à 0,50	79	66	100	90	130	120
0,50 à 5	73	60	86	76	125	115
5 à 30	73	60	90 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 73	80 60	115	105

À la fréquence de transition, la limite la plus stricte doit s'appliquer.

Pour les PCE de la classe A destinés à être connectés uniquement à des réseaux de distribution de puissance industriels mis à la terre à neutre isolé ou à forte impédance (voir l'IEC 60364-1), les limites pour les équipements de puissance assignée supérieure à 75 kVA peuvent être appliquées.

Les limites s'appliquent uniquement aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif à basse tension.

Le choix de l'ensemble approprié de limites doit reposer sur la puissance assignée en courant alternatif indiquée par le fabricant.

<sup>a</sup> Ces limites s'appliquent aux équipements de puissance assignée supérieure à 20 kVA et destinés à être connectés à un transformateur ou un générateur de puissance dédié, et qui ne sont pas connectés à des lignes électriques aériennes basse tension (BT). Dans le cas d'un PCE non destiné à être connecté à un transformateur de puissance spécifique à l'utilisateur, les limites pour une puissance inférieure ou égale à 20 kVA s'appliquent. Le fabricant et/ou le fournisseur doivent communiquer des informations sur les mesures d'installation qui peuvent être mises en œuvre pour réduire les émissions en provenance du PCE installé. Il doit notamment être indiqué que ce PCE est destiné à être connecté à un transformateur ou à un générateur de puissance dédié et non à des lignes électriques aériennes BT.

<sup>b</sup> Ces limites s'appliquent uniquement aux systèmes et appareils électroniques haute puissance de puissance assignée supérieure à 75 kVA lorsqu'ils sont destinés à être installés de la manière suivante:

- l'installation est alimentée par un transformateur ou un générateur de puissance dédié qui n'est pas connecté à des lignes électriques aériennes BT;
- l'installation est physiquement séparée des environnements résidentiels par une distance supérieure à 30 m ou par une structure faisant obstacle aux phénomènes rayonnés;
- le fabricant et/ou le fournisseur doivent indiquer que cet équipement ne dépasse pas les limites de la tension perturbatrice pour les systèmes et appareils électroniques haute puissance de puissance d'entrée assignée supérieure à 75 kVA et communiquer des informations sur les mesures d'installation à appliquer par l'installateur. En particulier, il doit être indiqué que ce PCE est destiné à être utilisé dans une installation qui est alimentée par un transformateur ou un générateur de puissance dédié et non par des lignes électriques aériennes BT.

NOTE Une puissance d'entrée ou de sortie assignée de 20 kVA correspond par exemple à un courant d'environ 29 A par phase dans le cas de réseaux d'alimentation triphasés de 400 V et à un courant d'environ 58 A par phase dans le cas de réseaux d'alimentation triphasés de 200 V.

**Tableau 7 – Limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation secteur en courant alternatif pour les PCE de la classe B mesurés sur un site d'essai**

Plage de fréquences MHz	Quasi-crête dB (µV)	Moyenne dB (µV)
0,15 à 0,50	66 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 56	56 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 46
0,50 à 5	56	46
5 à 30	60	50
À la fréquence de transition, la limite la plus stricte doit s'appliquer.		

**8.2.1.3 Limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation en courant continu**

Les limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation en courant continu dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz pour les PCE mesurés sur un site d'essai sont données dans le Tableau 8 et le Tableau 9. Le Tableau 8 concerne les PCE de la classe A et le Tableau 9 les PCE de la classe B.

Les limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation auxiliaire en courant continu sont fournies dans le Tableau 8 et le Tableau 9. Le choix de l'ensemble approprié de limites à chaque accès d'alimentation auxiliaire en courant continu doit reposer sur la puissance assignée en courant alternatif indiquée par le fabricant.

**Tableau 8 – Limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation en courant continu pour les PCE de la classe A mesurés sur un site d'essai**

Plage de fréquences MHz	Puissance assignée ≤ 20 kVA		Puissance assignée > 20 kVA à ≤ 75 kVA		Puissance assignée > 75 kVA	
	Limites de tension		Limites de tension		Limites de tension	
	Quasi-crête dB(µV)	Moyenne dB(µV)	Quasi-crête dB(µV)	Moyenne dB(µV)	Quasi-crête dB(µV)	Moyenne dB(µV)
0,15 à 5	97 à 89	84 à 76	116 à 106	106 à 96	132 à 122	122 à 112
5 à 30	89 à 89	76 à 76	106 à 89	96 à 76	122 à 105	112 à 92
Dans certaines plages de fréquences, les limites spécifiées dans ce tableau diminuent de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence.						
Le choix de l'ensemble approprié de limites doit reposer sur la puissance assignée en courant alternatif indiquée par le fabricant.						

**Tableau 9 – Limites de la tension perturbatrice à l'accès d'alimentation en courant continu pour les PCE de la classe B mesurés sur un site d'essai**

Plage de fréquences MHz	Quasi-crête dB(μV)	Moyenne dB(μV)
0,15 à 0,50	84 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 74	74 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 64
0,50 à 30	74	64

Les limites spécifiées dans ce tableau peuvent faire l'objet de modifications dans la prochaine édition du présent document, lorsqu'une expérience supplémentaire aura été acquise et que les recherches en matière de modélisation auront été achevées.

**8.2.1.4 Limites de la tension perturbatrice à l'accès de réseau câblé et à l'accès signal/contrôle**

Les limites de la tension perturbatrice à l'accès de réseau câblé dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz pour les PCE mesurés sur un site d'essai sont données dans le Tableau 10 et le Tableau 11. Le Tableau 10 concerne les PCE de la classe A et le Tableau 11 les PCE de la classe B. L'accès signal/contrôle doit être mesuré si la longueur du câble connecté à l'accès signal/contrôle dépasse 30 m, et les résultats de mesure doivent être évalués à l'aide du Tableau 10 et du Tableau 11.

**Tableau 10 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) à l'accès câblé pour les PCE de la classe A**

Plage de fréquences MHz	Quasi-crête dB(μV) / dB(μA)	Moyenne dB(μV) / dB(μA)
0,15 à 0,50	97 / 53 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 87 / 43	84 / 40 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 74 / 30
0,50 à 30	87 / 43	74 / 30

**Tableau 11 – Limites des perturbations conduites de mode commun (mode asymétrique) à l'accès câblé pour les PCE de la classe B**

Plage de fréquences MHz	Quasi-crête dB(μV) / dB(μA)	Moyenne dB(μV) / dB(μA)
0,15 à 0,50	84 / 40 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 74 / 30	74 / 30 Diminue de manière linéaire avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 64 / 20
0,50 à 30	74 / 30	64 / 20

### 8.2.2 Émission rayonnée

Les mesurages doivent être réalisés à l'aide du matériel d'essai référencé dans la CISPR 11, selon le cas. Les limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les PCE mesurés sur un site d'essai sont données dans le Tableau 12 et le Tableau 13. Le Tableau 12 concerne les PCE de la classe A et le Tableau 13 les PCE de la classe B.

**Tableau 12 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les PCE de la classe A mesurés sur un site d'essai**

Plage de fréquences MHz	Distance de mesure de 10 m Puissance assignée de		Distance de mesure de 3 m <sup>b</sup> Puissance assignée de	
	≤ 20 kVA <sup>c</sup>	> 20 kVA <sup>a, c</sup>	≤ 20 kVA <sup>c</sup>	> 20 kVA <sup>a, c</sup>
	Quasi-crête dB(μV/m)	Quasi-crête dB(μV/m)	Quasi-crête dB(μV/m)	Quasi-crête dB(μV/m)
30 à 230	40	50	50	60
230 à 1 000	47	50	57	60

Sur un site d'essai, le matériel de classe A peut être mesuré à une distance nominale de 3 m, 10 m ou 30 m. Une distance de mesure inférieure à 10 m est autorisée uniquement pour le matériel conforme à la définition donnée en 3.16. Dans le cas de mesurages réalisés à une distance de séparation de 30 m, un facteur inversement proportionnel de 20 dB par décade doit être utilisé pour normaliser les données mesurées à la distance spécifiée afin de déterminer la conformité.

À la fréquence de transition, la limite la plus stricte doit s'appliquer.

<sup>a</sup> Ces limites s'appliquent au matériel de puissance assignée supérieure à 20 kVA et destiné à être utilisé dans des emplacements dans lesquels la distance qui le sépare des communications radio sensibles aux tiers est supérieure à 30 m. Le fabricant doit indiquer dans la documentation technique que ce matériel est destiné à être utilisé dans des emplacements dans lesquels la distance qui le sépare des services radio sensibles aux tiers est supérieure à 30 m. Si ces conditions ne sont pas réunies, les limites pour une puissance assignée inférieure ou égale à 20 kVA s'appliquent.

<sup>b</sup> La distance de séparation de 3 m s'applique uniquement au petit matériel satisfaisant au critère de taille défini en 3.16.

<sup>c</sup> Le choix de l'ensemble approprié de limites doit reposer sur la puissance assignée en courant alternatif indiquée par le fabricant.

**Tableau 13 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les PCE de la classe B mesurés sur un site d'essai**

Plage de fréquences MHz	Distance de mesure de 10 m	Distance de mesure de 3 m <sup>a</sup>
	Quasi-crête dB(μV/m)	Quasi-crête dB(μV/m)
30 à 230	30	40
230 à 1 000	37	47

Sur un site d'essai, le matériel de classe B peut être mesuré à une distance nominale de 3 m ou 10 m.

À la fréquence de transition, la limite la plus stricte doit s'appliquer.

<sup>a</sup> La distance de séparation de 3 m s'applique uniquement au petit matériel satisfaisant au critère de taille défini en 3.16.

## **9 Résultats de l'essai et rapport d'essai**

Les résultats de l'essai doivent être documentés dans un rapport d'essai complet et suffisamment détaillé pour permettre la répétabilité de l'essai. Le rapport doit fournir suffisamment de données sur l'identification des produits et l'essai. Il doit présenter de manière claire, non ambiguë et objective toutes les informations pertinentes relatives aux essais telles que les conditions de fonctionnement, la longueur des câbles et la connexion de terre.

Une description du montage d'essai, y compris du matériel d'essai et de la disposition des câbles au cours de l'essai, doit être donnée. Une définition détaillée des critères d'acceptation choisis ainsi que les raisons de leur choix doivent être fournies par le fabricant et notées dans le rapport d'essai. Le rapport doit spécifier les valeurs mesurées réelles pour chaque essai et les relier aux valeurs limites.

Les essais doivent être réalisés individuellement comme des essais uniques. Ils peuvent être effectués dans n'importe quel ordre. Les unités identiques peuvent être utilisées dans le cadre d'essais en parallèle et ces renseignements doivent être documentés dans le rapport d'essai.

## **Annexe A** (informative)

### **Exemples de configurations des montages d'essai**

#### **A.1 Généralités**

Pour garantir la reproductibilité, les montages d'essai doivent être décrits de manière exhaustive dans un rapport d'essai. Conformément aux recommandations de certaines normes de base, le rapport d'essai doit comporter des dessins et/ou des images des montages d'essai. Des exemples de montages peuvent se révéler être des informations de référence utiles pour le rapport d'essai.

Les normes de base présentent des montages d'essai types pour le matériel de table et posé au sol. L'Annexe A fournit des exemples de configurations de montages d'essai pour un PCE fixé au mur.

#### **A.2 Montages pour l'essai d'immunité**

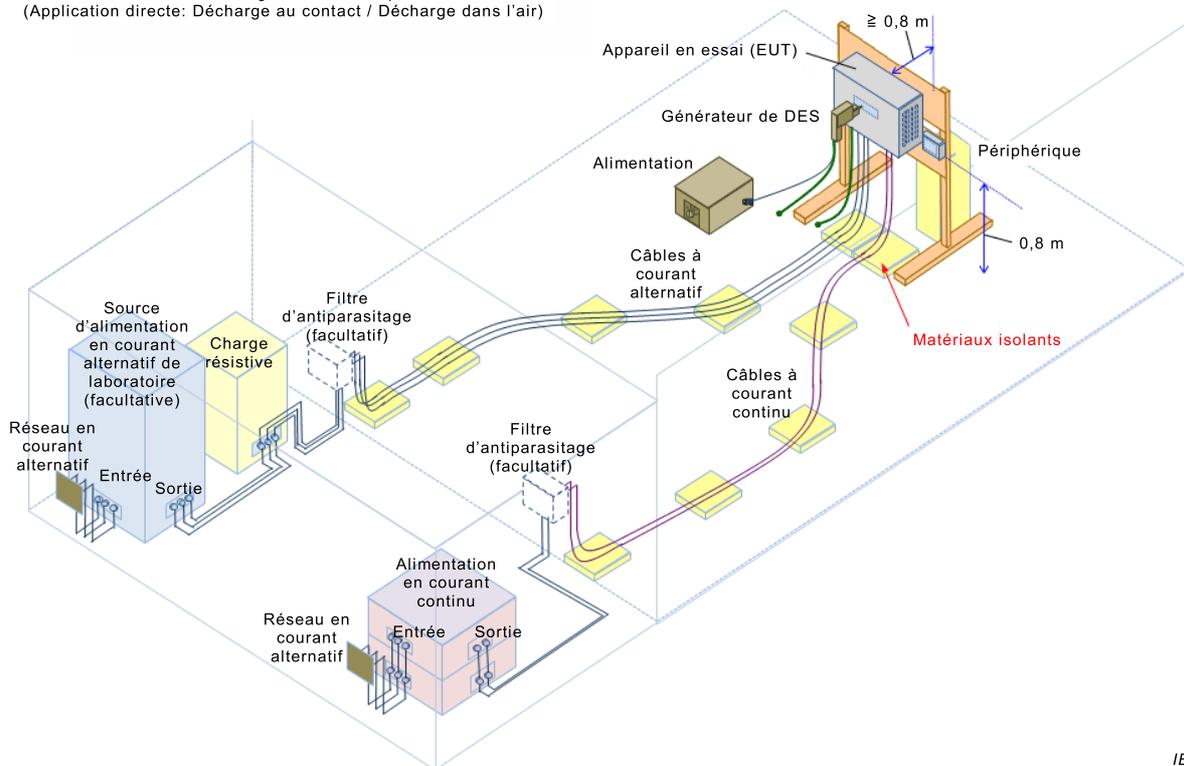
##### **A.2.1 Décharge électrostatique**

Dans le cas d'un PCE fixé au mur, un exemple de montage d'essai pour une application directe des décharges est donné à la Figure A.1, et un exemple pour une application indirecte des décharges est donné à la Figure A.2. Il convient de fixer le PCE sur un support isolant à une hauteur de 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence, de la même façon qu'il convient d'installer le PCE conformément aux instructions d'installation du fabricant. Un support en bois peut être utilisé pour fixer le PCE, comme cela est représenté à la Figure A.1 et à la Figure A.2. Il convient d'observer une distance d'au moins 0,8 m entre le PCE et le mur d'une salle d'essai et entre le PCE et toute autre structure métallique. Il convient de relier le PCE à la terre conformément à son manuel d'installation. Aucune connexion de terre supplémentaire n'est admise. Lorsque l'essai est réalisé dans la salle d'essai, il convient de placer le plan de masse de référence sur le sol.

Si le matériel de support du PCE fixé au mur est placé sur un plan de masse métallique, un plan de couplage horizontal tel que spécifié dans l'IEC 61000-4-2 n'est pas exigé.

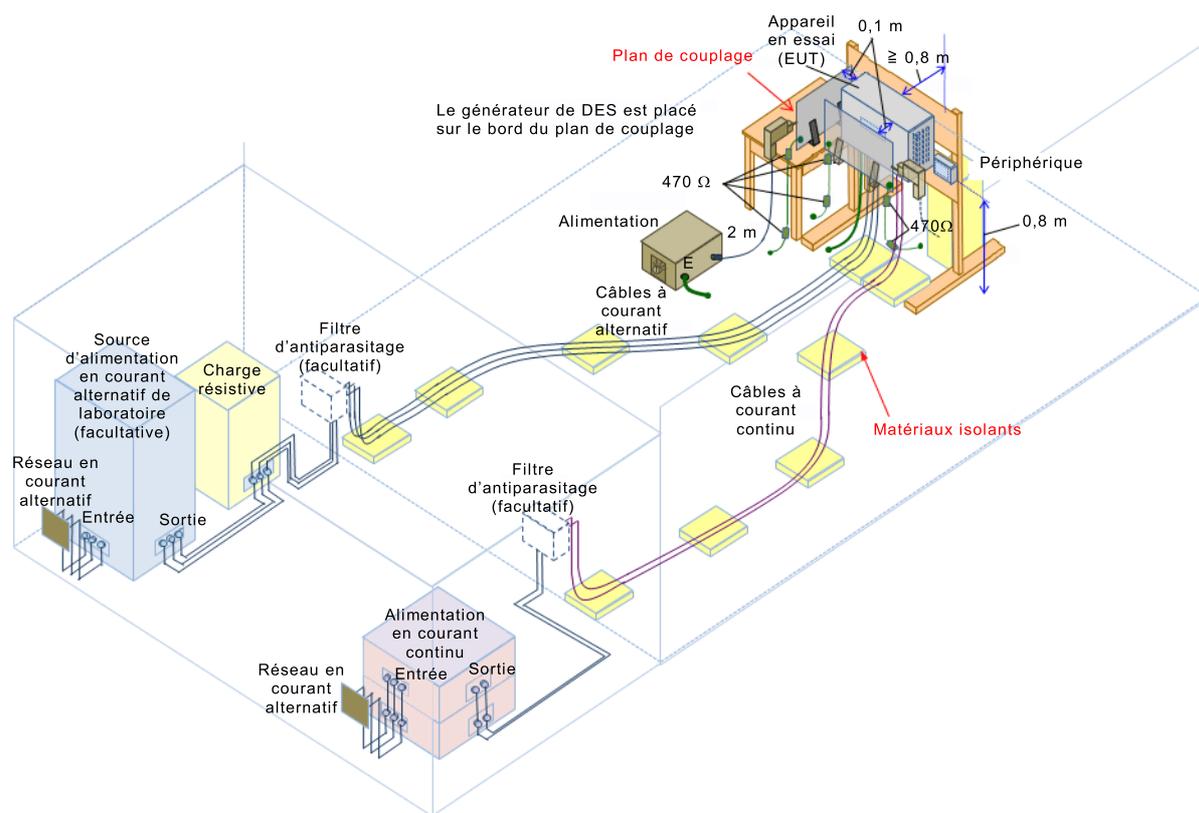
Lorsque des périphériques sont soumis à l'essai et connectés au PCE à l'aide de câbles de puissance ou de signal, il convient de placer ces périphériques et ces câbles à une hauteur de 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence. Des matériaux en bois ou d'autres matériaux isolants peuvent être utilisés pour les soutenir afin de s'assurer que la hauteur exigée est respectée. Il convient de placer et de connecter les périphériques et les câbles de manière à ce qu'ils satisfassent à leurs exigences fonctionnelles conformément à leurs spécifications d'installation.

(Montage et câblage)  
 l'IEC 61000-4-2  
 Essai d'immunité aux décharges électrostatiques  
 (Application directe: Décharge au contact / Décharge dans l'air)



IEC

**Figure A.1 – Exemple de montage d'essai pour l'application directe des décharges sur le PUE**



IEC

**Figure A.2 – Exemple de montage d’essai pour l’application indirecte des décharges sur le PCE**

### A.2.2 Perturbations rayonnées

La Figure A.3 donne un exemple de montage d’essai pour un PCE fixé au mur. Il convient de fixer le PCE sur un support isolant à une hauteur de 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence, de la même façon qu’il est installé conformément aux instructions d’installation du fabricant. Un support en bois peut être utilisé pour fixer le PCE.

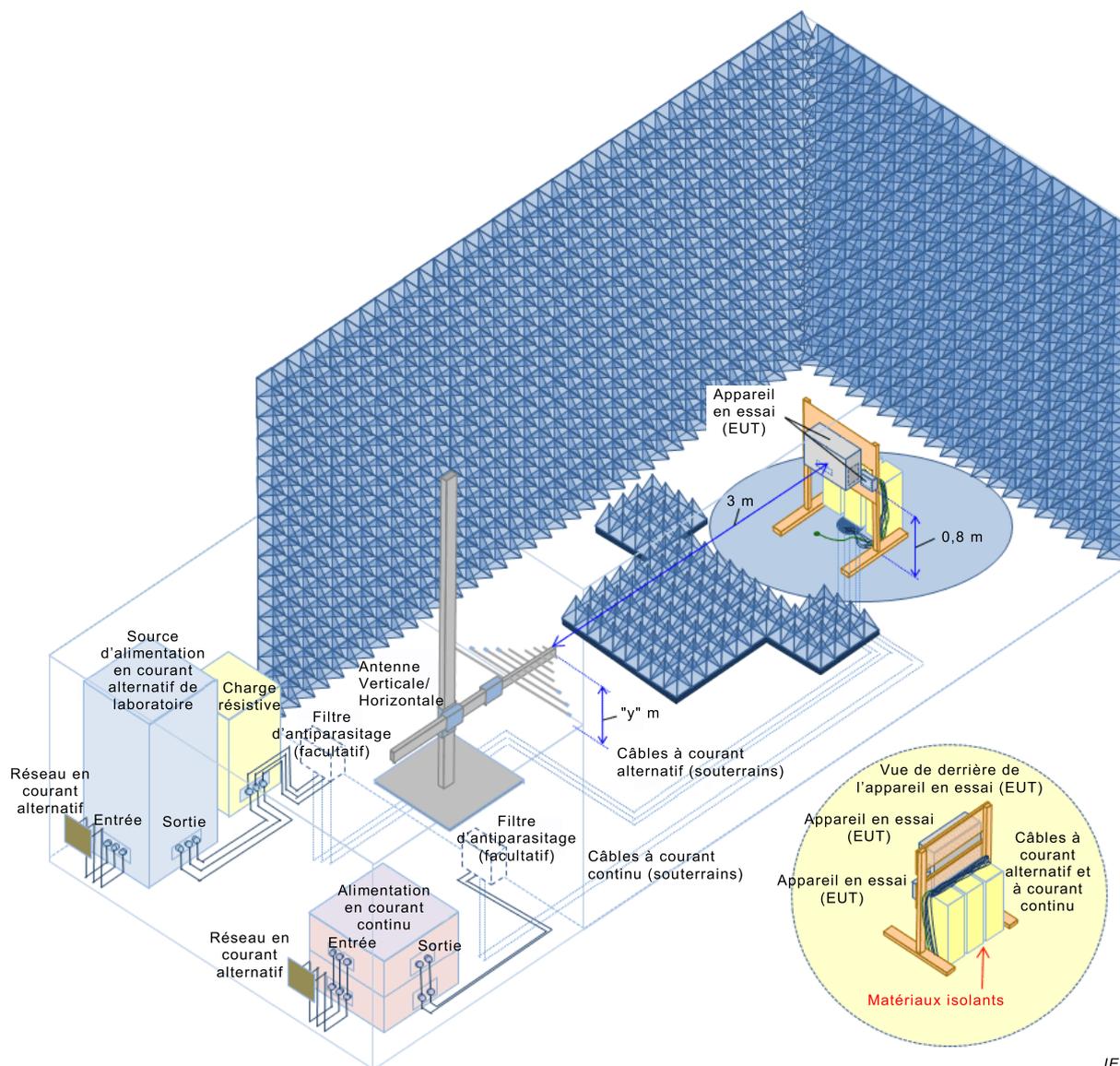
Le PCE est d’abord placé de sorte que l’une de ses faces coïncide avec une zone de champ uniforme étalonné. Au cours de l’essai, il convient que l’antenne émettrice soit orientée vers les quatre azimuts, tels que l’avant (0°), l’arrière (180°), le côté droit (90°) et le côté gauche (270°) du PCE.

Il convient de connecter les câbles conformément au manuel d’installation du fabricant. Sauf si des câbles spécifiques sont exigés par le fabricant, il convient d’utiliser des câbles sans écran et parallèles.

Lorsque des périphériques sont soumis à l’essai et connectés au PCE à l’aide de câbles de puissance ou de signal, il convient de placer ces périphériques et ces câbles à une hauteur de 0,8 m au-dessus du plan de masse de référence. Des matériaux en bois ou d’autres matériaux isolants peuvent être utilisés pour les soutenir afin de s’assurer que la hauteur exigée est respectée. Il convient de placer et de connecter les périphériques et les câbles de manière à ce qu’ils satisfassent à leurs exigences fonctionnelles conformément à leurs spécifications d’installation.

Si les spécifications d’installation du fabricant exigent que la longueur des câbles de puissance et de signal ainsi que des câbles connectés aux périphériques soit inférieure ou égale à 3 m, il convient d’appliquer la longueur exigée. Si la longueur du câble doit être supérieure à 3 m ou n’est pas spécifiée, la longueur la plus courte des câbles exposés au

champ électromagnétique est de 1 m. Il convient de découpler les câbles non utilisés par des matériaux d'atténuation haute fréquence tels que des noyaux ferrites.



IEC

Figure A.3 – Exemple de montage d'essai pour un PCE fixé au mur

### A.2.3 Transitoires électriques rapides en salves

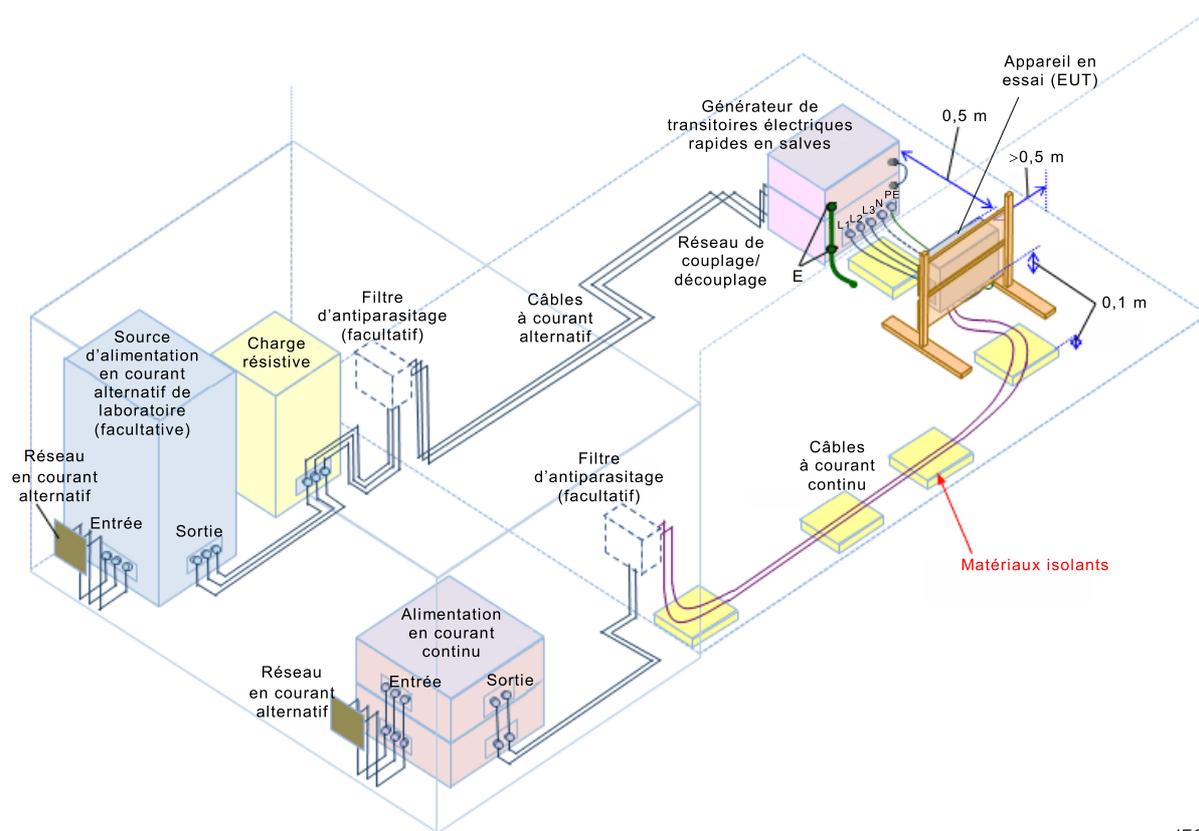
Les spécifications d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur sont données ci-dessous.

Le couplage direct de la tension perturbatrice en présence de transitoires électriques rapides en salves via un réseau de couplage/découplage est la méthode préférentielle de couplage aux accès d'alimentation. La Figure A.4 donne un exemple de montage d'essai pour le couplage direct de la tension d'essai aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif.

Si l'injection directe n'est pas réalisable, une pince capacitive est utilisée. La Figure A.5 donne un exemple de montage d'essai pour l'application de la tension d'essai aux accès d'alimentation en courant continu à l'aide d'une pince de couplage capacitive. Cette dernière peut être utilisée pour les accès d'alimentation auxiliaire. Lorsque le PCE possède deux accès d'alimentation auxiliaire ou plus, il convient d'appliquer la tension d'essai à chacun de ces accès dans l'ordre.

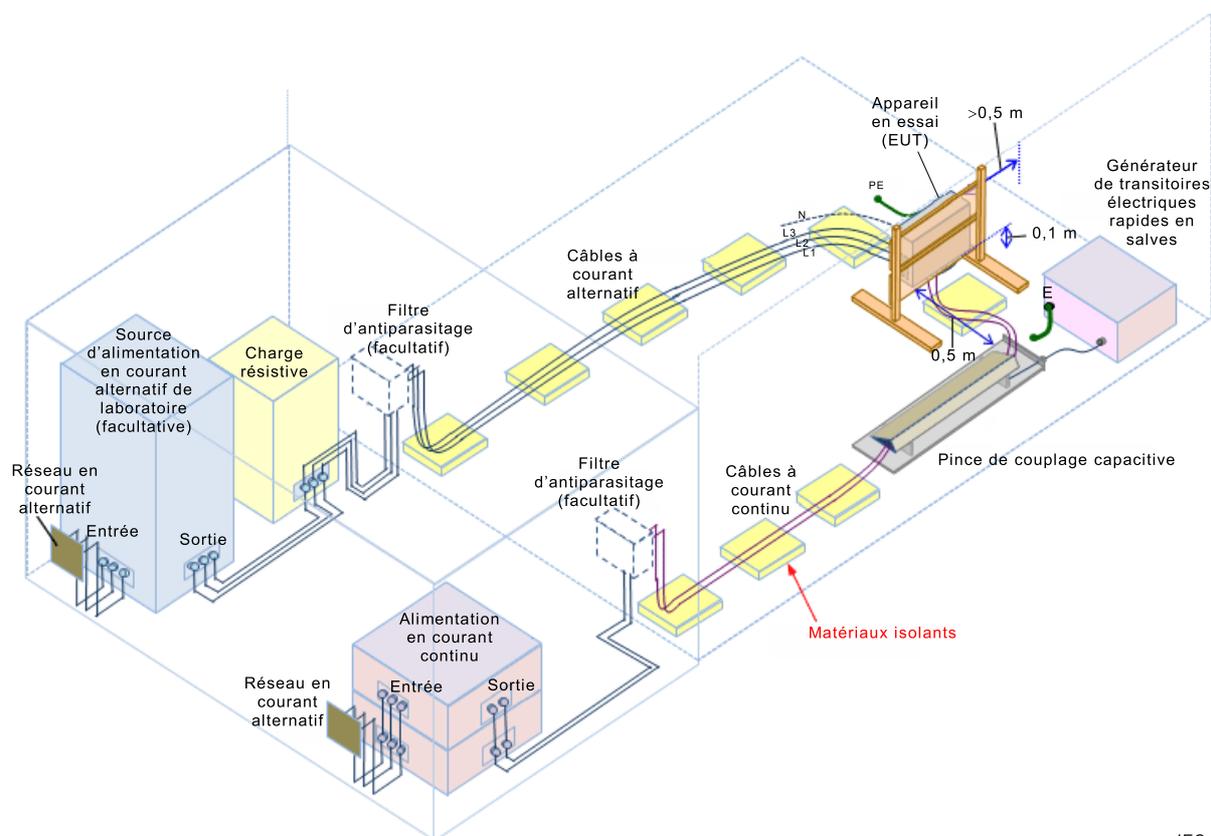
Il convient de soumettre à l'essai le PCE fixé au mur avec un support isolant situé à une hauteur de  $(0,1 \pm 0,01)$  m au-dessus du plan de masse de référence. Un support en bois peut être utilisé pour fixer le PCE, comme représenté à la Figure A.4 et à la Figure A.5. Il convient que la distance minimale entre le PCE et toutes les autres structures conductrices (y compris les parois d'une salle d'essai), à l'exception du plan de masse de référence, soit supérieure à 0,5 m. Il convient que le générateur d'essai et le réseau de couplage/découplage soient liés au plan de masse de référence.

Il convient d'isoler tous les câbles connectés au PCE du plan de masse de référence à l'aide de matériaux en bois ou de matériaux isolants d'une épaisseur de  $(0,1 \pm 0,01)$  m.



IEC

**Figure A.4 – Exemple de montage d'essai pour le couplage direct de la tension d'essai aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif**

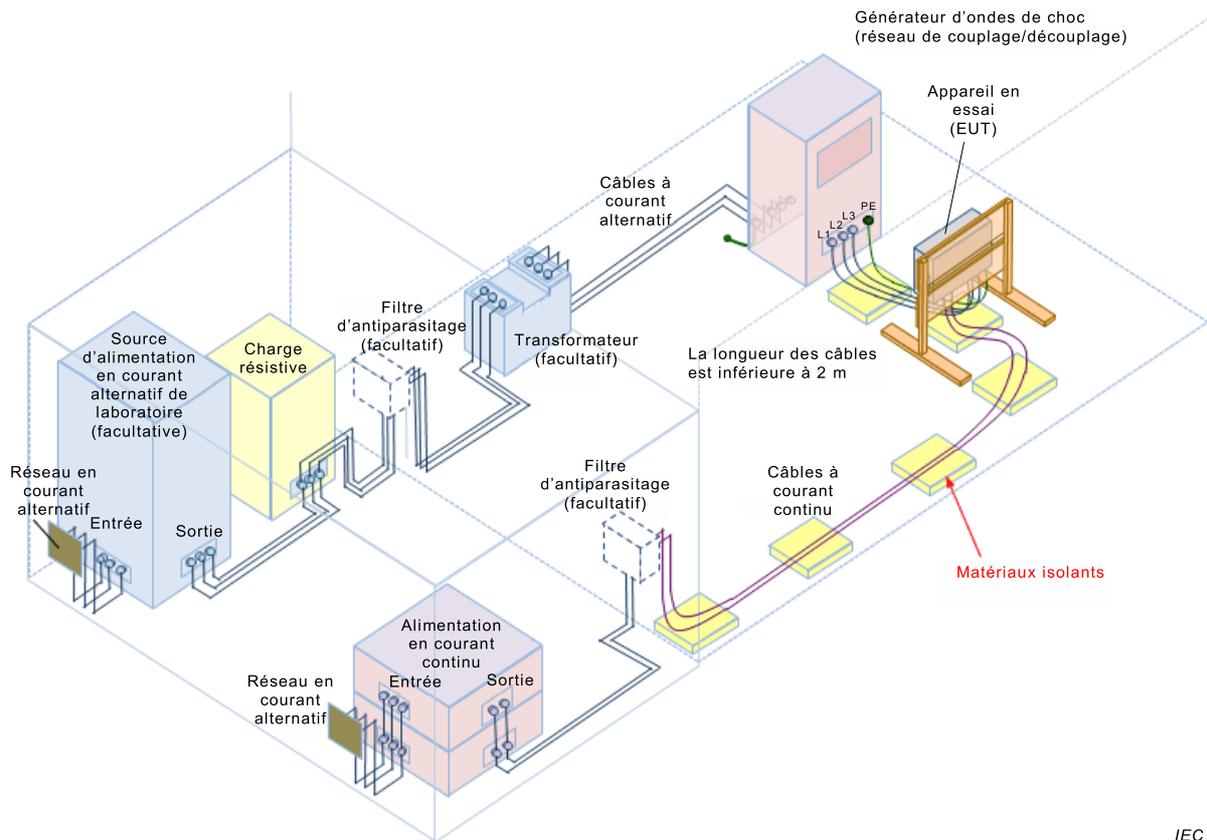


IEC

**Figure A.5 – Exemple de montage d'essai pour l'application de la tension d'essai à l'aide d'une pince de couplage capacitive**

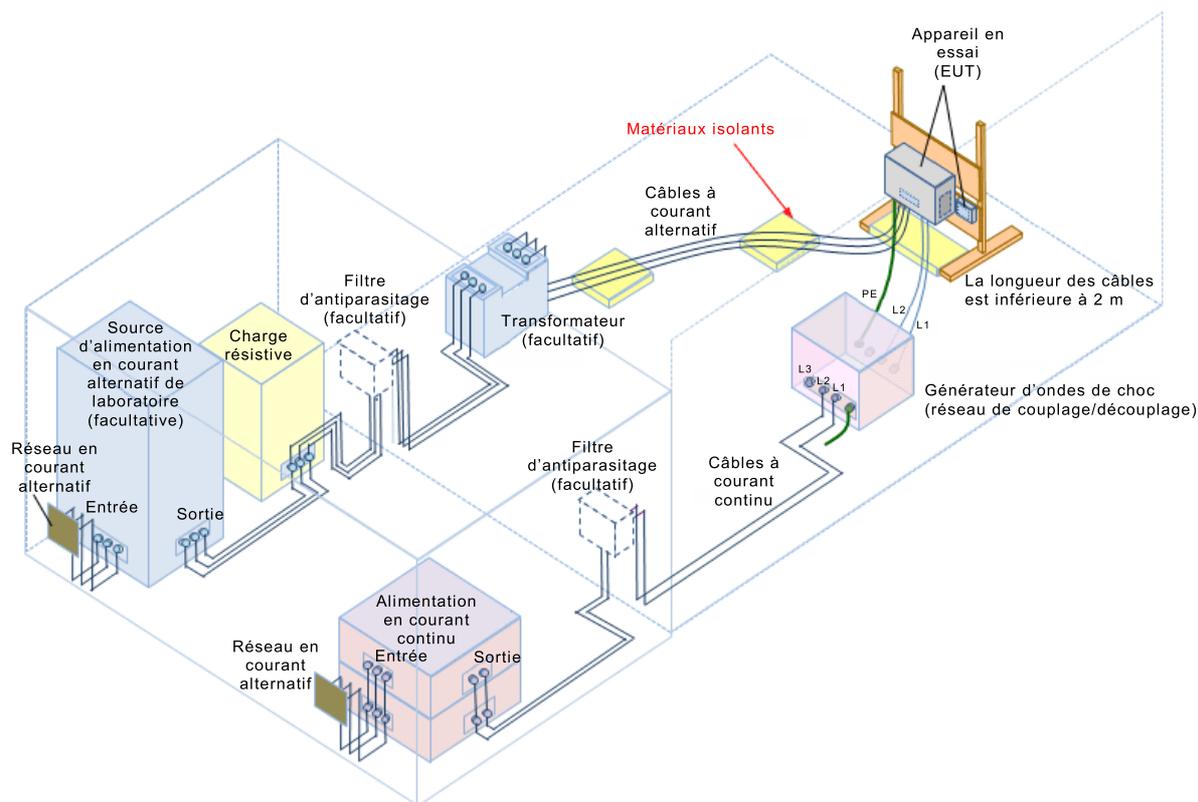
#### A.2.4 Onde de choc

Des exemples de configurations d'un montage d'essai pour l'immunité aux ondes de choc appliquées à un PCE fixé au mur sont donnés dans la Figure A.6 et la Figure A.7. La Figure A.6 donne un exemple de montage d'essai pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif. La Figure A.7 donne un exemple de montage d'essai pour les accès d'alimentation en courant continu.



IEC

**Figure A.6 – Exemple de montage d'essai pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif**



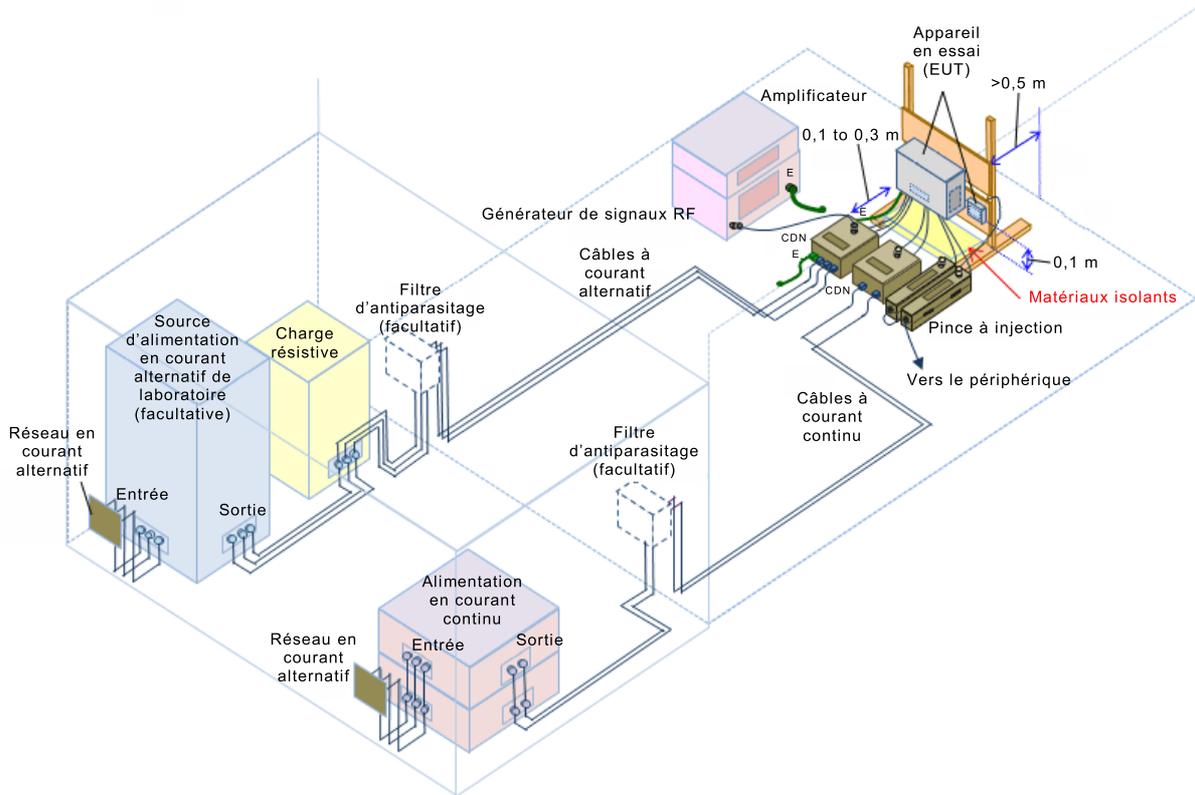
IEC

**Figure A.7 – Exemple de montage d’essai pour les accès d’alimentation en courant continu**

### A.2.5 Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques

Un exemple de configuration de montage pour l’essai d’immunité aux perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur est donné à la Figure A.8. Il convient de soumettre à l’essai le PCE avec un support isolant situé à une hauteur de  $(0,1 \pm 0,05)$  m au-dessus du plan de masse de référence. Un support en bois peut être utilisé pour fixer le PCE. Il convient d’isoler tous les câbles connectés au PCE du plan de masse de référence à l’aide de matériaux en bois ou de matériaux isolants d’une épaisseur d’au moins 30 mm. Il convient que la distance minimale entre le PCE et tout objet métallique, à l’exception du matériel d’essai, soit de 0,5 m.

Il est recommandé de connecter tous les accès à des dispositifs de couplage/découplage. Si le PCE possède deux accès d’alimentation en courant continu ou plus, il est recommandé de connecter l’ensemble de ces accès aux dispositifs de couplage/découplage.



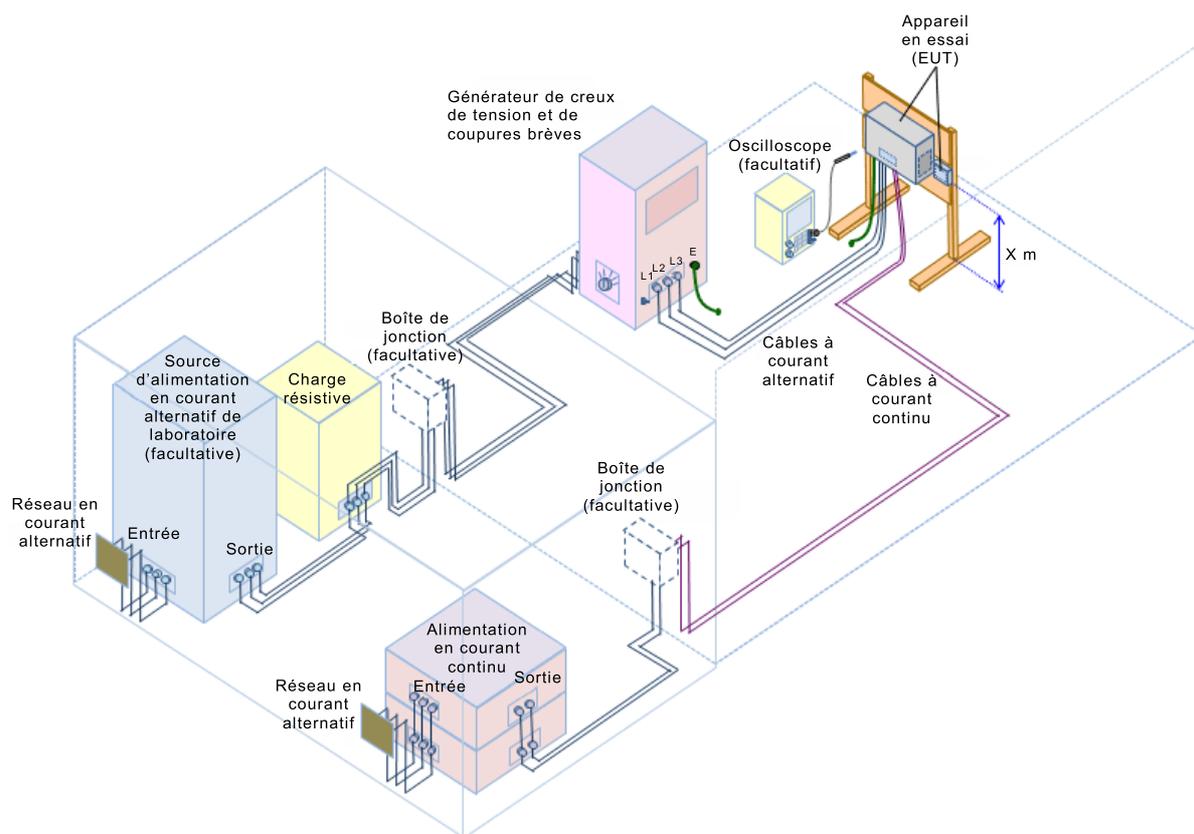
IEC

**Figure A.8 – Exemple de montage pour l’essai d’immunité aux perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur**

### A.2.6 Creux et coupures de tension

La Figure A.9 donne un exemple de configuration d’un montage d’essai utilisant un générateur de creux de tension et de coupures brèves pour un PCE fixé au mur. Si le générateur n’est pas en mesure d’absorber ou de récupérer la puissance produite par le PCE pour la transmettre au réseau en courant alternatif, des charges résistives sont exigées entre le PCE et le générateur afin que ce dernier puisse être protégé contre les surintensités.

Il convient de placer le PCE sur un support isolant, de la même manière que le PCE est placé conformément aux instructions d’installation du fabricant. Un support en bois peut être utilisé pour placer le PCE fixé au mur comme représenté à la Figure A.9.



IEC

**Figure A.9 – Exemple de montage d'essai utilisant un générateur pour les creux de tension et les coupures brèves**

### A.3 Montages pour l'essai d'émissions à haute fréquence

#### A.3.1 Perturbations conduites

La Figure A.10 donne un exemple de configuration d'un montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur avec une alimentation en courant alternatif de laboratoire. Une charge résistive est installée entre un réseau fictif d'alimentation (AMN) et une source d'alimentation en courant alternatif. Il est recommandé d'installer la charge résistive en parallèle du PCE lorsque le flux de puissance vers le réseau en courant alternatif est limité ou interdit par les lois et réglementations nationales, et lorsqu'il convient d'empêcher le flux de puissance vers l'alimentation en courant alternatif de laboratoire afin d'assurer la protection de cette dernière.

La Figure A.11 donne un autre exemple de configuration d'un montage d'essai appliqué à un PCE fixé au mur. La source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire est connectée à une source d'alimentation en courant continu. Dans la mesure où le courant ne circule pas vers l'alimentation en courant alternatif de laboratoire, une charge résistive n'est pas exigée.

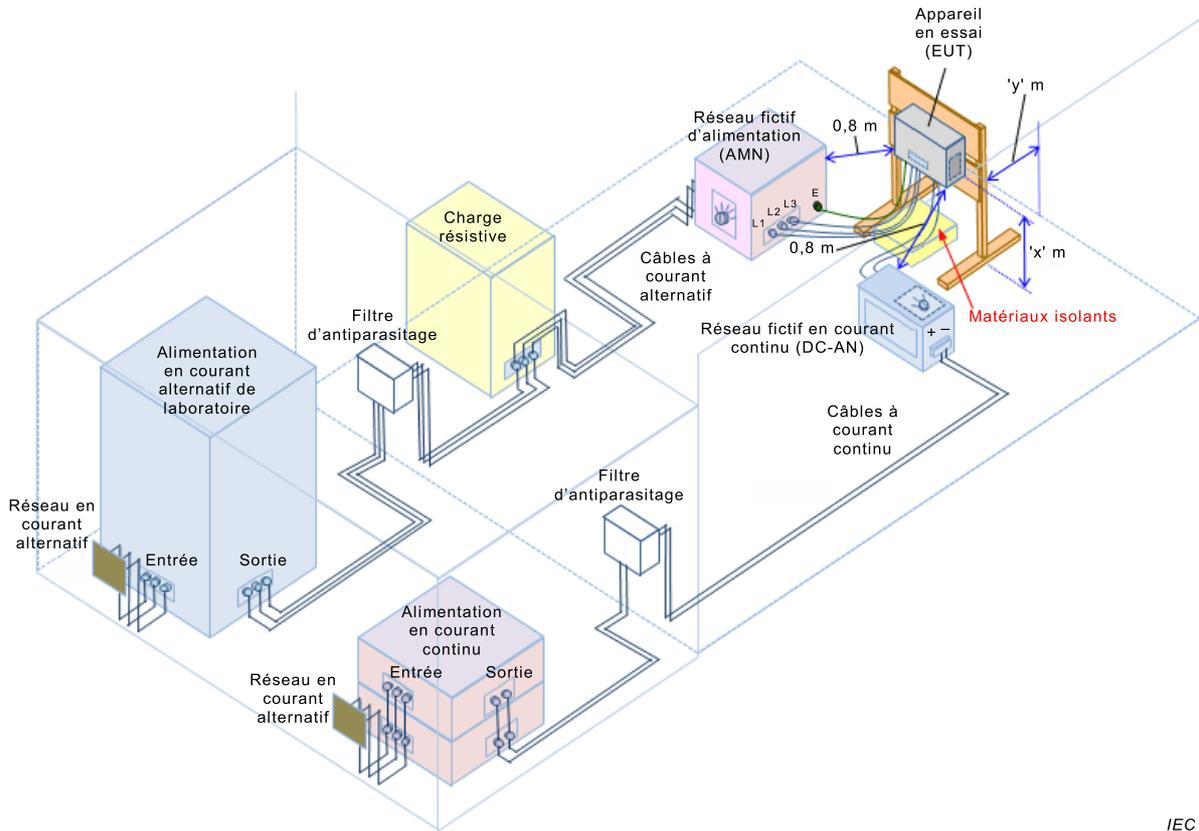
L'installation de transformateurs de puissance entre le PCE et les sources d'alimentation est facultative. Lorsque les transformateurs de puissance sont installés, il convient qu'ils ne nuisent pas au fonctionnement du PCE et il convient de consigner leur type ainsi que leurs spécifications dans un rapport d'essai.

La Figure A.12 donne un autre exemple de configuration d'un montage d'essai pour un PCE fixé au mur. Un réseau fictif d'alimentation (AMN) est directement connecté au réseau en courant alternatif via des filtres d'antiparasitage. Une charge résistive peut éventuellement être utilisée pour empêcher le flux de puissance vers le réseau en courant alternatif.

La distance depuis le sol («y m») et depuis le mur («x m») doit être donnée comme suit:

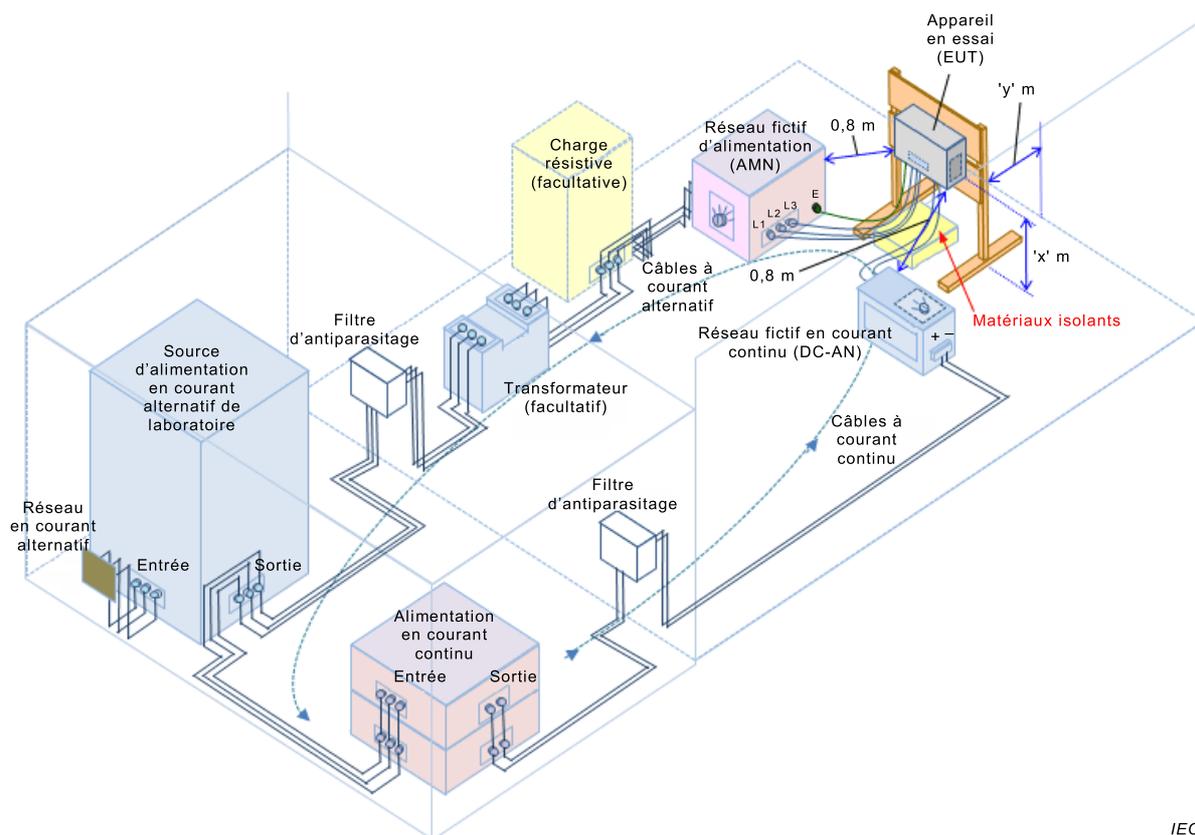
Cas 1: En utilisant le sol comme plan de masse de référence,  $x = 0,4 \text{ m}$ ,  $y \geq 0,8 \text{ m}$

Cas 2: En utilisant le mur de la chambre blindée comme plan de masse de référence,  $x \geq 0,8 \text{ m}$ ,  $y = 0,4 \text{ m}$



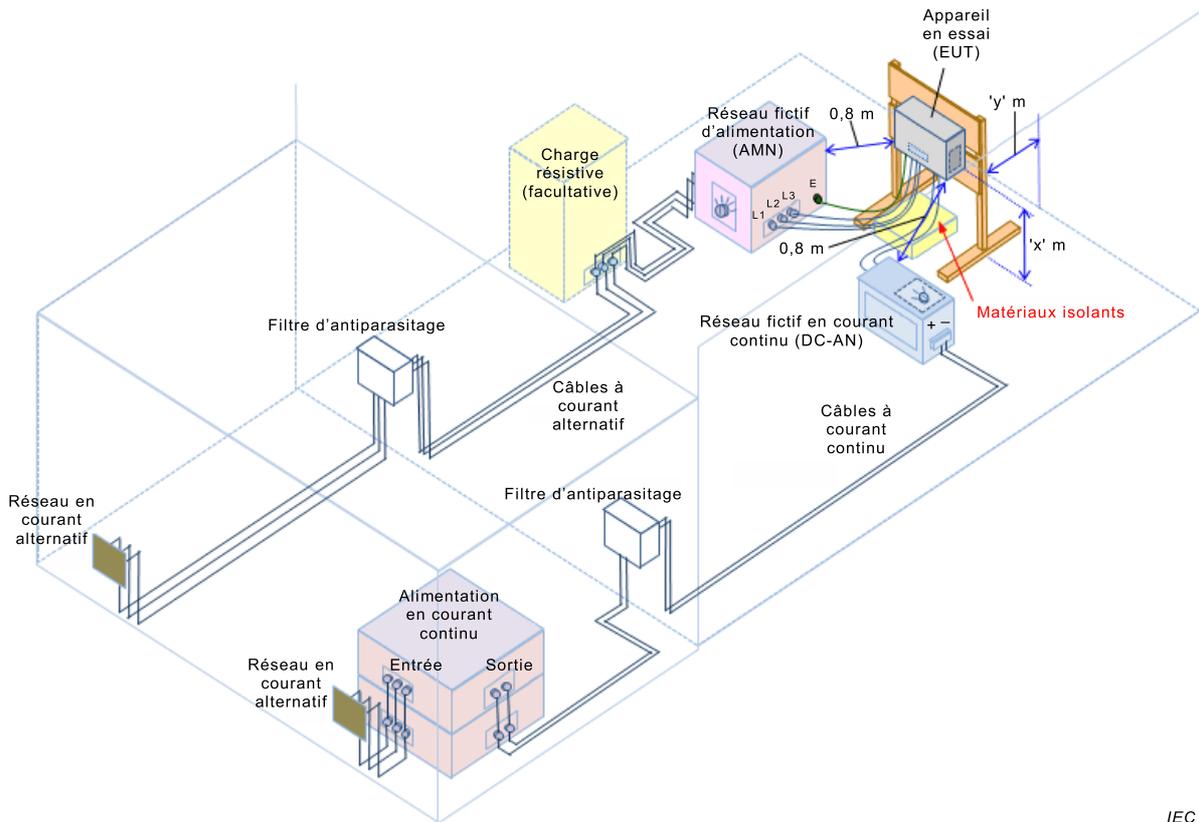
IEC

**Figure A.10 – Exemple de montage d’essai pour le mesurage des perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur**



IEC

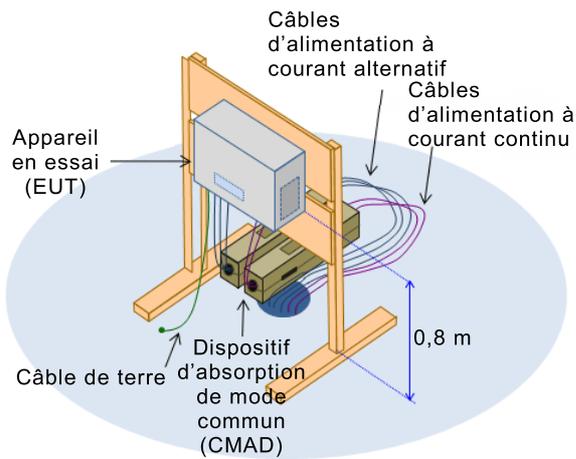
**Figure A.11 – Exemple de montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites appliquées à un PCE fixé au mur avec circulation du courant**



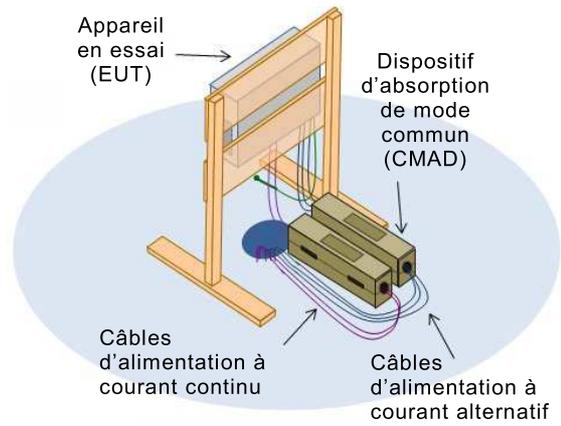
**Figure A.12 – Exemple de montage d’essai pour le mesurage des perturbations conduites appliqué à un PCE fixé au mur avec connexion directe au réseau en courant alternatif**

### A.3.2 Perturbations rayonnées

La Figure A.13 donne un exemple de configuration d’un PCE fixé au mur. Il convient de soumettre à l’essai le PCE avec un support isolant situé à une hauteur de  $(0,8 \pm 0,01)$  m au-dessus du plan de masse de référence. Le support isolant est placé de sorte que le centre du volume d’essai soit situé au centre du plateau tournant. Un support en bois peut être utilisé pour fixer le PCE comme représenté à la Figure A.13. Les périphériques peuvent être soumis à l’essai individuellement conformément à la CISPR 11.



IEC



IEC

(a) vue de face de l'appareil en essai (EUT)

(b) vue de derrière de l'appareil en essai (EUT)

**Figure A.13 – Exemple de montage d'essai pour le mesurage des perturbations rayonnées appliqué à un PCE fixé au mur**

## Annexe B (informative)

### Montages pour l'essai d'émissions à basse fréquence

#### B.1 Généralités

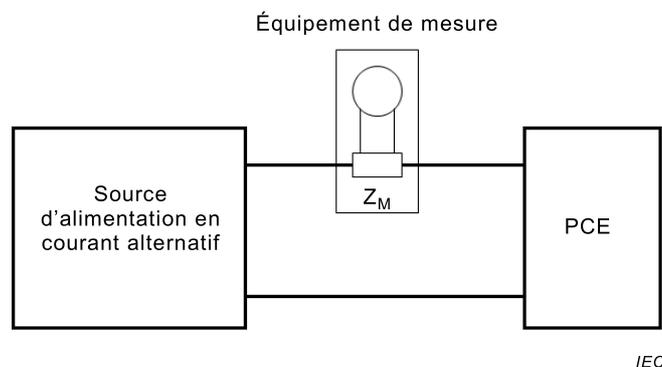
Certains circuits d'essai sont décrits dans l'IEC 61000-3-2, l'IEC 61000-3-3 et l'IEC 61000-3-11 pour le mesurage des courants harmoniques, des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement. Dans certains pays, plusieurs circuits sont connectés aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif ou aux accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif, lesquels ne sont pas représentés dans les normes de base. L'Article B.2 fournit des exemples de circuits d'essai pour un essai d'émissions à basse fréquence.

#### B.2 Exemple de circuit d'essai pour l'essai d'émissions à basse fréquence

##### B.2.1 Harmoniques

Il convient de mesurer les courants harmoniques produits par le PCE conformément aux circuits décrits dans les figures suivantes:

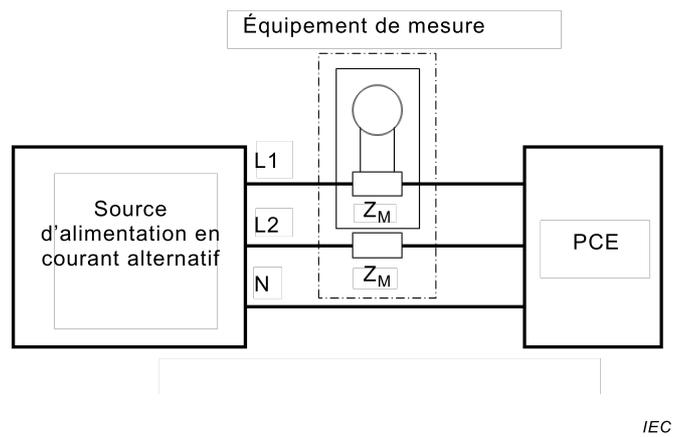
- Figure B.1 pour un PCE monophasé à deux fils;
- Figure B.2 pour un PCE monophasé à trois fils;
- Figure B.3 pour un PCE triphasé à trois fils;
- Figure B.4 pour un PCE triphasé à quatre fils.



#### Légende

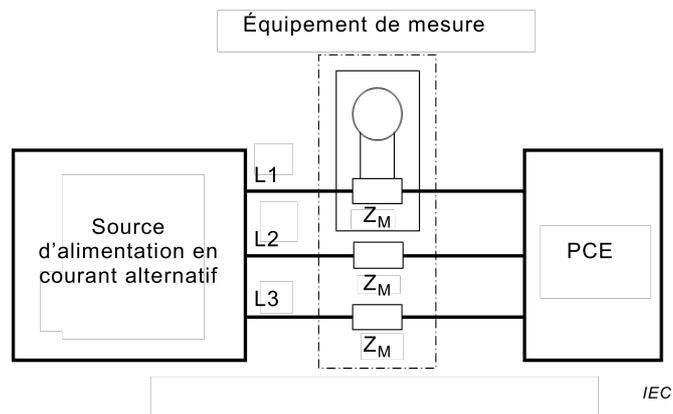
$Z_M$  impédance d'entrée de l'équipement de mesure

**Figure B.1 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à deux fils**

**Légende**

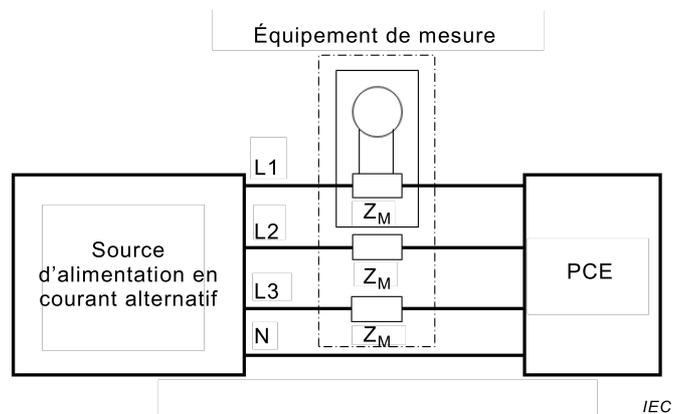
$Z_M$  impédance d'entrée de l'équipement de mesure

**Figure B.2 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à trois fils**

**Légende**

$Z_M$  impédance d'entrée de l'équipement de mesure

**Figure B.3 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à trois fils**

**Légende**

$Z_M$  impédance d'entrée de l'équipement de mesure

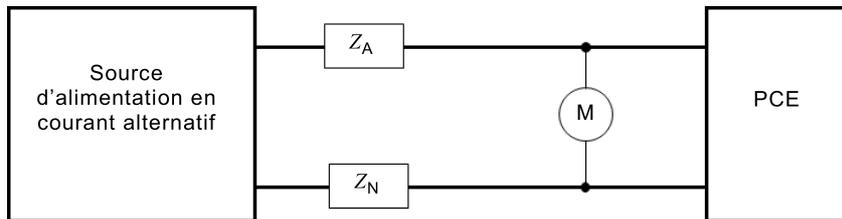
**Figure B.4 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à quatre fils**

### B.2.2 Fluctuations de tension et papillotement

Les fluctuations de tension et le papillotement aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif peuvent être évalués à l'aide d'un flickermètre qui est connecté tel que décrit dans les figures suivantes:

- Figure B.5 pour un PCE monophasé à deux fils;
- Figure B.6 pour un PCE monophasé à trois fils;
- Figure B.7 pour un PCE triphasé à trois fils;
- Figure B.8 pour un PCE triphasé à quatre fils.

Il convient que chaque circuit de mesure comprenne le générateur de tension d'alimentation et l'impédance de référence spécifiés dans l'IEC 61000-3-3 ou l'IEC 61000-3-11.

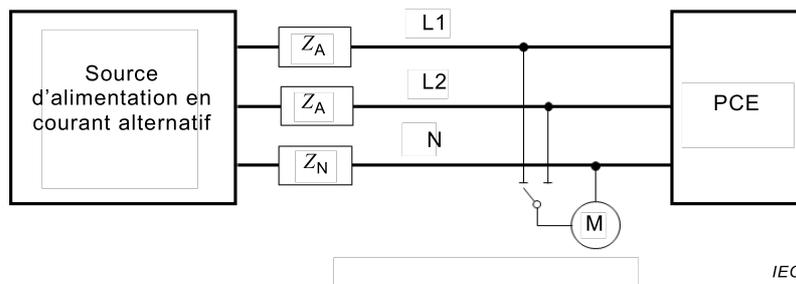


IEC

#### Légende

- M équipement de mesure
- $Z_A$  impédance de référence
- $Z_N$  impédance de référence

**Figure B.5 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à deux fils**

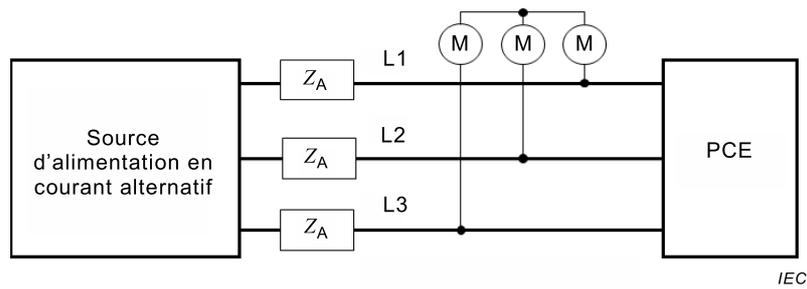


IEC

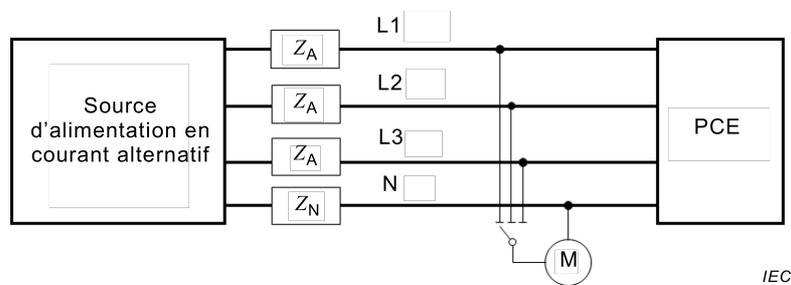
#### Légende

- M équipement de mesure
- $Z_A$  impédance de référence
- $Z_N$  impédance de référence

**Figure B.6 – Circuit de mesure pour un PCE monophasé à trois fils**

**Légende**

M équipement de mesure

 $Z_A$  impédance de référence $Z_N$  impédance de référence**Figure B.7 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à trois fils****Légende**

M équipement de mesure

 $Z_A$  impédance de référence $Z_N$  impédance de référence**Figure B.8 – Circuit de mesure pour un PCE triphasé à quatre fils**

## **Annexe C** (informative)

### **Montage d'essai pour le mesurage des perturbations conduites**

#### **C.1 Généralités**

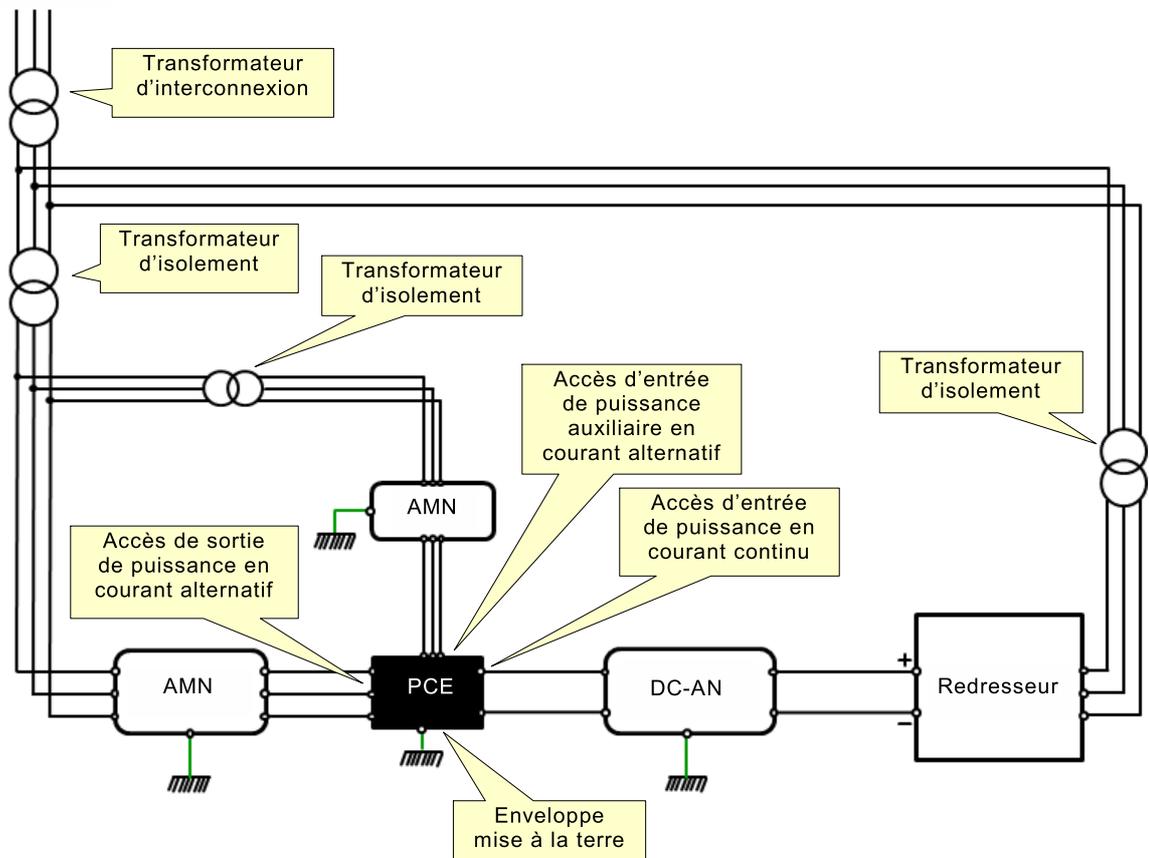
La norme CISPR 11:2015 est la première norme de famille de produits en CEM portant sur le mesurage de la tension perturbatrice sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau (GCPC). La CISPR 11 spécifie des dispositions de mesure types pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu et en courant alternatif à basse tension avec des réseaux artificiels. L'Annexe J de la CISPR 11:2015 donne un exemple de montage approprié pour le site d'essai. En outre, elle informe que la connexion à une alimentation en courant continu de laboratoire appropriée est nécessaire sur le côté entrée du courant continu du GCPC, tandis que la connexion à une source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire ou à un réseau en courant alternatif approprié(e) est nécessaire sur le côté sortie du courant alternatif pour les essais de type sur un site d'essai. Les exemples de montages d'essai ci-après présentent les montages de site d'essai alimenté par le réseau en courant alternatif ou par une source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire.

#### **C.2 Exemples de montages d'essai**

La Figure C.1 donne un exemple de montage d'essai normalisé pour le mesurage des perturbations conduites avec une alimentation secteur en courant alternatif. Le PCE est alimenté en courant continu à partir d'un redresseur, lequel est connecté au réseau en courant alternatif par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement. Les accès d'alimentation auxiliaire en courant alternatif à basse tension sont connectés au réseau en courant alternatif via un réseau fictif et un transformateur d'isolement. Les transformateurs d'isolement sont installés de sorte que les accès d'alimentation soient tous séparés les uns des autres. Les transformateurs d'isolement agissent en tant que filtre d'antiparasitage pour limiter les perturbations conduites en provenance du réseau en courant alternatif.

La Figure C.2 donne un exemple de montage d'essai normalisé pour le mesurage des perturbations conduites avec une source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire. Il convient d'installer un transformateur d'isolement si le PCE est équipé de convertisseurs de puissance sans transformateur, de sorte que les accès d'entrée de puissance en courant continu et les accès de sortie de puissance en courant alternatif du PCE soient séparés les uns des autres. Les accès d'entrée de puissance auxiliaire en courant alternatif sont également séparés des autres accès de puissance par un transformateur d'isolement et des réseaux fictifs d'alimentation. Il convient d'installer des filtres d'antiparasitage sur les côtés entrée et sortie de la source de courant continu afin de pouvoir atténuer les perturbations conduites générées par la source de courant continu. Toutefois, des éléments de réactance supplémentaires dans les filtres d'antiparasitage constituent un circuit résonant avec les éléments de réactance présents dans les réseaux artificiels et le PCE. Le circuit résonant dégrade de façon significative la performance des filtres d'antiparasitage et un niveau excessif de tension perturbatrice peut être observé au niveau du circuit de mesure dans les réseaux artificiels. Cette tension perturbatrice excessive peut endommager non seulement les réseaux artificiels, mais aussi le PCE. L'Annexe K de la CISPR 11:2015 présente des mesures d'atténuation et des préconisations pour empêcher la dégradation significative des performances.

Réseau en courant alternatif



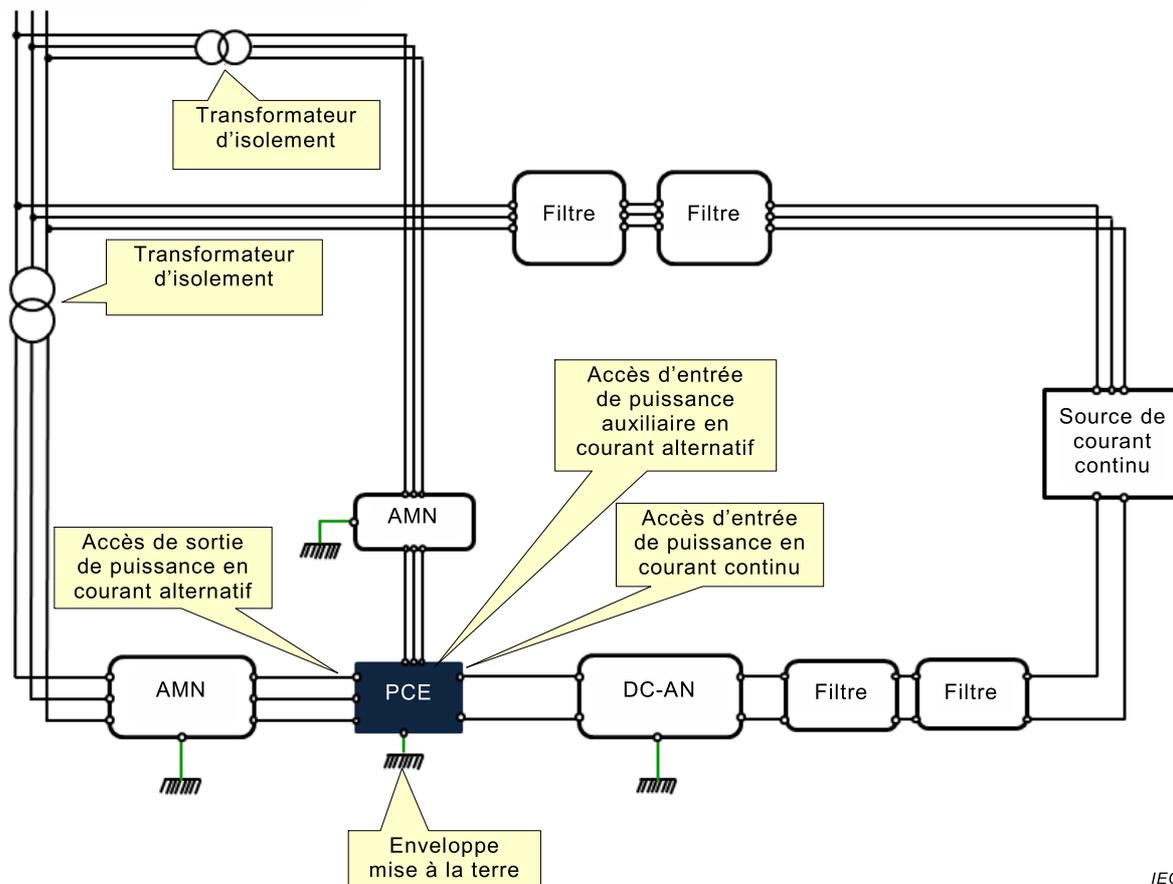
IEC

**Légende**

- AMN Réseau fictif d'alimentation (AMN)  
 DC-AN Réseau fictif en courant continu (DC-AN)

**Figure C.1 – Exemple de montage d'essai normalisé pour le mesurage des perturbations conduites avec une alimentation secteur en courant alternatif**

Source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire



IEC

**Légende**

- AMN Réseau fictif d'alimentation (AMN)
- DC-AN Réseau fictif en courant continu (DC-AN)

**Figure C.2 – Exemple de montage d'essai normalisé pour le mesurage des perturbations conduites avec une source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire**

## Annexe D (informative)

### Méthodes d'essai de remplacement pour les PCE haute puissance

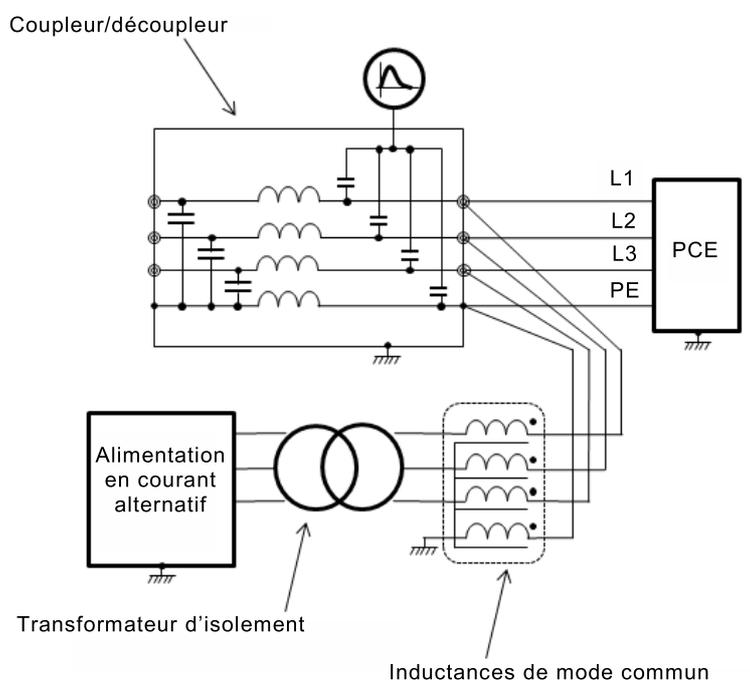
#### D.1 Généralités

Pour les essais d'immunité et d'émission des PCE haute puissance, l'utilisation normale du matériel d'essai n'est pas techniquement applicable, car les niveaux élevés de courant du PCE haute puissance dépassent le courant assigné maximal admissible du matériel d'essai. Certaines normes de base et normes de famille de produits proposent des méthodes d'essai de remplacement. Des exemples pratiques de ces méthodes pour les PCE haute puissance sont donnés ci-après.

#### D.2 Méthode de remplacement pour l'essai d'immunité

##### D.2.1 Méthode de remplacement pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves

Si un réseau de couplage/découplage approprié n'est pas techniquement réalisable pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif d'un PCE haute puissance en raison de la limitation du courant assigné maximal admissible du réseau de couplage/découplage, une injection directe à l'aide de condensateurs de 33 nF peut être réalisée grâce au montage en parallèle du réseau de couplage/découplage et des accès d'alimentation secteur en courant alternatif, tel que représenté à la Figure D.1. Un transformateur d'isolement peut découpler la tension d'essai en mode différentiel et des inductances de mode commun peuvent découpler la tension d'essai en mode commun.

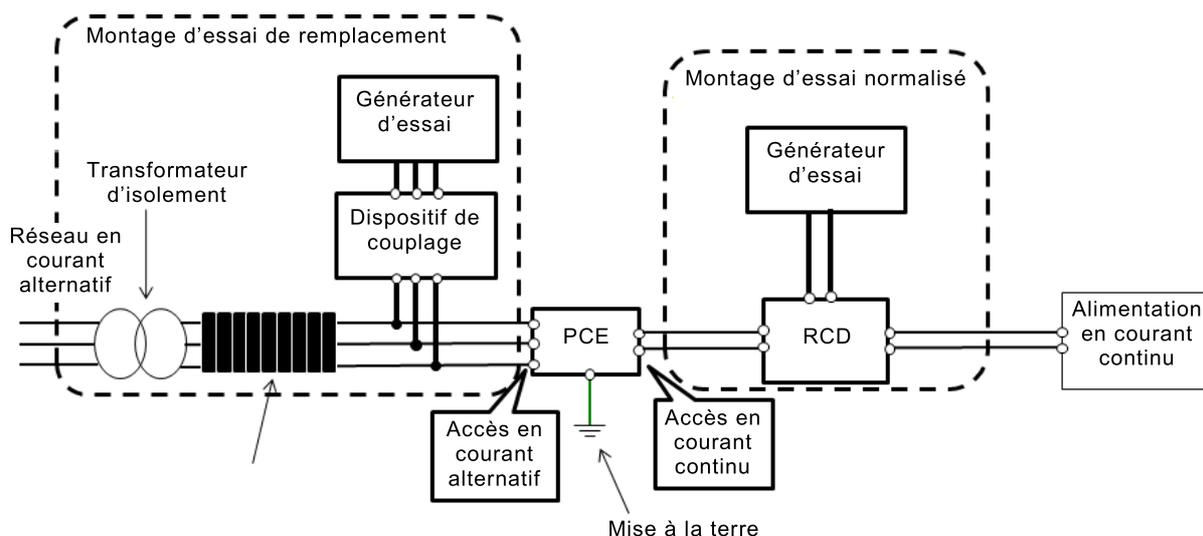


IEC

Figure D.1 – Exemple de méthode de remplacement pour l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves

### D.2.2 Méthode de remplacement pour l'essai d'immunité aux ondes de choc

Si un réseau de couplage/découplage approprié n'est pas techniquement réalisable pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif d'un PCE haute puissance en raison de la limitation du courant assigné maximal admissible du réseau de couplage/découplage, un réseau de couplage/découplage de remplacement peut être configuré tel que représenté à la Figure D.2 afin de pouvoir empêcher les fluctuations de tension excessives et les creux de tension indésirables causés par les réseaux de couplage/découplage. Un transformateur d'isolement peut découpler les signaux d'ondes de choc en mode différentiel, tandis que des inductances de mode commun peuvent découpler les signaux d'ondes de choc en mode commun.



IEC

**Figure D.2 – Exemple d'un réseau de couplage/découplage de remplacement pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif**

### D.2.3 Méthode d'essai de remplacement pour les perturbations conduites induites par les champs radioélectriques

L'IEC 61000-4-6 spécifie que si un comité de produit décide qu'un certain type de dispositif de couplage et de découplage est plus approprié pour les câbles connectés à une famille particulière de produits, ce choix (justifié sur une base technique) l'emporte. Conformément à cette disposition, la Figure D.3 donne un exemple de configuration du montage en parallèle d'un RCD pour les accès d'alimentation secteur en courant alternatif. Si les RCD décrits à l'Annexe D de l'IEC 61000-4-6 ne sont pas techniquement réalisables en tant que dispositifs de découplage en raison de la puissance élevée observée aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif du PCE, le montage en parallèle des RCD est applicable pour injecter les perturbations conduites dans les accès à la manière des dispositifs de couplage. Un RCD est appliqué en tant que dispositif de couplage et une inductance de mode commun ainsi qu'un transformateur d'isolement sont appliqués en tant que dispositif de découplage par rapport au réseau en courant alternatif.

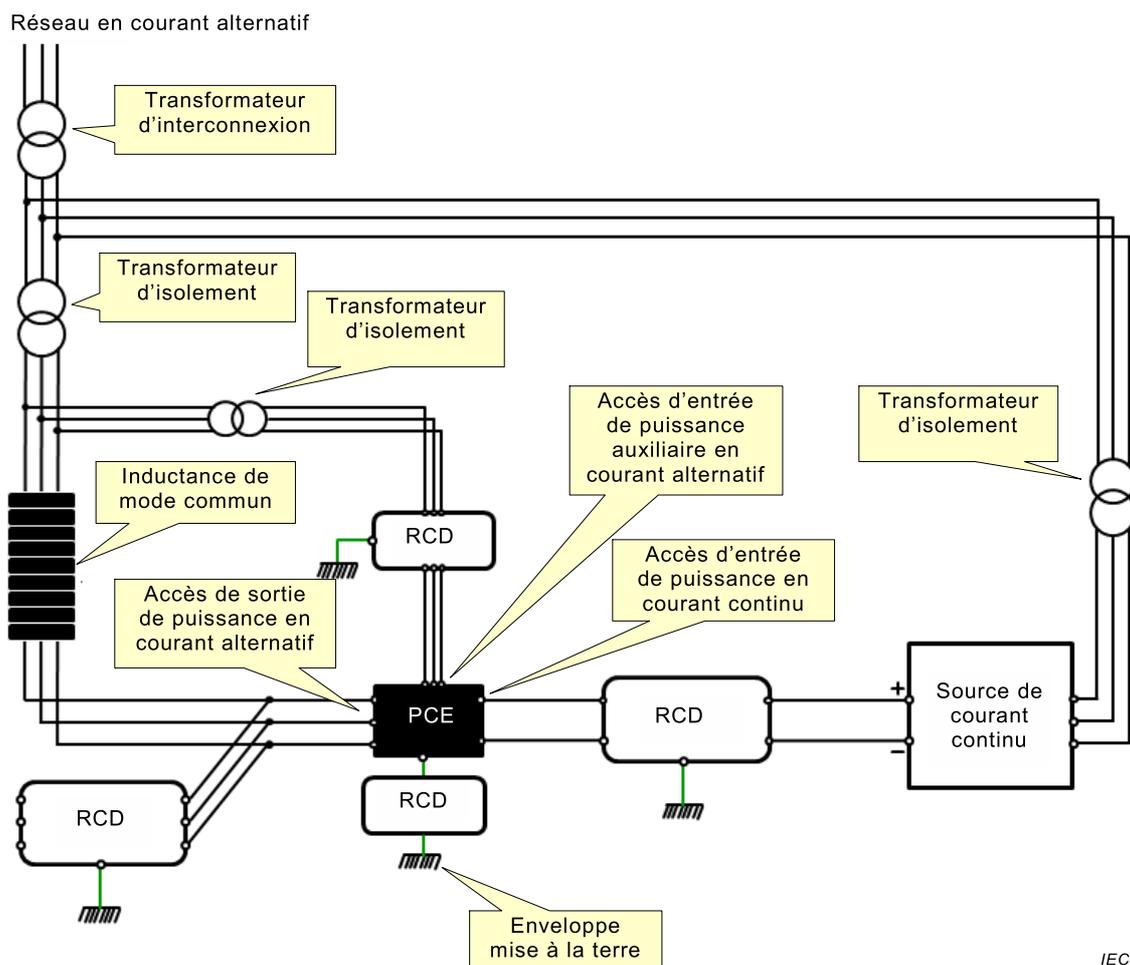


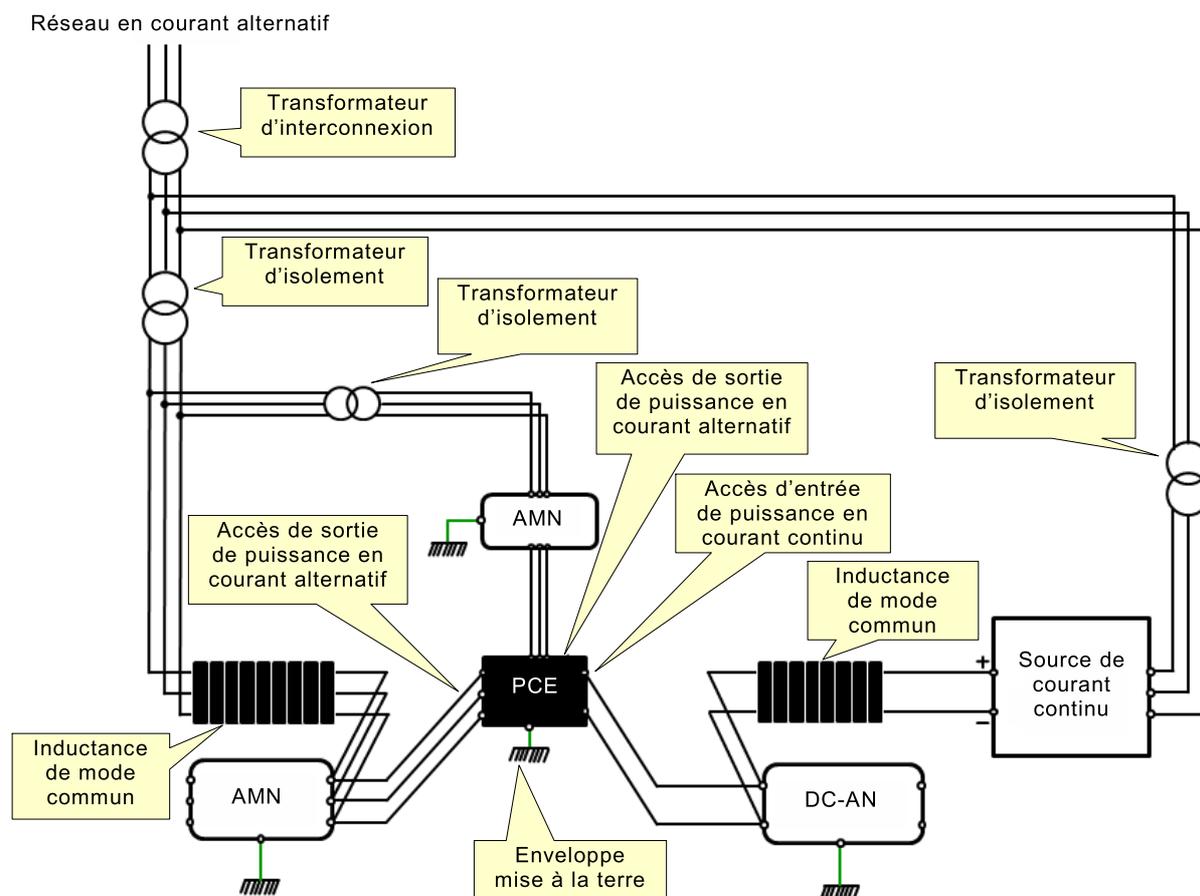
Figure D.3 – Exemple de montage d'essai appliquant la méthode d'injection par pince aux accès d'alimentation secteur en courant alternatif

#### D.2.4 Mesurage des perturbations conduites

Si des réseaux artificiels appropriés ne sont pas techniquement réalisables pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation du PCE, les réseaux artificiels étant connectés en série aux accès d'alimentation en raison de la limitation de leur courant assigné maximal admissible, les réseaux artificiels peuvent être utilisés en tant que sondes de tension en étant connectés en parallèle aux accès d'alimentation. La Figure D.4 donne un exemple de disposition des câbles pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation, les réseaux artificiels étant connectés en parallèle à ces derniers.

L'utilisation d'un réseau fictif d'alimentation (AMN) en tant que sonde de tension est spécifiée au 7.4.4.3 de la CISPR 16-2-1:2014. La CISPR 11:2015 spécifie le découplage approprié du PCE de la source d'alimentation en courant continu lorsque les réseaux artificiels sont utilisés comme sondes de tension.

Chaque accès d'alimentation doit être connecté à chaque source d'alimentation via un réseau de découplage. Ce dernier doit présenter une inductance comprise entre 30  $\mu\text{H}$  et 50  $\mu\text{H}$  aux accès d'alimentation en courant alternatif et entre 90  $\mu\text{H}$  et 150  $\mu\text{H}$  aux accès d'alimentation en courant continu. Le réseau de découplage peut être mis en place par des inductances de mode commun et un transformateur d'isolement aux accès d'alimentation en courant alternatif et par des inductances de mode commun aux accès d'alimentation en courant continu tel que représenté à la Figure D.4. L'évaluation de l'impédance sans le PCE doit être réalisée avant le mesurage.



IEC

**Légende**

- AMN Réseau fictif d'alimentation (AMN)
- DC-AN Réseau fictif en courant continu (DC-AN)

**Figure D.4 – Méthode d'essai de remplacement pour le mesurage des perturbations conduites utilisant des réseaux artificiels comme sondes de tension**

## Bibliographie

IEC 60364-1:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

IEC 60974-10, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 10: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

IEC 61000 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

IEC 61800-3, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essai spécifiques*

IEC 61851-21-2, *Electric vehicle conductive charging system – Part 21-2: Electric vehicle on-board charger EMC requirements for conductive connection to an AC/DC supply<sup>2</sup> (en anglais seulement)*

IEC 62040-2, *Alimentations sans interruption (ASI) – Partie 2: Exigences pour la compatibilité électromagnétique (CEM)*

IEC 62236 (toutes les parties), *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique*

---

---

<sup>2</sup> En préparation. Stade au moment de la publication: IEC AFDIS 61851-21-2:2017.





INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)