

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

**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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

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

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

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



IEC 61000-4-34

Edition 1.1 2009-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

**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**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX **CG**

ICS 33.100.20

ISBN 2-8318-1049-2

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General	9
5 Test levels.....	9
5.1 Voltage dips and short interruptions	10
5.2 Voltage variations (optional).....	11
6 Test instrumentation.....	13
6.1 Test generator.....	13
6.2 Power source	14
7 Test set-up.....	14
8 Test procedures	14
8.1 Laboratory reference conditions	15
8.2 Execution of the test.....	15
9 Evaluation of test results	18
10 Test report.....	18
Annex A (normative) Test generator current drive capability	19
Annex B (informative) Electromagnetic environment classes.....	21
Annex C (informative) Vectors for three-phase testing	22
Annex D (informative) Test instrumentation	28
Annex E (informative) Dip immunity tests for equipment with large mains current	31
Bibliography.....	33
Figure 1 – Voltage dip – 70 % voltage dip sine wave graph.....	12
Figure 2 – Voltage variation	12
Figure 3a – Phase-to-neutral testing on three-phase systems	17
Figure 3b – Phase-to-phase testing on three-phase systems – Acceptable Method 1 phase shift.....	17
Figure 3c – Phase-to-phase testing on three-phase systems – Acceptable Method 2 phase shift.....	17
Figure 3d – Not acceptable – phase-to-phase testing without phase shift.....	17
Figure A.1 – Circuit for determining inrush current drive capability.....	20
Figure C.1 – Phase-to-neutral dip vectors	22
Figure C.2 – Acceptable Method 1 – phase-to-phase dip vectors	24
Figure C.3 – Acceptable Method 2 – phase-to-phase dip vectors	26
Figure D.1 – Schematic of example test instrumentation for voltage dips and short interruptions using tapped transformer and switches.....	28

Figure D.2 – Applying the example test instrumentation of Figure D.1 to create the Acceptable Method 1 vectors of Figures C.1, C.2, 4a and 4b 29

Figure D.3 – Schematic of example test instrumentation for three-phase voltage dips, short interruptions and voltage variations using power amplifier 30

| Table 1 – Preferred test level and durations for voltage dips 10

Table 2 – Preferred test level and durations for short interruptions 11

Table 3 – Timing of short-term supply voltage variations 11

| Table 4 – Generator specifications 13

Table A.1 – Minimum peak inrush current capability 19

Table C.1 – Vector values for phase-to-neutral dips 23

Table C.2 – Acceptable Method 1 – vector values for phase-to-phase dips 25

Table C.3 – Acceptable Method 2 – vector values for phase-to-phase dips 27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 4-34: Testing and measurement techniques –
Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests
for equipment with mains current more than 16 A per phase**

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 61000-4-34 has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms Part 4-34 of IEC 61000. It has the status of a Basic EMC Publication in accordance with IEC Guide 107.

This consolidated version of IEC 61000-4-34 consists of the first edition (2005) [documents 77A/498/FDIS and 77A/515/RVD], its amendment 1 (2009) [documents 77A/670/CDV and 77A/688/RVC] and its corrigendum 1 of November 2009.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

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

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

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

INTRODUCTION

IEC 61000 is published in separate parts according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into several parts, published either as international standards or as technical specifications or technical reports, some of which have already been published as sections. Others will be published with the part number followed by a dash and a second number identifying the subdivision (example: 61000-6-1).

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with mains current more than 16 A per phase

1 Scope

This part of IEC 61000 defines the immunity test methods and range of preferred test levels for electrical and electronic equipment connected to low-voltage power supply networks for voltage dips, short interruptions, and voltage variations.

This standard applies to electrical and electronic equipment having a rated mains current exceeding 16 A per phase. (See Annex E for guidance on electrical and electronic equipment rated at more than 200 A per phase.) It covers equipment installed in residential areas as well as industrial machinery, specifically voltage dips and short interruptions for equipment connected to either 50 Hz or 60 Hz a.c. networks, including 1-phase and 3-phase mains.

NOTE 1 Equipment with a rated mains current of 16 A or less per phase is covered by publication IEC 61000-4-11.

NOTE 2 There is no upper limit on rated mains current in this publication. However, in some countries, the rated mains current may be limited to some upper value, for example 75 A or 250 A, because of mandatory safety standards.

It does not apply to electrical and electronic equipment for connection to 400 Hz a.c. networks. Tests for equipment connected to these networks will be covered by future IEC standards.

The object of this standard is to establish a common reference for evaluating the immunity of electrical and electronic equipment when subjected to voltage dips, short interruptions and voltage variations.

NOTE 1 Voltage fluctuations are covered by publication IEC 61000-4-14.

NOTE 2 For equipment under test with rated currents above 250 A, suitable test equipment may be difficult to obtain. In these cases, the applicability of this standard should be carefully evaluated by committees responsible for generic, product and product-family standards. Alternatively, this standard might be used as a framework for an agreement on performance criteria between the manufacturer and the purchaser.

The test method documented in this part of IEC 61000 describes a consistent method to assess the immunity of equipment or a system against a defined phenomenon. As described in IEC Guide 107, this is a basic EMC publication for use by product committees of the IEC. As also stated in Guide 107, the IEC product committees are responsible for determining whether this immunity test standard should be applied or not, and if applied, they are responsible for defining the appropriate test levels. Technical committee 77 and its sub-committees are prepared to co-operate with product committees in the evaluation of the value of particular immunity tests for their products.

2 Normative references

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

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

IEC 61000-2-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results*

IEC 61000-4-30, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-161 as well as the following definitions apply:

3.1

basic EMC standard (ACEC)¹⁾

standard giving general and fundamental conditions or rules for the achievement of EMC, which are related or applicable to all products and systems, and serve as reference documents for product committees

3.2

immunity (to a disturbance)

ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance

[IEV 161-01-20]

3.3

voltage dip

sudden reduction of the voltage at a particular point of an electricity supply system below a specified dip threshold followed by its recovery after a brief interval

NOTE 1 Typically, a dip is associated with the occurrence and termination of a short circuit or other extreme current increase on the system or installations connected to it.

NOTE 2 A voltage dip is a two-dimensional electromagnetic disturbance, the level of which is determined by both voltage and time (duration).

3.4

short interruption

sudden reduction of the voltage on all phases at a particular point of an electric supply system below a specified interruption threshold followed by its restoration after a brief interval

NOTE Short interruptions are typically associated with switchgear operation related to the occurrence and termination of short circuits on the system or installations connected to it.

3.5

residual voltage (of voltage dip)

minimum value of r.m.s. voltage recorded during a voltage dip or short interruption

NOTE The residual voltage may be expressed as a value in volts or as a percentage or per unit value relative to the reference voltage.

3.6

malfunction

termination of the ability of equipment to carry out intended functions or the execution of unintended functions by the equipment

1) Advisory Committee on Electromagnetic Compatibility (ACEC).

3.7 calibration

set of operations which establishes, by reference to standards, the relationship which exists, under specified conditions, between an indication and a result of a measurement

NOTE 1 This term is based on the "uncertainty" approach.

NOTE 2 The relationship between the indications and the results of measurement can be expressed, in principle, by a calibration diagram.

[IEV 311-01-09]

3.8 verification

set of operations which is used to check the test equipment system (e.g. the test generator and the interconnecting cables) and to demonstrate that the test system is functioning within the specifications given in Clause 6

NOTE 1 The methods used for verification may be different from those used for calibration.

NOTE 2 The procedure of 6.1.2 is meant as a guide to insure the correct operation of the test generator, and other items making up the test set-up so that the intended waveform is delivered to the EUT.

NOTE 3 For the purpose of this basic EMC standard this definition is different from the definition given in IEC 311-01-13.

4 General

Electrical and electronic equipment may be affected by voltage dips, short interruptions or voltage variations of power supply.

Voltage dips and short interruptions are caused by faults in the network, primarily short circuits (see also IEC 61000-2-8), in installations or by sudden large changes of load. In certain cases, two or more consecutive dips or interruptions may occur. Voltage variations are caused by continuously varying loads connected to the network.

Voltage dips at equipment terminals are influenced by the transformer connections between the fault location on the supply system and the equipment connection point. The transformer connections will influence both the magnitude and the phase relationship of the voltage dip experienced by the equipment.

These phenomena are random in nature and can be minimally characterized for the purpose of laboratory simulation in terms of the deviation from the rated voltage, and duration.

Consequently, different types of tests are specified in this standard to simulate the effects of abrupt voltage change. These tests are to be used only for particular and justified cases, under the responsibility of product specification or product committees.

It is the responsibility of the product committees to establish which phenomena among the ones considered in this standard are relevant and to decide on the applicability of the test.

5 Test levels

The voltages in this standard use the rated voltage for the equipment as a basis for voltage test level specification (U_T).

Where the equipment has a rated voltage range the following shall apply:

- if the voltage range does not exceed 20 % of the lower voltage specified for the rated voltage range, a single voltage within that range may be specified as a basis for test level specification (U_T);

- in all other cases, the test procedure shall be applied for both the lowest and highest voltages declared in the voltage range;
- the selection of test levels and durations shall take into account the information given in IEC 61000-2-8.

5.1 Voltage dips and short interruptions

The change between U_T and the changed voltage is abrupt. Unless otherwise specified by the responsible product committee, the start and stop phase angle for the voltage dips and interruptions shall be 0° (i.e. the positive-going voltage zero-crossing on the dipped phase), See 8.2.1. The following test voltage levels (in % U_T) are used: 0 %, 40 %, 70 % and 80 %, corresponding to voltage dips or interruptions with residual voltages of 0 %, 40 %, 70 % and 80 %.

For voltage dips, the preferred test levels and durations are given in Table 1, and an example is shown in Figure 1.

For short interruptions, the preferred test levels and durations are given in Table 2.

The preferred test levels and durations given in Tables 1 and 2 take into account the information given in IEC 61000-2-8.

The preferred test levels in Table 1 are reasonably severe, and are representative of many real world dips, but are not intended to guarantee immunity to all voltage dips. More severe test levels, for example 0 % test level for 1 s, and balanced three-phase dips, may be considered by product committees.

The voltage rise time, t_r , and voltage fall time, t_f , during abrupt changes are indicated in Table 4.

The levels and durations shall be given in the product specification. A test level of 0 % corresponds to a total supply voltage interruption. In practice, a test voltage level from 0 % to 20 % of the rated voltage may be considered as an interruption.

Table 1 – Preferred test level and durations for voltage dips

Classes ^a	Test level and durations for voltage dips (t_s) (50 Hz/60 Hz)			
Class 1	Case-by-case according to the equipment requirements			
Class 2	0 % during 1 cycle	70 % during 25/30 ^c cycles		
Class 3	0 % during 1 cycle	40 % ^d during 10/12 ^c cycles	70 % during 25/30 ^c cycles	80 % during 250/300 ^c cycles
Class X ^b	X	X	X	X

^a Classes as per IEC 61000-2-4; see Annex B.

^b To be defined by product committee. For equipment connected directly or indirectly to public network, the levels must not be less severe than class 2.

^c "25/30 cycles" means "25 cycles for 50 Hz test" and "30 cycles for 60 Hz test", "10/12 cycles" means "10 cycles for 50 Hz test" and "12 cycles for 60 Hz test" and "250/300 cycles" means "250 cycles for 50 Hz test" and "300 cycles for 60 Hz test".

^d May be replaced by product committee with a test level of 50 % for equipment that is intended primarily for 200 V or 208 V nominal operation.

Table 2 – Preferred test level and durations for short interruptions

Classes ^a	Test level and durations for short interruptions (t_s) (50 Hz/60 Hz)
Class 1	Case-by-case according to the equipment requirements
Class 2	0 % during 250/300 ^c cycles
Class 3	0 % during 250/300 ^c cycles
Class X ^b	X

^a Classes as per IEC 61000-2-4; see Annex B.

^b To be defined by product committee. For equipment connected directly or indirectly to public network, the levels must not be less severe than Class 2.

^c "250/300 cycles" means "250 cycles for 50 Hz test" and "300 cycles for 60 Hz test."

5.2 Voltage variations (optional)

This test considers a defined transition between rated voltage U_T and the changed voltage.

NOTE The voltage change takes place over a short period, and may occur due to change of load.

The preferred duration of the voltages changes and the time for which the reduced voltages are to be maintained are given in Table 3. The rate of change should be constant; however, the voltage may be stepped. The steps should be positioned at zero crossings, and should be no larger than 10 % of U_T . Steps under 1 % of U_T are considered as constant rate of change of voltage.

Table 3 – Timing of short-term supply voltage variations

Voltage test level	Time for decreasing voltage (t_d)	Time at reduced voltage (t_s)	Time for increasing voltage (t_i) (50 Hz/60 Hz)
70 %	Abrupt	1 cycle	25/30 ^b cycles
X ^a	X ^a	X ^a	X ^a

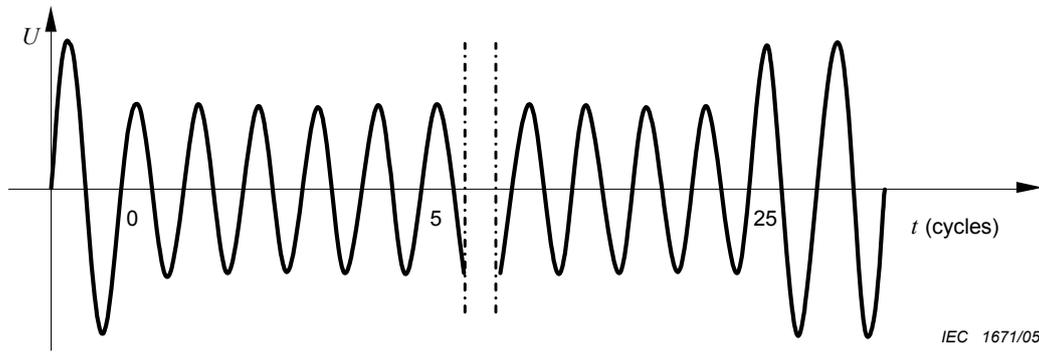
^a To be defined by product committee.

^b "25/30 cycles" means "25 cycles for 50 Hz test" and "30 cycles for 60 Hz test."

For voltage variations in three-phase systems with or without neutral, all the three phases shall be tested simultaneously. Simultaneous voltage variations in three-phase systems are positioned at the zero-crossing of one of the voltages.

This shape is the typical shape of a motor starting with a rapid time for decreasing voltage, t_d , and slower time for increasing voltage, t_i .

Figure 2 shows the r.m.s. voltage as a function of time. Other values may be taken in justified cases and shall be specified by the product committee.



NOTE The voltage decreases to 70 % for 25 cycles (50 Hz). Step at zero crossing.

Figure 1 – Voltage dip – 70 % voltage dip sine wave graph

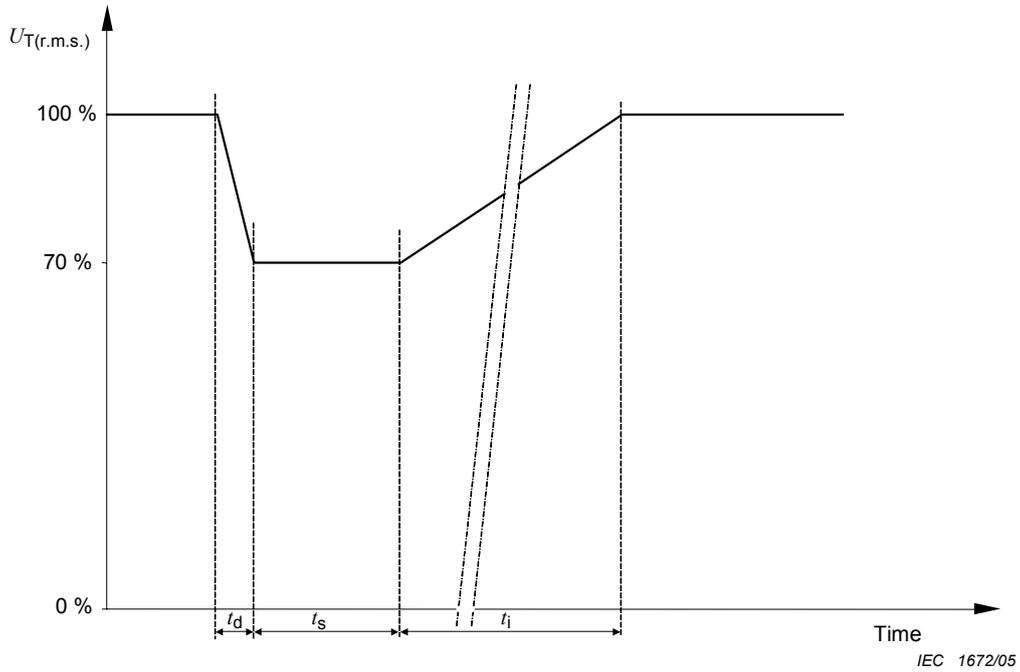


Figure 2 – Voltage variation

6 Test instrumentation

6.1 Test generator

The following features are common to the generator for voltage dips, short interruptions and voltage variations, except as indicated.

Examples of generators are given in Annex D.

The generator shall have provision to prevent the emission of heavy disturbances, which, if injected in the power supply network, may influence the test results.

Any generator creating a voltage dip of equal or more severe characteristics (amplitude and duration) than that prescribed by the present standard is permitted.

The output of the generator may be influenced by the generator characteristics, the load characteristics, and/or the characteristics of the a.c. network that supplies the generator.

6.1.1 Characteristics and performance of the generator

Table 4 – Generator specifications

Output voltage at no load	As required in Table 1, $\pm 5\%$ of residual voltage value
Voltage at the output of the generator during equipment test	As required in Table 1, $\pm 10\%$ of residual voltage value, measured as r.m.s. value refreshed each $\frac{1}{2}$ cycle per IEC 61000-4-30
Output current capability	See Annex A
Peak inrush current capability (no requirement for voltage variation tests)	See Annex A
Instantaneous peak overshoot/undershoot of the actual voltage, generator loaded with resistive load – see NOTE 1	Less than 5% of U_T
Voltage rise (and fall) time t_r (and t_f), during abrupt change, generator loaded with resistive load – see NOTE A and NOTE 1	Between $1\ \mu\text{s}$ and $5\ \mu\text{s}$ for current $\leq 75\ \text{A}$ Between $1\ \mu\text{s}$ and $50\ \mu\text{s}$ for current $> 75\ \text{A}$
Phase angle at which the voltage dip begins and ends	0° to 360° with a maximum resolution of 5° , see NOTE B
Phase relationship of voltage dips and interruptions with the power frequency	Less than $\pm 5^\circ$
Zero crossing control of the generators	$\pm 10^\circ$
NOTE A These values must be checked with a resistive load as per NOTE 1 after this table, but they need not be checked when an EUT is connected.	
NOTE B Phase angle adjustment may be required to comply with 5.1.	

Output impedance shall be predominantly resistive.

The output impedance of the test voltage generator shall be low even during transitions when generating dips. A brief interval (up to $100\ \mu\text{s}$) of high impedance is permitted during each transition. For generating interruptions, a high impedance open circuit is permitted.

NOTE 1 The value of the non-inductive resistive load for testing overshoot, undershoot, rise time, and fall time shall be 100 ohms for generators rated for 50 A or less, 50 ohms for generators rated for more than 50 A and less or equal than 100 A, and 25 ohms for generators rated more than 100 A.

NOTE 2 To test equipment which regenerates energy, an external resistor connected in parallel to the load can be added. The test result shall not be influenced by this load.

NOTE 3 A high-impedance interruption, when applied to an inductive load, may generate substantial over-voltages.

6.1.2 Verification of the characteristics of the voltage dips, short interruptions generators

In order to compare the test results obtained from different test generators, the generator characteristics shall be verified according to the following:

- the 100 %, 80 %, 70 % and 40 % r.m.s. output voltages of the generator shall conform to those percentages of the selected operating voltage: 230 V, 120 V, etc.;
- the 100 %, 80 %, 70 % and 40 % r.m.s. output voltages of the generator shall be measured at no load, and shall be maintained within the specified percentage of the U_T ;
- the voltage at the output of the generator shall be monitored during tests as an r.m.s. value refreshed each $\frac{1}{2}$ cycle, and shall be maintained within the specified percentage throughout the tests.

NOTE If it can be demonstrated that the equipment peak current requirements are sufficiently small as not to influence the voltage at the output of the generator, it is not necessary to monitor the output voltage during tests.

Rise and fall time, as well as overshoot and undershoot, shall be verified for switching at both 90° and 270° , from 0 % to 100 %, 100 % to 80 %, 100 % to 70 %, 100 % to 40 %, and 100 % to 0 %.

Phase angle accuracy shall be verified for switching from 0 % to 100 % and 100 % to 0 %, at nine phase angles from 0 to 315° in 45° increments. It shall also be verified for switching from 100 % to 80 % and 80 % to 100 %, 100 % to 70 % and 70 % to 100 %, as well as from 100 % to 40 % and 40 % to 100 %, at 90° and 180° .

6.2 Power source

The frequency of the test voltage shall be within ± 2 % of rated frequency.

7 Test set-up

The test shall be performed with the EUT connected to the test generator with the shortest power supply cable as specified by the EUT manufacturer. If no cable length is specified, it shall be the shortest possible length suitable to the application of the EUT.

The test set-ups for the three types of phenomena described in this standard are:

- voltage dips;
- short interruptions;
- voltage variations with gradual transition between the rated voltage and the changed voltage (optional).

Examples of test set-ups are given in Annex D.

8 Test procedures

Caution should be exercised during the set-up and execution of these tests. EUT and test equipment shall not become dangerous or unsafe as a result of the application of the tests defined in this part of IEC 61000. Precautions should be taken to avoid dangerous and unsafe situations for personnel, the EUT, and the test equipment.

Before starting the test of a given EUT, a test plan shall be prepared.

The test plan should be representative of the way the system is intended to be used.

Systems may require a precise pre-analysis to define which system configurations must be tested to reproduce field situations.

Test cases must be explained and indicated in the Test report.

It is recommended that the test plan include the following items:

- the type designation of the EUT;
- information on possible connections (plugs, terminals, etc.) and corresponding cables, and peripherals;
- input power port of equipment to be tested;
- information about the inrush current requirements of the equipment;
- representative operational modes of the EUT for the test;
- performance criteria used and defined in the technical specifications;
- operational mode(s) of equipment;
- description of the test set-up.

If the actual operating signal sources are not available to the EUT, they may be simulated.

For each test, any degradation of performance shall be recorded. The monitoring equipment should be capable of displaying the status of the operational mode of the EUT during and after the tests. After each group of tests, a full functional check shall be performed.

8.1 Laboratory reference conditions

8.1.1 Climatic conditions

Unless otherwise specified by the committee responsible for the generic or product standard, the climatic conditions in the laboratory shall be within any limits specified for the operation of the EUT and the test equipment by their respective manufacturers.

Tests shall not be performed if the relative humidity is so high as to cause condensation on the EUT or the test equipment.

NOTE Where it is considered that there is sufficient evidence to demonstrate that the effects of the phenomenon covered by this standard are influenced by climatic conditions, this should be brought to the attention of the committee responsible for this standard.

8.1.2 Electromagnetic conditions

The electromagnetic conditions of the laboratory shall be such as to guarantee the correct operation of the EUT in order not to influence the test results.

8.2 Execution of the test

During the tests, the mains voltage for testing shall be monitored within an accuracy of 2 %.

8.2.1 Voltage dips and short interruptions

The EUT shall be tested for each selected combination of test level and duration with a sequence of three dips/interruptions with intervals of 10 s minimum (between each test event). Each representative mode of operation shall be tested.

For voltage dips, changes in supply voltage shall occur at 0° (positive-going zero crossing of the voltage). Additional angles considered critical may be selected by product committees or individual product specifications preferably from 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° and 315° on each phase.

For short interruptions, the starting angle shall be defined by the product committee as the worst case. In the absence of definition, it is recommended to use 0° for one of the phases.

For short interruptions test of three-phase systems, all the three phases shall be simultaneously tested as per 5.1.

For voltage dips test of single-phase systems, the voltage shall be tested as per 5.1. This implies one series of tests.

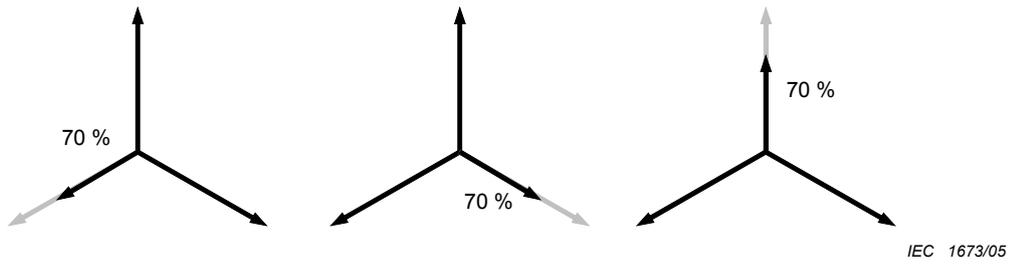
For voltage dips test of three-phase systems with neutral, each individual voltage (phase-to-neutral and phase-to-phase) shall be tested, one at a time, as per 5.1. This implies six different series of tests. See Figure 3a, Figure 3b and Figure 3c.

For voltage dips test of three-phase systems without neutral, each phase-to-phase voltage shall be tested, one at a time, as per 5.1. This implies three different series of tests. See Annex C. See Figure 3b, and Figure 3c.

NOTE 1 For three-phase systems, during a dip on a phase-to-phase voltage, a change will occur on one or two of the other voltages as well.

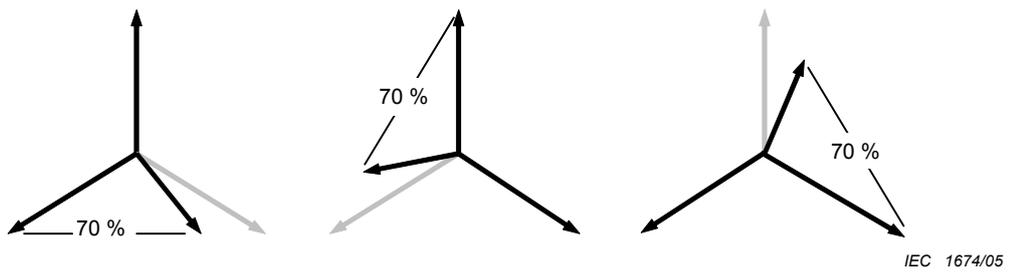
NOTE 2 For phase-to-phase testing on three-phase systems, the vectors of Figure 3b represents Acceptable Method 1, and the vectors of Figure 3c represent Acceptable Method 2. The Acceptable Method 1 vectors shown in Figure 3b may be easier for test labs to generate. See Annex D, Figure D.1. The Acceptable Method 2 vectors shown in Figure 3c may be more representative of real-world dips. There may be significant differences between results when comparing the vectors of Figure 3b to the vectors of Figure 3c.

For EUTs with more than one power cord, each power cord should be tested individually.



NOTE Phase-to-neutral testing on three-phase systems is performed one phase at a time.

Figure 3a – Phase-to-neutral testing on three-phase systems



NOTE Phase-to-phase testing on three-phase systems is also performed one phase at a time

Figure 3b – Phase-to-phase testing on three-phase systems – Acceptable Method 1 phase shift

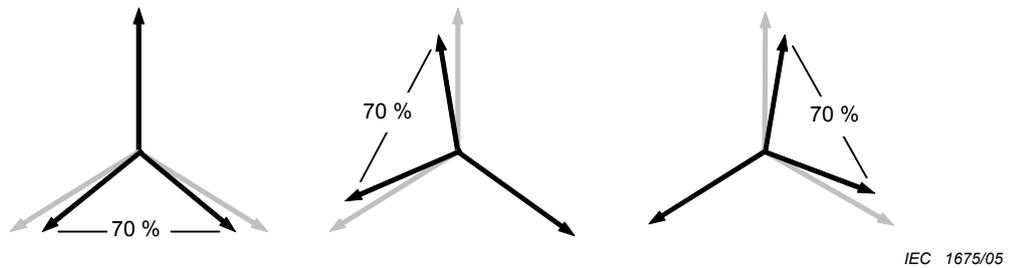


Figure 3c – Phase-to-phase testing on three-phase systems – Acceptable Method 2 phase shift

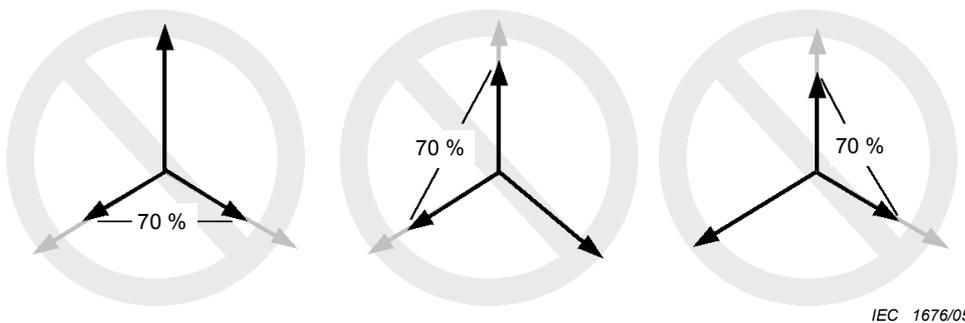


Figure 3d – Not acceptable – phase-to-phase testing without phase shift

Figure 3 – Testing on three-phase systems

8.2.2 Voltage variations (optional)

The EUT is tested to each of the specified voltage variations, three times at 10 s intervals for the most representative modes of operations.

9 Evaluation of test results

The test results shall be classified in terms of the loss of function or degradation of performance of the equipment under test, relative to a performance level defined by its manufacturer or the requestor of the test, or agreed between the manufacturer and the purchaser of the product. The recommended classification is as follows:

- a) normal performance within limits specified by the manufacturer, requestor or purchaser;
- b) temporary loss of function or degradation of performance which ceases after the disturbance ceases, and from which the equipment under test recovers its normal performance, without operator intervention;
- c) temporary loss of function or degradation of performance, the correction of which requires operator intervention;
- d) loss of function or degradation of performance which is not recoverable, owing to damage to hardware or software, or loss of data.

The manufacturer's specification may define effects on the EUT which may be considered insignificant, and therefore acceptable.

This classification may be used as a guide in formulating performance criteria, by committees responsible for generic, product and product-family standards, or as a framework for the agreement on performance criteria between the manufacturer and the purchaser, for example where no suitable generic, product or product-family standard exists.

NOTE The performance levels may be different for voltage dip tests and short interruption tests as well as for voltage variations test, if this optional test has been required.

10 Test report

The test report shall contain all the information necessary to reproduce the test. In particular, the following shall be recorded:

- the items specified in the test plan required by Clause 8;
- identification of the EUT and any associated equipment, e.g. brand name, product type, serial number;
- identification of the test equipment, e.g. brand name, product type, serial number;
- any special environmental conditions in which the test was performed, for example shielded enclosure;
- any specific conditions necessary to enable the test to be performed;
- performance level defined by the manufacturer, requestor or purchaser;
- performance criterion specified in the generic, product or product-family standard;
- any effects on the EUT observed during or after the application of the test disturbance, and the duration for which these effects persist;
- the rationale for the pass/fail decision (based on the performance criterion specified in the generic, product or product-family standard, or agreed between the manufacturer and the purchaser);
- any specific conditions of use, for example cable length or type, shielding or grounding, or EUT operating conditions, which are required to achieve compliance.

Annex A (normative)

Test generator current drive capability

During voltage dip testing, equipment peak inrush current may greatly exceed equipment rated current. The peak inrush current may occur at any time during the equipment process, not necessarily when power is first applied to the equipment.

During voltage dip testing on polyphase loads, the current on non-dipped phases may increase to as much as 200 % of the rated current, for the duration of the dip.

Current capability at the output of a test generator may be a function of both the test generator and of the a.c. mains source that supplies power to the test generator.

A.1 Test generator inrush current requirement

The test generator shall be capable of supplying the peak inrush current shown in Table A.1.

Table A.1 – Minimum peak inrush current capability

Rated current of Equipment	Minimum peak inrush current capability of the generator
16 A – 50 A	500 A
50,1 A – 100 A	1 000 A
More than 100 A	Not less than 1 000 A, and sufficient to maintain ± 10 % of required voltage value during maximum peak inrush, measured as r.m.s. value refreshed each $\frac{1}{2}$ cycle per IEC 61000-4-30.

A.2 Measuring test generator peak inrush current drive capability

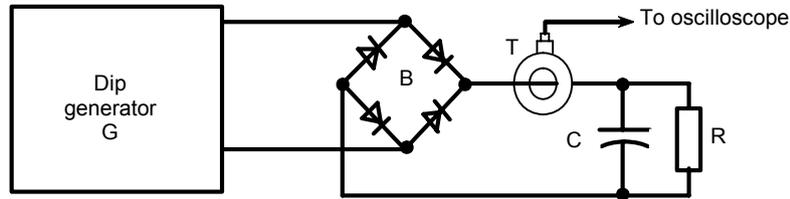
The circuit for measuring generator peak inrush current drive capability is shown in Figure A.1. Use of the bridge rectifier makes it unnecessary to change rectifier polarity for tests at 270° versus 90°.

The 1 700 μ F electrolytic capacitor shall have a tolerance of ± 20 %. It shall have a voltage rating preferably 15 % – 20 % in excess of the nominal peak voltage of the mains, for example 400 V for 220 V – 240 V mains. The capacitor shall have the lowest possible equivalent series resistance (ESR) at both 100 Hz and 20 kHz, and the peak inrush current shall not be limited by the capacitor ESR. Multiple capacitors may be paralleled to achieve sufficiently low ESR.

Since the test shall be performed with the 1 700 μ F capacitor discharged, a resistor shall be connected in parallel with it and several time constants (RC) must be allowed between tests. With a 10 000 Ω resistor, the RC time constant is 17 s, so that a wait of 1,5 min to 2 min should be used between inrush drive capability tests. Resistors as low as 100 Ω may be used when shorter wait times are desired.

The current probe shall be able to accommodate the full generator peak inrush current drive for one-quarter cycle without saturation.

Tests shall be run by switching the generator output from 0 % to 100 % at both 90° and 270°, to ensure sufficient peak inrush current drive capability for both polarities.



IEC 1677/05

Components

- G test voltage generator, switched on at 90° and 270°
- T current probe, with monitoring output to oscilloscope
- B rectifier bridge
- R bleeder resistor, not over 10 000 Ω or less than 100 Ω
- C 1 700 μF ±20 % electrolytic capacitor

Figure A.1 – Circuit for determining inrush current drive capability

A.3 Test generator requirement during dip current

During dip tests on polyphase loads, the test generator shall be capable of supplying sufficient current on the non-dipped phase conductors, during the dip, to maintain the voltages required in Table 1, ±10 %, measured as r.m.s. value (average time 1 cycle) refreshed each ½ cycle as per IEC 61000-4-30.

NOTE During the dip, the current on the non-dipped phase conductors may be as much as 200 % of the rated current.

Annex B (informative)

Electromagnetic environment classes

The following electromagnetic environment classes have been summarised from IEC 61000-2-4.

Class 1

This class applies to protected supplies and has compatibility levels lower than public network levels. It relates to the use of equipment very sensitive to disturbances in the power supply, for instance the instrumentation of technological laboratories, some automation and protection equipment, some computers, etc.

NOTE Class 1 environments normally contain equipment which requires protection by such apparatus as uninterruptible power supplies (UPS), filters, or surge suppressers.

Class 2

This class applies to points of common coupling (PCCs for consumer systems) and in-plant points of common coupling (IPCs) in the industrial environment in general. The compatibility levels in this class are identical to those of public networks; therefore components designed for application in public networks may be used in this class of industrial environment.

Class 3

This class applies only to IPCs in industrial environments. It has higher compatibility levels than those of class 2 for some disturbance phenomena. For instance, this class should be considered when any of the following conditions are met:

- a major part of the load is fed through converters;
- welding machines are present;
- large motors are frequently started;
- loads vary rapidly

NOTE 1 The supply to highly disturbing loads, such as arc-furnaces and large converters which are generally supplied from a segregated bus-bar, frequently has disturbance levels in excess of class 3 (harsh environment). In such special situations, the compatibility levels should be agreed upon.

NOTE 2 The class applicable for new plants and extensions of existing plants should relate to the type of equipment and process under consideration.

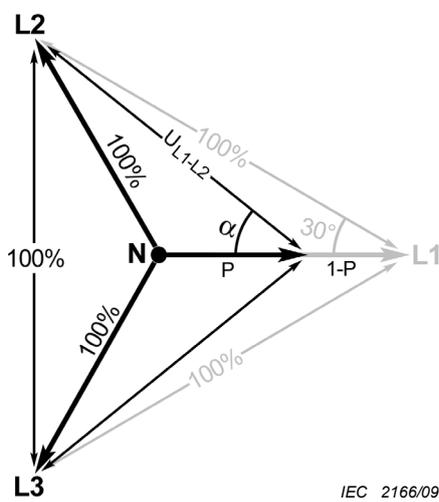
Annex C (informative)

Vectors for three-phase testing

The graphs, equations, and tables in this annex all assume that the neutral conductor is electrically centered between the three phase conductors. For electrical systems in which the neutral is not electrically centered, different vectors must be created.

C.1 Phase-to-neutral dip vectors

Voltage dips are applied phase-to-neutral, one phase at a time (see 8.2.1). The example dip generator in Fig. D.1 generates these vectors when applied as shown in Fig. D.2.b.



IEC 2166/09

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(120^\circ)}{\sqrt{1 + P^2 - 2P \cos(120^\circ)}} \right) \tag{C.1}$$

$$U_{L1-L2} = \frac{\sqrt{1 + P^2 - 2P \cos(120^\circ)}}{\sqrt{3}} \tag{C.2}$$

P is the percent phase-to-neutral dip, expressed as a fraction of the nominal phase-to-neutral voltage.

U_{L1-L2} is the voltage from L1 to L2, expressed as a fraction of the nominal phase-to-phase voltage.

NOTE The \sin^{-1} function is ambiguous (there are always two angles that have the same value), and return values between -90° and $+90^\circ$, so the correct quadrant must be selected.

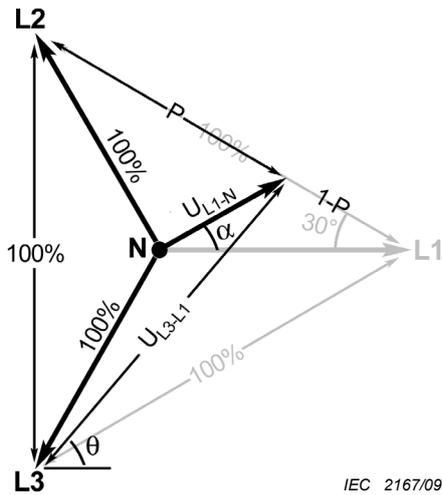
Figure C.1 – Phase-to-neutral dip vectors

Table C.1 – Vector values for phase-to-neutral dips

<i>P</i>	U_{L1-L2}	U_{L2-L3}	U_{L3-L1}	U_{L1-N}	U_{L2-N}	U_{L3-N}
100 % (no dip)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1-N	90 % 146°	100 % 270°	90 % 34°	80 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L2-N	90 % 154°	90 % 266°	100 % 30°	100 % 0°	80 % 120°	100 % 240°
80 % L3-N	100 % 150°	90 % 274°	90 % 26°	100 % 0°	100 % 120°	80 % 240°
70 % L1-N	85 % 144°	100 % 270°	85 % 36°	70 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
70 % L2-N	85 % 156°	85 % 264°	100 % 30°	100 % 0°	70 % 120°	100 % 240°
70 % L3-N	100 % 150°	85 % 276°	85 % 24°	100 % 0°	100 % 120°	70 % 240°
40 % L1-N	72 % 136°	100 % 270°	72 % 44°	40 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
40 % L2-N	72 % 164°	72 % 256°	100 % 30°	100 % 0°	40 % 120°	100 % 240°
40 % L3-N	100 % 150°	72 % 284°	72 % 16°	100 % 0°	100 % 120°	40 % 240°
NOTE "100 %" represents the voltage when no dip is present. For phase-to-phase voltages, this value will be higher than the 100 % phase-to-neutral value by a factor of $\sqrt{3}$.						

C.2 Acceptable Method 1 – phase-to-phase dip vectors

On three-phase systems, voltage dips are applied phase-to-phase, one pair of phases at a time (see 8.2.1). The vectors shown in Figure C.2 represent Acceptable Method 1 for phase-to-phase dips on three-phase systems. The example dip generator in Fig. D.1 generates these vectors when applied as shown in Fig. D.2.a.



IEC 2167/09

$$U_{L1-N} = \sqrt{1 + 3P^2 - (2\sqrt{3})P\cos(30^\circ)} \tag{C.3}$$

$$\alpha = 120^\circ - \sin^{-1}\left(\frac{P\sqrt{3}\sin(30^\circ)}{U_{L1-N}}\right) \tag{C.4}$$

$$U_{L3-L1} = \frac{\sqrt{1 + (U_{L1-N})^2 - 2U_{L1-N}\cos(\alpha + 120^\circ)}}{\sqrt{3}} \tag{C.5}$$

$$\theta = 60^\circ - \sin^{-1}\left(\frac{U_{L1-N}\sin(\alpha + 120^\circ)}{\sqrt{3}U_{L3-L1}}\right) \tag{C.6}$$

P is the percent phase-to-phase dip, expressed as a fraction of the nominal phase-to-phase voltage.

U_{L1-N} is the voltage from L1 to Neutral (if a Neutral conductor exists), expressed as a fraction of the nominal phase-to-neutral voltage.

U_{L3-L1} is the voltage from L3 to L1, expressed as a fraction of the nominal phase-to-phase voltage.

NOTE The \sin^{-1} function is ambiguous (there are always two angles that have the same value), and returns values between -90° and $+90^\circ$, so the correct quadrant must be selected.

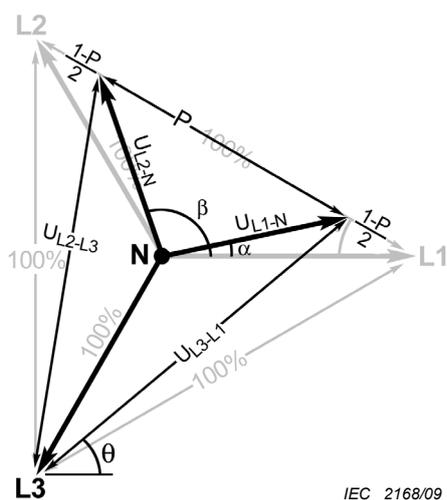
Figure C.2 – Acceptable Method 1 – phase-to-phase dip vectors

Table C.2 – Acceptable Method 1 – vector values for phase-to-phase dips

<i>P</i>	U_{L1-L2}	U_{L2-L3}	U_{L3-L1}	U_{L1-N}	U_{L2-N}	U_{L3-N}
100 % (no dip)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1-L2	80 % 150°	100 % 270°	92 % 41°	72 % 14°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L2-L3	92 % 161°	80 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	72 % 134°	100 % 240°
80 % L3-L1	100 % 150°	92 % 281°	80 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	72 % 254°
70 % L1-L2	70 % 150°	100 % 270°	89 % 47°	61 % 25°	100 % 120°	100 % 240°
70 % L2-L3	89 % 167°	70 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	61 % 145°	100 % 240°
70 % L3-L1	100 % 150°	89 % 287°	70 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	61 % 265°
40 % L1-L2	40 % 150°	100 % 270°	87 % 67°	53 % 79°	100 % 120°	100 % 240°
40 % L2-L3	87 % 187°	40 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	53 % 199°	100 % 240°
40 % L3-L1	100 % 150°	87 % 307°	40 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	53 % 319°
NOTE 1 “100 %” represents the voltage when no dip is present. For phase-to-phase voltages, this value will be higher than the 100 % phase-to-neutral value by a factor of $\sqrt{3}$.						
NOTE 2 Phase-to-neutral voltages and angles are shown in this table, but are only used on systems with a neutral conductor. For systems that do not have a neutral conductor, ignore the phase-to-neutral columns						

C.3 Acceptable Method 2 – phase-to-phase dip vectors

On three-phase systems, voltage dips are applied phase-to-phase, one pair of phases at a time (see 8.2.1). The vectors shown in Figure C.3 represent Acceptable Method 2 for phase-to-phase dips on three-phase systems. The example dip generator in Fig. D.3 might be used to generate these vectors. These vectors may be more representative of real-world dips than the vectors of C.2.



$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\left(\sqrt{3} \frac{(1-P)}{2} \right) \sin(30^\circ)}{U_{L1-N}} \right) \quad (C.7)$$

$$\beta = 120^\circ - \alpha \quad (C.8)$$

$$U_{L3-L1} = U_{L2-L3} = \frac{\sqrt{1 + (U_{L1-N})^2 - 2(U_{L1-N})\cos(120^\circ + \alpha)}}{\sqrt{3}} \quad (C.9)$$

$$\theta = 60^\circ - \sin^{-1} \left(\frac{U_{L1-N} \sin(120^\circ + \alpha)}{\sqrt{3}U_{L3-L1}} \right) \quad (C.10)$$

P is the percent phase-to-phase dip, expressed as a fraction of the nominal phase-to-phase voltage.

U_{L1-N} and U_{L2-N} are the voltages from L1 or L2 to Neutral (if a Neutral conductor exists), expressed as a fraction of the nominal phase-to-neutral voltage.

NOTE The \sin^{-1} function is ambiguous (there are always two angles that have the same value), and returns values between -90° and $+90^\circ$, so the correct quadrant must be selected.

Figure C.3 – Acceptable Method 2 – phase-to-phase dip vectors

Table C.3 – Acceptable Method 2 – vector values for phase-to-phase dips

<i>P</i>	U_{L1-L2}	U_{L2-L3}	U_{L3-L1}	U_{L1-N}	U_{L2-N}	U_{L3-N}
100 % (no dip)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1-L2	80 % 150°	95 % 265°	95 % 35°	85 % 6°	85 % 114°	100 % 240°
80 % L2-L3	95 % 155°	80 % 270°	95 % 25°	100 % 0°	85 % 126°	85 % 234°
80 % L3-L1	95 % 145°	95 % 275°	80 % 30°	85 % -6°	100 % 120°	85 % 246°
70 % L1-L2	70 % 150°	93 % 262°	93 % 38°	79 % 10°	79 % 110°	100 % 240°
70 % L2-L3	93 % 158°	70 % 270°	93 % 22°	100 % 0°	79 % 130°	79 % 230°
70 % L3-L1	93 % 142°	93 % 278°	70 % 30°	79 % -10°	100 % 120°	79 % 250°
40 % L1-L2	40 % 150°	89 % 253°	89 % 47°	61 % 25°	61 % 95°	100 % 240°
40 % L2-L3	89 % 167°	40 % 270°	89 % 13°	100 % 0°	61 % 145°	61 % 215°
40 % L3-L1	89 % 133°	89 % 287°	40 % 30°	61 % -25°	100 % 120°	61 % 265°
NOTE 1 "100 %" represents the voltage when no dip is present. For phase-to-phase voltages, this value will be higher than the 100 % phase-to-neutral value by a factor of $\sqrt{3}$.						
NOTE 2 Phase-to-neutral voltages and angles are shown in the table above, but are only used on systems with a neutral conductor. For systems that do not have a neutral conductor, ignore the phase-to-neutral columns.						

Annex D (informative)

Test instrumentation

Examples of generators and test set-ups

Figures D.1 and D.2 show two possible test configurations for mains supply simulation. These are simply examples; other configurations may be used.

In Figure D.1, voltage dips are simulated by alternately closing switch 1 and switch 2. These two switches are never closed at the same time and an interval up to 100 μ s with the two switches opened is acceptable. It shall be possible to open and close the switches independently of the phase angle. Semiconductors switches constructed with power MOSFETs and IGBTs can fulfil this requirement. Thyristors and triacs open during current zero crossing, and therefore do not meet this requirement.

Wave-form generators and power amplifiers can be used instead of variable transformers and switches (see Figure D.3). This configuration also allows testing of the EUT in the context of frequency variations and harmonics.

Either of these types of generators can be used for single-phase testing, or for three-phase testing (for example, by connecting the example generator in D.1 between two phases as shown in Figure D.2).

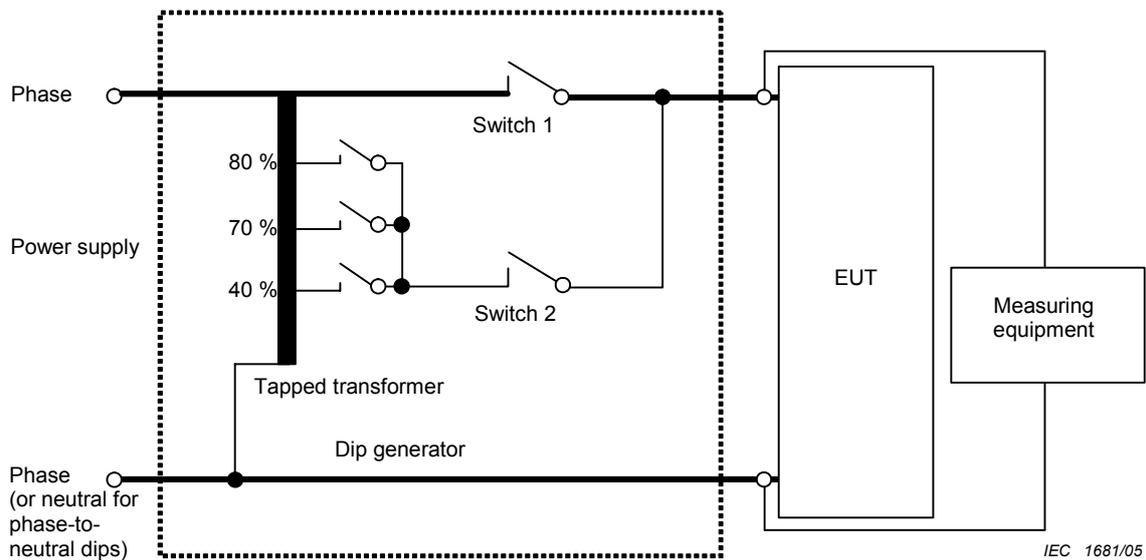
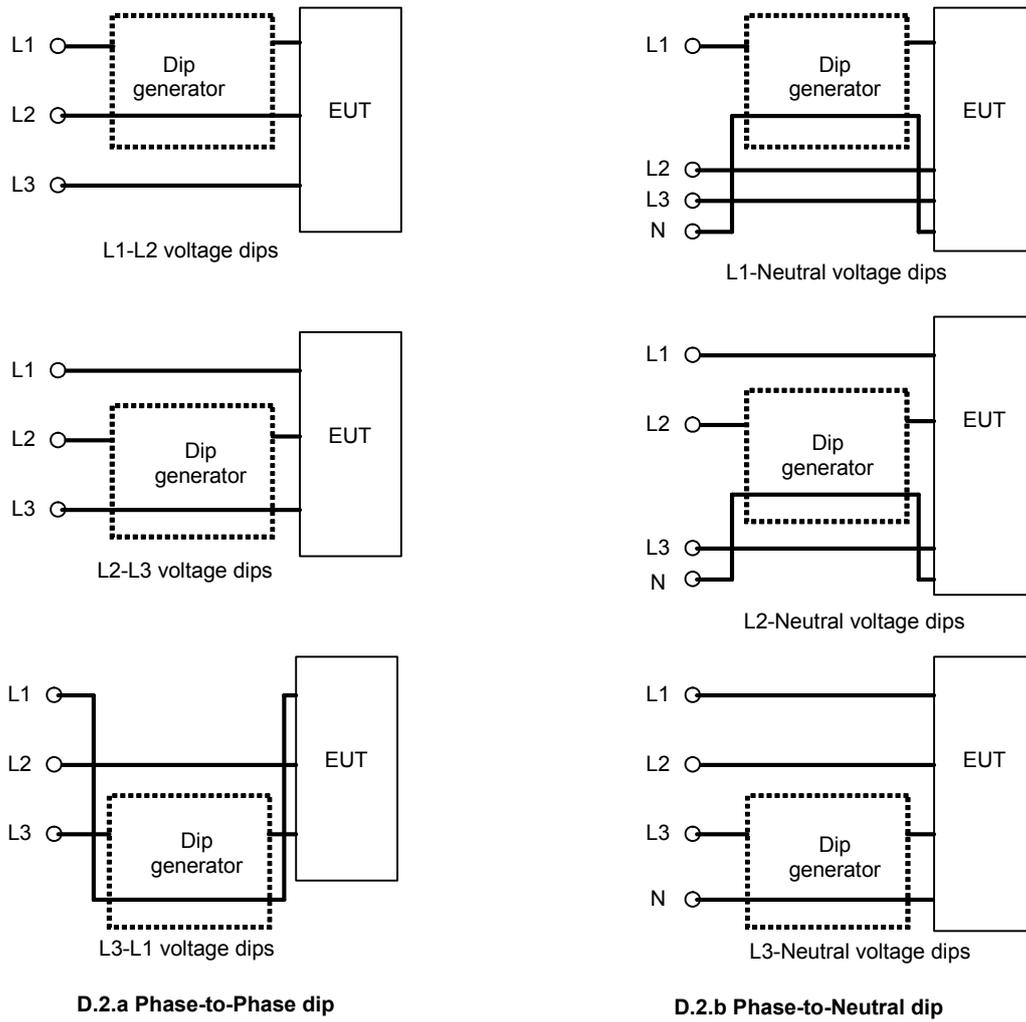


Figure D.1 – Schematic of example test instrumentation for voltage dips and short interruptions using tapped transformer and switches



IEC 1682/05

Figure D.2 – Applying the example test instrumentation of Figure D.1 to create the Acceptable Method 1 vectors of Figures C.1, C.2, 3b and 3c

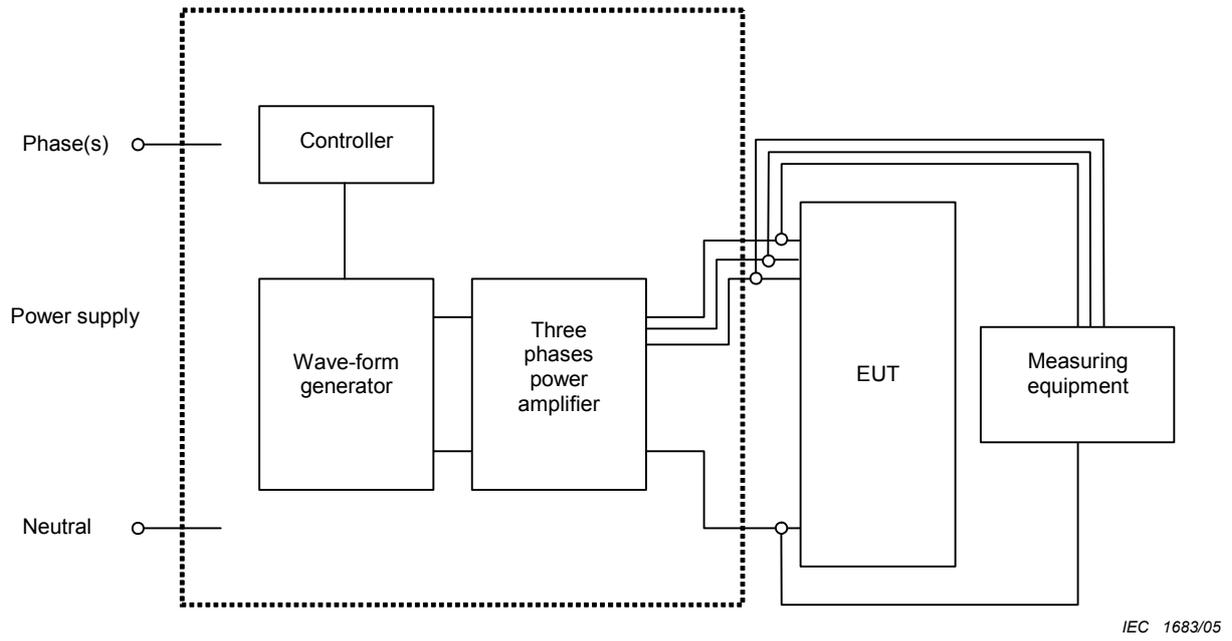


Figure D.3 – Schematic of example test instrumentation for three-phase voltage dips, short interruptions and voltage variations using power amplifier

Annex E (informative)

Dip immunity tests for equipment with large mains current

E.1 General

This annex is provided as an informative complement to the normative part of this standard.

All loads may be affected by voltage dips, regardless of how large the load is. However, it may be difficult or impossible to perform voltage dip immunity testing on very large loads. This informative annex provides some guidance.

E.2 Considering the EUT current rating

First, determine the current rating of the Equipment Under Test (EUT).

If the EUT current rating is 16 A or less, do not use this standard. Use IEC 61000-4-11 instead.

If the EUT current rating is between 16 A and approximately 75 A, laboratory tests are preferred but in situ tests may be used, if necessary.

If the EUT current rating is between approximately 75 A and approximately 200 A, in-situ testing is probably required, because it will be difficult to transport the EUT to a laboratory.

If the EUT current rating is more than approximately 200 A it may be difficult to obtain test equipment and an appropriate test environment, for dip immunity testing. In this case, the following techniques should be considered.

NOTE “Approximately 75 A” and “approximately 200 A” were appropriate values at the time when this standard was written. Future changes in dip generator technology, or changes in EUT technology, may increase these values significantly. The values given here are intended for general guidance only.

E.3 Modular testing for large equipment

For the purpose of dip immunity testing, it may be possible to separate the EUT into modules of 200 A or less. Dip immunity testing can then be performed on each module individually and in accordance with this standard.

If this modular approach is selected, careful engineering judgement should be used to consider possible interactions between modules that are tested separately. For example, one module may generate an alarm signal during voltage dips, and another module may be responsible for responding to that alarm signal. These interactions may occur both during and after voltage dips.

E.4 Combined testing and simulation for large equipment

If modular testing of the complete EUT is impractical (for example, if one non-separable part of the EUT, such as a resistive heater, requires several hundred amperes), dip immunity testing should be performed on the sensitive parts of the EUT and engineering analysis/simulation should be applied to the remaining parts of the EUT.

For example, the sensitive parts may include electronic controls, computers, an emergency-off or emergency-stop system, phase rotation relays, undervoltage relays, etc. These parts of the EUT should be tested for immunity according to the standard, and engineering analysis and simulation are used for those modules which are impossible to test for immunity.

E.5 Considerations for voltage dip immunity analysis of very large equipment operation

Dip immunity testing, even of partial systems, is always preferred to simulation and analysis.

However, if engineering analysis and simulation are unavoidable, the following points should be carefully considered.

- The effects of unbalance during the voltage dips, including both magnitude and phase angle unbalance, especially on transformers and motors.
- The possible increase in current on the non-dipped phases during the dip, including its effect on components, connectors, protection devices such as fuses and circuit breakers, etc.
- The possible large increase in current immediately after the dip, including its effect on components, connectors, protection devices such as fuses and circuit breakers, etc.
- The response of safety functions to the voltage dip, including emergency-off and emergency-stop circuits, light curtains, etc.
- The possible effects of the dip on independently-powered sensors, and how those sensors may affect the behaviour of the EUT.
- The response of protective devices, both at the mains terminals of the EUT and at locations within the EUT, to changes in current during and after the dip.
- The response of mains sensing devices, such as phase rotation relays and undervoltage relays, to the voltage dip.
- The response of control relays and contactors, such as relays with 24 V AC coils, to the voltage dip.
- Error signals due to changes in water flow, air pressure, vacuum, etc. caused by brief changes in pump or fan rotation during voltage dips, and how these error signals may affect the EUT behaviour.
- The possible effects of component value variations. For example, electrolytic capacitors are often used as energy storage devices during voltage dips, and may have value tolerances of $\pm 20\%$ or more.

This is not a complete list. It is offered for guidance only; careful engineering judgement should be applied.

Bibliography

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

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

IEC 61000-4-14, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-14: Testing and measurement techniques – Voltage fluctuation immunity test*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	36
INTRODUCTION.....	38
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives.....	39
3 Termes et définitions	40
4 Généralités.....	41
5 Niveaux d'essai	42
5.1 Creux de tension et coupures brèves	42
5.2 Variations de tension (facultatif).....	43
6 Instruments d'essai	45
6.1 Générateur d'essai.....	45
6.2 Source d'énergie	46
7 Montage d'essai	46
8 Procédures d'essai.....	47
8.1 Conditions de référence en laboratoire	47
8.2 Exécution des essais.....	48
9 Evaluation des résultats d'essai.....	50
10 Rapport d'essai	50
Annexe A (normative) Capacité en courant du générateur d'essai.....	52
Annexe B (informative) Classes d'environnement électromagnétique.....	54
Annexe C (informative) Vecteurs de tension pour les essais triphasés	55
Annexe D (informative) Instrumentation d'essai	61
Annexe E (informative) Essais d'immunité aux creux de tension concernant le matériel avec fort courant d'alimentation	64
Bibliographie.....	66
Figure 1 – Creux de tension – figure montrant la forme d'onde d'un creux de tension de 70 %	44
Figure 2 – Variation de tension	44
Figure 3a – Essai phase-neutre des systèmes triphasés	49
Figure 3b – Essais phase-phase des systèmes triphasés – méthode acceptable 1.....	49
Figure 3c – Essais phase-phase des systèmes triphasés – méthode acceptable 2.....	49
Figure 3d – Solution non acceptable – essai phase-phase sans déphasage.....	49
Figure A.1 – Circuit utilisé pour déterminer le courant d'appel crête du générateur de coupures brèves.....	53
Figure C.1 – Vecteurs de creux de tension phase-neutre	55
Figure C.2 – Vecteurs de creux de tension phase – méthode acceptable 1	57
Figure C.3 – Vecteurs de creux de tension phase-phase – méthode acceptable 2	59
Figure D.1 – Schéma d'un exemple d'instruments d'essai pour les creux de tension, les coupures brèves et les variations de tension à l'aide de transformateurs variables et de commutateurs	61

Figure D.2 – Application de l'exemple d'instruments d'essai indiqué à la Figure D.1 pour créer la méthode acceptable 1 des vecteurs des Figures C.1, C.2, 4a et 4b.....	62
Figure D.3 – Schéma d'un exemple d'instruments d'essai pour les creux de tension triphasés, les coupures brèves et les variations de tension à l'aide d'un amplificateur de puissance	63
Tableau 1 – Durées et niveaux d'essai préférés pour les creux de tension.....	43
Tableau 2 – Durées et niveaux d'essai préférés pour les coupures brèves.....	43
Tableau 3 – Durée des variations de tension d'alimentation à court terme	43
Tableau 4 – Spécifications du générateur	45
Tableau A.1 – Courant d'appel minimal admissible	52
Tableau C.1 – Valeur des vecteurs pour des creux de tension phase neutre	56
Tableau C.2 – Vecteurs de creux de tension phase – méthode acceptable 1	58
Tableau C.3 – Vecteurs de creux de tension phase-phase – méthode acceptable 2.....	60

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut être tenue responsable de l'éventuelle fausse 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure du possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels ou 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61000-4-34 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la partie 4-34 de la CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de la CEI.

Cette version consolidée de la CEI 61000-4-34 comprend la première édition (2005) [documents 77A/498/FDIS et 77A/515/RVD], son amendement 1 (2009) [documents 77A/670/CDV et 77A/688/RVC] et son corrigendum 1 de novembre 2009.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La CEI 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties séparées, conformément à la structure suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émissions

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne tombent pas sous la responsabilité des comités de produits)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essais

Partie 5: Directives d'installation et d'atténuation

Guide d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 6: Normes génériques

Partie 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en plusieurs parties, publiées soit comme normes internationales soit comme spécifications techniques ou rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées comme sections. D'autres seront publiées avec le numéro de partie, suivi d'un tiret et complété d'un second numéro identifiant la subdivision (exemple: 61000-6-1).

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61000 définit les méthodes d'essai d'immunité ainsi que la gamme des niveaux d'essais préférés pour les matériels électriques et électroniques connectés à des réseaux d'alimentation basse tension pour les creux de tension, les coupures brèves et les variations de tension.

La présente norme s'applique aux matériels électriques et électroniques dont le courant assigné d'alimentation dépasse 16 A par phase. (Voir l'Annexe E fournissant des lignes directrices sur les matériels électriques et électroniques de capacité supérieure à 200 A par phase.) Elle s'applique aux matériels installés dans des environnements résidentiels de même qu'aux matériels industriels, pour l'aspect creux de tension et coupures brèves des équipements, monophasés et triphasés, reliés à des réseaux électriques alternatifs de 50 Hz ou 60 Hz.

NOTE 1 Les matériels dont le courant assigné d'alimentation est de 16 A ou moins sont traités dans la CEI 61000-4-11.

NOTE 2 Il n'y a pas de limite maximale du courant assigné d'alimentation dans la présente norme. Néanmoins, dans certains pays, le courant assigné d'alimentation peut être limité à une valeur maximale, par exemple 75 A ou 250 A, à cause de normes de sécurité obligatoires.

Elle ne s'applique pas aux matériels électriques et électroniques destinés à être reliés à des réseaux électriques à courant alternatif de 400 Hz. Les essais pour les matériels reliés à ces réseaux seront traités dans des normes CEI à venir.

Le but de cette norme est d'établir une référence commune pour l'évaluation de l'immunité fonctionnelle des matériels électriques et électroniques soumis à des creux de tension, à des coupures brèves et à des variations de tension.

NOTE 1 Les fluctuations de la tension sont traitées dans la CEI 61000-4-14.

NOTE 2 Pour les matériels en essai dont le courant assigné est supérieur à 250 A, un équipement d'essai qui convienne peut être difficile à obtenir. Dans ce cas, l'applicabilité de cette norme sera évaluée avec précaution par les comités responsables des normes génériques, produits et familles de produits. Une alternative consiste à utiliser cette norme comme une trame pour un accord entre un constructeur et un acheteur.

La méthode d'essai décrite dans la présente partie de la CEI 61000 détaille une méthode sans faille pour estimer l'immunité d'un matériel ou d'un système à un phénomène prédéfini. Comme décrit dans le Guide 107 de la CEI, ce document est une publication fondamentale en CEM destinée à l'usage des comités de produits de la CEI. Comme également mentionné dans le Guide 107, les comités de produits de la CEI sont responsables du choix d'utilisation ou non de cette norme d'essai d'immunité et, si elle est utilisée, les comités sont responsables de la définition des niveaux d'essai appropriés. Le comité d'études 77 et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits pour l'évaluation de la pertinence des essais particuliers d'immunité pour leurs produits.

2 Références normatives

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

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

CEI 61000-2-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-8: Environnement – Creux de tension et coupures brèves sur les réseaux d'électricité publics incluant des résultats de mesures statistiques.*

CEI 61000-4-30, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essais et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans CEI 60050-161, ainsi que les suivants, s'appliquent:

3.1

norme fondamentale en CEM (ACEC)¹⁾

norme relative aux conditions ou aux règlements fondamentaux et généraux nécessaires à la réalisation de la CEM liés ou s'appliquant à tous les produits et systèmes et que les comités de produits peuvent utiliser comme document de référence

3.2

immunité (à une perturbation)

aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique

[VEI 161-01-20]

3.3

creux de tension

diminution brusque de la tension à un endroit particulier d'un système d'alimentation électrique qui devient inférieure à un seuil de creux spécifié, puis reprend une valeur supérieure au seuil après un bref intervalle de temps

NOTE 1 Typiquement, un creux est associé à l'apparition et à la disparition d'un court-circuit ou de toute autre cause de surintensité dans le système ou les installations connectées à celui-ci.

NOTE 2 Un creux de tension est une perturbation électromagnétique en deux dimensions, dont le niveau est déterminé par la tension et la durée.

3.4

coupure brève

diminution brusque de la tension sur toutes les phases à un endroit particulier d'un système d'alimentation électrique qui devient inférieure à un seuil d'interruption spécifié, puis reprend une valeur supérieure au seuil après un bref intervalle de temps

NOTE Les coupures brèves sont souvent liées aux dispositifs de commutation dont le fonctionnement est lié à l'apparition et à la disparition de courts-circuits dans le système ou les installations connectées à celui-ci.

3.5

tension résiduelle (d'un creux de tension)

valeur minimale de la tension efficace enregistrée pendant un creux de tension ou une coupure brève

NOTE La tension résiduelle peut être exprimée en volts, en pourcentage ou en valeur unitaire par rapport à la tension de référence.

1) Comité consultatif pour la compatibilité électromagnétique (Advisory Committee on Electromagnetic Compatibility (ACEC) en anglais).

3.6**dysfonctionnement**

cessation de l'aptitude d'un matériel à accomplir ses fonctions ou exécution de fonctions incorrectes par le matériel

3.7**étalonnage**

ensemble des opérations établissant, en référence à des étalons, la relation qui existe, dans les conditions spécifiées, entre une indication et un résultat de mesure

NOTE 1 Cette définition est conçue dans l'approche "incertitude".

NOTE 2 La relation entre les indications et les résultats de mesure peut être donnée, en principe, dans un diagramme d'étalonnage.

[VEI 311-01-09]

3.8**vérification**

ensemble des opérations utilisées qui s'appliquent à l'ensemble des matériels d'essais (par exemple le générateur d'essai et les câbles d'interconnexion) pour démontrer que le système d'essai fonctionne conformément aux spécifications décrites à l'Article 6

NOTE 1 Les méthodes de vérification ne sont pas nécessairement les mêmes que les méthodes d'étalonnage.

NOTE 2 Les procédures de vérification décrites en 6.1.2 servent à vérifier que le générateur d'essai fonctionne correctement les autres éléments constituant le montage d'essai servent à vérifier qu'une forme d'onde correcte est délivrée à l'EST.

NOTE 3 Dans le contexte de cette norme fondamentale en CEM, cette définition est différente de celle indiquée dans VEI 311-01-13.

4 Généralités

Les creux de tension, les coupures brèves et les variations de tension de l'alimentation électrique peuvent avoir une incidence sur les matériels électriques et électroniques.

Les creux de tension et les coupures brèves sont causés par des défaillances au niveau du réseau, essentiellement des courts-circuits (voir également la CEI 61000-2-8), dans les installations ou par d'importantes variations brusques de charge. Dans certains cas, plusieurs creux ou coupures consécutifs peuvent survenir. Les variations de tension sont causées par des variations continues des charges connectées au réseau.

Les creux de tension aux bornes des matériels sont influencés par les raccordements des transformateurs entre le lieu de la faute sur le circuit d'alimentation et le point de raccordement du matériel. Les raccordements des transformateurs influencent à la fois l'amplitude et le déphasage angulaire du creux de tension auquel le matériel est soumis.

Ces phénomènes, aléatoires par nature, peuvent être caractérisés de manière minimale en vue d'être utilisés pour des simulations en laboratoire en termes d'écart par rapport à la tension nominale et de durée.

En conséquence, différents types d'essais sont spécifiés dans cette norme pour simuler les effets des variations brusques de tension. Ces essais doivent uniquement être utilisés pour des cas particuliers et justifiés, et relèvent de la responsabilité des comités de produits ou de spécifications.

Le comité de produits est responsable d'établir les phénomènes concernés parmi ceux traités dans cette norme et de décider des conditions d'application de l'essai.

5 Niveaux d'essai

Les tensions données dans la présente norme ont comme base la tension assignée du matériel pour la spécification des niveaux de tension d'essai (U_T).

Lorsque le matériel présente une gamme de tensions nominales, les points suivants doivent s'appliquer:

- si la gamme de tensions est inférieure à 20 % de la plus basse tension spécifiée pour la gamme de tensions nominales, une seule tension de cette gamme peut être spécifiée comme base pour les spécifications des niveaux d'essai (U_T);
- dans tous les autres cas, la procédure d'essai doit s'appliquer à la fois aux tensions les plus élevées et aux tensions les plus faibles de la gamme de tensions;
- la sélection de durées et de niveaux d'essai doit tenir compte des informations indiquées dans la CEI 61000-2-8.

5.1 Creux de tension et coupures brèves

Le passage de la tension U_T à la nouvelle tension est brusque. À moins d'indication contraire du comité produits concerné, ce changement doit s'effectuer au déphasage 0° (c'est-à-dire au passage par zéro positif de la phase qui subit un creux de tension), voir 8.2.1, pour le début et la fin des creux de tension et des interruptions. Les niveaux de tension d'essai suivants (en % de U_T) sont utilisés: 0 %, 40 %, 70 % et 80 %, ce qui correspond à des creux ou des interruptions de tension résiduelle de 0 %, 40 %, 70 % et 80 %.

Pour les creux de tension, les durées et les niveaux d'essai préférés sont indiqués dans le Tableau 1 et un exemple est représenté à la Figure 1.

Pour les coupures brèves, les durées et les niveaux d'essai préférés sont indiqués dans le Tableau 2.

Les durées et niveaux d'essai préférés, indiqués dans les Tableaux 1 et 2, tiennent compte des informations indiquées dans la CEI 61000-2-8.

Les niveaux d'essai préférés indiqués dans le Tableau 1 sont raisonnablement sévères et sont représentatifs de nombreux creux de tension réels, mais n'ont pas pour but de garantir l'immunité pour n'importe quel creux de tension. Des creux de tension plus sévères, par exemple un niveau d'essai de 0 % pendant 1 s, et des creux de tension triphasés, peuvent être considérés par les comités produits.

Le temps de montée, t_r , et le temps de descente, t_f , pendant les variations brusques sont indiqués dans le Tableau 4.

Les durées et niveaux doivent être indiqués dans les spécifications des produits. Un niveau d'essai de 0 % correspond à une coupure totale de la tension d'alimentation. En pratique, une tension d'essai comprise entre 0 % et 20 % de la tension nominale peut être considérée comme une coupure totale.

Tableau 1 – Durées et niveaux d'essai préférés pour les creux de tension

Classes ^a	Durée et niveau d'essai pour des creux de tension (t_s) (50 Hz/60 Hz)			
Classe 1	Au cas par cas en fonction des exigences du matériel			
Classe 2	0 % pendant 1 période	70 % pendant 25/30 ^c périodes		
Classe 3	0 % pendant 1 période	40 % ^d pendant 10/12 ^c période	70 % pendant 25/30 ^c périodes	80 % pendant 250/300 ^c périodes
Classe X ^b	X	X	X	X

a Classes similaires à la CEI 61000-2-4; voir l'Annexe B.

b À définir par le comité de produits. Pour des matériels connectés directement ou indirectement au réseau public, les niveaux ne doivent pas être moins sévères que ceux de la Classe 2.

c "25/30 périodes" signifie "25 périodes pour des essais à 50 Hz" et "30 périodes pour des essais à 60 Hz", "10/12 périodes" signifie "10 périodes pour des essais à 50 Hz" et "12 périodes pour des essais à 60 Hz" et "250/300 périodes" signifie "250 périodes pour des essais à 50 Hz" et "300 périodes pour des essais à 60 Hz".

d Peut être remplacé par un comité de produit avec un niveau d'essai de 50 % pour un matériel principalement prévu pour un fonctionnement nominal à 200 V ou 208 V.

Tableau 2 – Durées et niveaux d'essai préférés pour les coupures brèves

Classes ^a	Durée et niveau d'essai pour des coupures brèves (t_s) (50 Hz/60 Hz)
Classe 1	Au cas par cas en fonction des exigences du matériel
Classe 2	0 % pendant 250/300 périodes ^c
Classe 3	0 % pendant 250/300 périodes ^c
Classe X ^b	X

a Classes similaires à la CEI 61000-2-4; voir l'Annexe B.

b A définir par le comité de produits. Pour des matériels connectés directement ou indirectement au réseau public, les niveaux ne doivent pas être moins sévères que ceux de la Classe 2.

c "250/300 périodes" signifie "250 périodes pour des essais à 50 Hz" et "300 périodes pour des essais à 60 Hz"

5.2 Variations de tension (facultatif)

Cet essai porte sur une transition définie entre une tension nominale U_T et la valeur de la tension après la variation.

NOTE La durée de la variation de tension est courte et peut être causée par une variation de charge.

La durée préférée des variations de tension et la durée pendant laquelle les tensions réduites doivent être conservées sont indiquées dans le Tableau 3. Le taux de variation doit être constant; toutefois, la tension peut être échelonnée. Il convient que les échelons se situent aux points de passage à zéro et qu'ils ne soient pas supérieurs à 10 % de U_T . Les échelons inférieurs à 1 % de U_T sont considérés comme des taux de variation de tension constants.

Tableau 3 – Durée des variations de tension d'alimentation à court terme

Niveau d'essai de la tension	Temps de diminution de la tension (t_d)	Durée de la tension réduite (t_s)	Temps d'augmentation de la tension (t_i) (50 Hz /60 Hz)
70 %	Brusque	1 période	25/30 périodes ^b
X ^a	X ^a	X ^a	X ^a

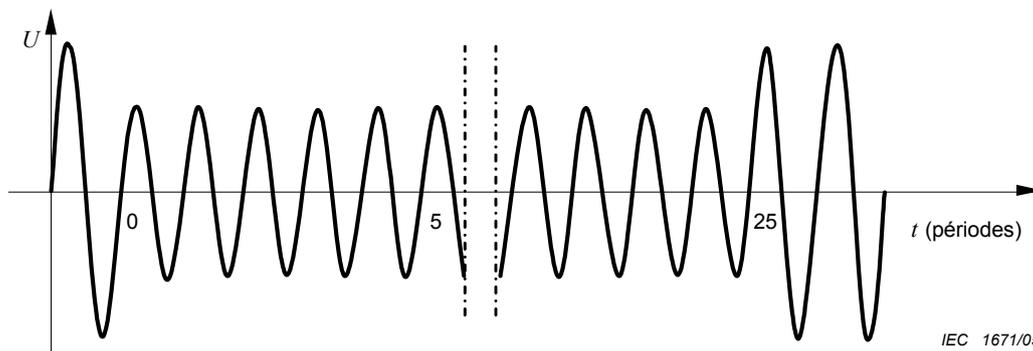
a A définir par le comité de produits.

b "25/30 périodes" signifie "25 périodes pour des essais à 50 Hz" et "30 périodes pour des essais à 60 Hz".

Pour des variations de tension dans des systèmes triphasés avec ou sans neutre, les trois phases doivent être soumises à l'essai simultanément. Des variations simultanées de tension dans des systèmes triphasés sont placées au niveau du passage à zéro d'une des tensions.

Il s'agit de la forme typique du démarrage d'un moteur avec un temps rapide de diminution de la tension, t_d , et un temps, plus lent, d'augmentation de la tension, t_i .

La Figure 2 représente la tension efficace en fonction du temps. D'autres valeurs peuvent être considérées dans des cas justifiés et doivent être spécifiées par le comité de produits.



NOTE La tension diminue jusqu'à 70 % pour 25 périodes. Échelon au passage à zéro.

Figure 1 – Creux de tension – figure montrant la forme d'onde d'un creux de tension de 70 %

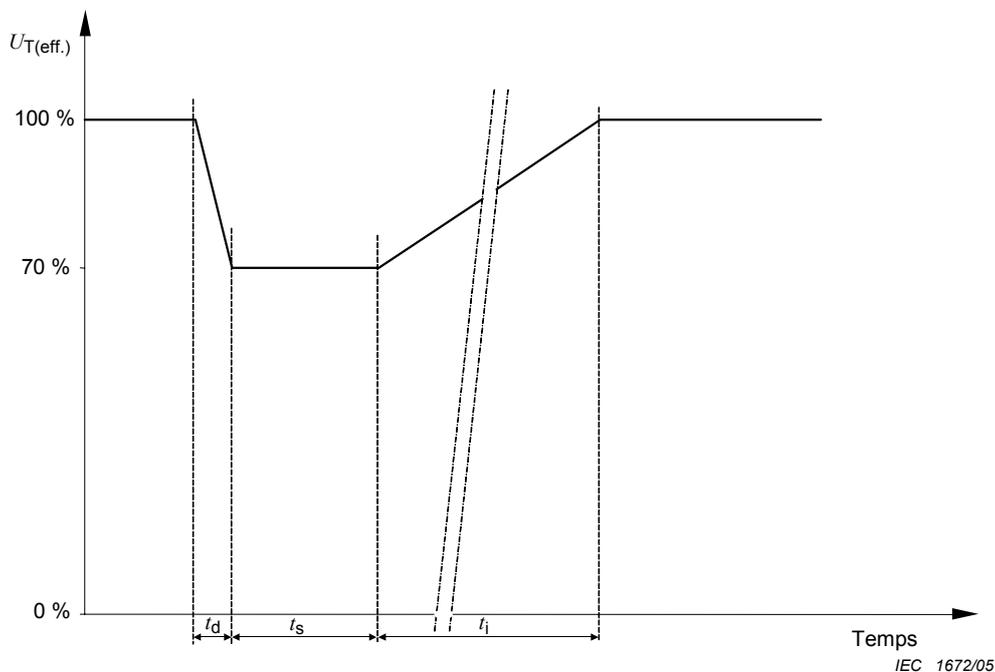


Figure 2 – Variation de tension

6 Instruments d'essai

6.1 Générateur d'essai

Les caractéristiques suivantes sont communes aux générateurs pour les creux de tension, les coupures brèves et les variations de tension, sauf indication contraire.

Des exemples de générateurs sont indiqués à l'Annexe D.

Le générateur doit être équipé pour ne pas émettre d'importantes perturbations, qui, si elles sont envoyées sur le réseau d'alimentation, peuvent influencer les résultats des essais.

Tout générateur produisant un creux de tension dont les caractéristiques sont supérieures ou égales (en durée et en amplitude) à celles stipulées par la présente norme est autorisé.

La tension de sortie du générateur peut être influencée par les caractéristiques du générateur, de la charge, ou du réseau d'alimentation alternatif qui alimente le générateur.

6.1.1 Caractéristiques et performances du générateur

Tableau 4 – Spécifications du générateur

Tension de sortie à vide	Comme stipulé dans le Tableau 1, $\pm 5\%$ de la valeur de la tension résiduelle
Tension de sortie du générateur pendant l'essai du matériel	Comme stipulé dans le Tableau 1, $\pm 10\%$ de la tension résiduelle mesurée comme une valeur efficace calculée chaque demi-période selon CEI 61000-4-30
Courant de sortie admissible	Voir l'Annexe A
Valeur crête du courant d'appel (pas de condition requise pour les essais de variation de tension)	Voir l'Annexe A
Valeur crête instantanée du sur-dépassement/sous-dépassement de la tension réelle, le générateur étant branché sur une charge résistive – voir NOTE 1	Inférieur à 5% de U_T
Temps de montée (et de descente) de la tension t_r (et t_f), pendant une variation brusque, le générateur étant branché sur une charge résistive – voir NOTE A et NOTE 1	Entre $1\ \mu\text{s}$ et $5\ \mu\text{s}$ pour le courant $\leq 75\text{A}$ Entre $1\ \mu\text{s}$ et $50\ \mu\text{s}$ pour le courant $> 75\text{A}$
Déphasage auquel le creux de tension commence ou finit	0° à 360° avec une résolution maximale de 5° voir NOTE B
Écart entre la phase des creux de tension et des coupures et la phase de la fréquence de l'alimentation	Moins de $\pm 5^\circ$
Commande du passage à zéro des générateurs	$\pm 10^\circ$
NOTE A Il faut que ces valeurs soient examinées avec une charge résistive selon la NOTE 1 après ce tableau, mais il ne faut pas qu'elles soient examinées quand un EST est connecté.	
NOTE B L'ajustement de l'angle de phase peut être demandé pour être en conformité avec 5.1.	

L'impédance de sortie doit être principalement résistive.

L'impédance de sortie du générateur de tension d'essai doit être faible, même pendant la transition de la génération des creux de tension. Un intervalle bref (de $100\ \mu\text{s}$ au maximum) de forte impédance est acceptable pendant chaque transition. Pour la génération des interruptions, un circuit électrique ouvert de forte impédance est autorisé.

NOTE 1 La valeur de la charge résistive, non inductive, pour tester les sur-dépassements, sous-dépassements, temps de montée et temps de descente est de $100\ \Omega$ pour un générateur de capacité de $50\ \text{A}$ ou moins, $50\ \Omega$ pour un générateur de capacité supérieure à $50\ \text{A}$ mais inférieure ou égale à $100\ \text{A}$, et de $25\ \Omega$ pour un générateur de capacité supérieure à $100\ \text{A}$.

NOTE 2 Pour tester le matériel qui régénère l'énergie, il est possible de brancher une résistance externe en parallèle sur la charge. Il ne faut pas que le résultat de l'essai soit influencé par cette charge.

NOTE 3 Une coupure haute-impédance, quand elle est effectuée aux bornes d'une charge inductive, peut générer des surtensions importantes.

6.1.2 Vérification des caractéristiques des générateurs de creux de tension et de coupures brèves

Pour comparer les résultats des essais obtenus à partir de différents générateurs, les caractéristiques des générateurs doivent être contrôlées conformément aux points suivants:

- les tensions de sortie efficaces à 100 %, 80 %, 70 % et 40 % du générateur doivent être conformes aux pourcentages des tensions de fonctionnement sélectionnées: 230 V, 120 V, etc.;
- les tensions de sortie efficaces à 100 %, 80 %, 70 % et 40 % du générateur doivent être mesurées sans charge et elles doivent être maintenues à un certain pourcentage de la valeur nominale de U_T ;
- la tension de sortie du générateur doit être mesurée pendant les essais comme une valeur efficace calculée chaque demi-période, et doit être maintenue à l'intérieur du pourcentage spécifié pendant les essais.

NOTE Si on peut démontrer que les appels maxima de courant du matériel sont suffisamment petits pour ne pas influencer la tension de sortie du générateur, il n'est pas nécessaire de mesurer la tension de sortie pendant les essais.

Les temps de montée et de descente, ainsi que le sur-dépassement et le sous-dépassement, doivent être contrôlés pour des commutations à 90° et à 270°, de 0 % à 100 %, de 100 % à 80 %, de 100 % à 70 %, de 100 % à 40 % et de 100 % à 0 %.

La précision de l'angle de phase doit être contrôlée pour des commutations de 0 % à 100 % et de 100 % à 0 %, pour neuf angles de phase entre 0° et 315° par pas de 45°. Elle doit également être contrôlée pour des commutations de 100 % à 80 % et de 80 % à 100 %, de 100 % à 70 % et de 70 % à 100 %, ainsi que de 100 % à 40 % et de 40 % à 100 %, à 90° et 180°.

6.2 Source d'énergie

La fréquence de la tension d'essai ne doit pas dépasser ± 2 % de la fréquence nominale.

7 Montage d'essai

Pour la réalisation de l'essai, le câble reliant l'EST au générateur d'essai doit être le plus court possible conformément aux spécifications du fabricant de l'EST. Si la longueur du câble n'est pas spécifiée, elle sera la plus petite possible.

Les montages d'essai des trois types de phénomènes décrits dans cette norme portent sur:

- les creux de tension;
- les coupures brèves;
- les variations de tension avec transition progressive entre la tension nominale et la nouvelle tension (facultatif).

Des exemples de montages d'essai sont indiqués à l'Annexe D.

8 Procédures d'essai

La prudence doit être de mise pendant l'installation des essais et la phase des essais. L'EST et le matériel d'essai ne doit pas devenir dangereux ou peu sûr du fait de la réalisation des essais définis dans cette partie de la série CEI 61000. Des précautions devraient être prises pour éviter toute situation dangereuse ou peu sûre pour le personnel, l'EST et le matériel d'essai.

Un plan d'essai doit être préparé avant de commencer tout essai sur un EST donné.

Le plan d'essai devrait être représentatif de la façon dont le système est couramment utilisé.

Les systèmes peuvent nécessiter une pré-analyse précise afin de définir les configurations représentatives des conditions normales de chantier qui doivent être soumises aux essais.

Les différents cas d'essais doivent être expliqués et indiqués dans le rapport d'essai.

Il est recommandé que le plan d'essai comprenne les données suivantes:

- la désignation du type d'EST;
- les informations sur les connexions possibles (prises, bornes, etc.), les câbles correspondants et les périphériques;
- la prise d'alimentation du matériel à tester;
- les informations sur les exigences concernant le courant d'appel de l'équipement;
- les modes de fonctionnement représentatifs de l'EST pour l'essai;
- les critères de performances utilisés et définis dans les spécifications techniques;
- le ou les mode(s) de fonctionnement du matériel;
- la description du montage d'essai.

Si aucune source réelle de signaux de fonctionnement n'est disponible pour l'EST, elle peut être simulée.

Toute dégradation des performances doit être enregistrée pour chaque essai. Il convient que les matériels de contrôle soient capables d'afficher l'état du mode de fonctionnement de l'EST pendant et après les essais. Un contrôle fonctionnel complet doit être effectué après chaque groupe d'essais.

8.1 Conditions de référence en laboratoire

8.1.1 Conditions climatiques

A moins qu'il en soit spécifié autrement par le comité responsable d'une norme générique ou d'une norme de produit, les conditions climatiques dans le laboratoire doivent être dans les limites spécifiées pour le fonctionnement de l'EST et des matériels d'essai par leurs constructeurs respectifs.

Les essais ne doivent pas être réalisés si l'humidité relative entraîne une condensation sur l'EST ou sur les matériels d'essai.

NOTE Lorsqu'il est estimé qu'il y a suffisamment de preuves pour démontrer que les effets du phénomène couverts par la présente norme sont influencés par les conditions climatiques, il convient d'en informer le comité responsable de la présente norme.

8.1.2 Conditions électromagnétiques

Les conditions électromagnétiques dans le laboratoire doivent garantir un fonctionnement correct de l'EST pour ne pas perturber les résultats des essais.

8.2 Exécution des essais

Pendant les essais, la tension du réseau est contrôlée avec une précision de 2 %.

8.2.1 Creux de tension et coupures brèves

L'EST doit être testé pour chaque combinaison de durée et de niveau d'essai sélectionnée selon une séquence de trois coupures/creux à des intervalles de 10 s minimum (entre chaque essai). Chaque mode de fonctionnement représentatif doit être testé.

Pour les creux de tension, les variations de tension d'alimentation doivent se produire à 0° (passage positif à zéro de la tension). D'autres angles considérés comme critiques peuvent être sélectionnés par le comité de produits ou dans des spécifications de produits. De préférence, ces angles seront 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° et 315° sur chaque phase.

Pour les coupures brèves, l'angle de début doit être choisi par le comité produit de manière à refléter le pire cas. En l'absence de définition, il est recommandé d'utiliser 0° pour une des phases.

Pour un essai de coupure brève sur des systèmes triphasés, les trois phases doivent être testées simultanément comme stipulé en 5.1.

Pour un essai de creux de tension sur des systèmes monophasés, les tensions doivent être testées comme stipulé en 5.1. Cela implique la mise en œuvre d'une série d'essais.

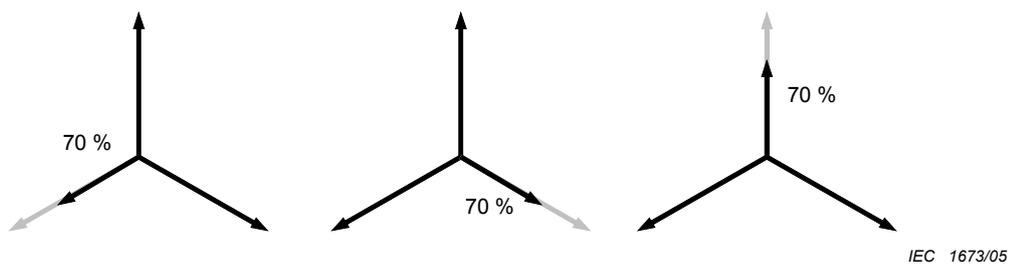
Pour un essai de creux de tension sur des systèmes triphasés avec neutre, chaque tension (entre phase et neutre ainsi que entre phases) doit être testée individuellement comme stipulé en 5.1. Cela implique la mise en œuvre de six séries d'essais. Voir la Figure 3a, la Figure 3b et la Figure 3c.

Pour un essai de creux de tension sur des systèmes triphasés sans neutre, chaque tension entre phases doit être testée individuellement comme stipulé en 5.1. Cela implique la mise en œuvre de trois séries d'essais. Voir l'Annexe C. Voir la Figure 3b et la Figure 3c.

NOTE 1 Dans le cas des systèmes triphasés, pendant l'essai d'un creux de tension phase-phase, une ou les deux autres tensions varieront également.

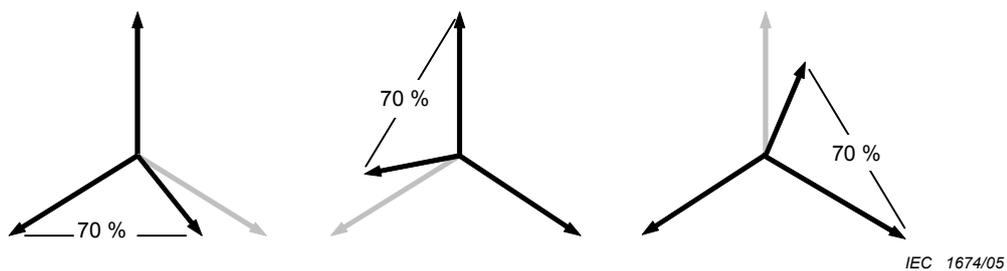
NOTE 2 Dans le cas des essais phase-phase d'un matériel triphasé, les vecteurs indiqués à la Figure 3b représentent la méthode acceptable 1 et les vecteurs de la Figure 3c représentent la méthode acceptable 2. La méthode acceptable 1 indiquée à la Figure 3b peut être plus facile à mettre en œuvre dans un laboratoire d'essais. Voir Annexe D, Figure D.1. La méthode acceptable 2 indiquée à la Figure 3c peut être plus représentative des creux de tension réels. Il peut y avoir des différences significatives entre les résultats obtenus avec les vecteurs de la Figure 3b et ceux obtenus avec les vecteurs de la Figure 3c.

Pour les EST qui possèdent plusieurs fils d'alimentation, il convient que chaque fil d'alimentation soit essayé individuellement.



NOTE Pour l'essai phase-neutre des systèmes triphasés, chaque phase est vérifiée individuellement.

Figure 3a – Essai phase-neutre des systèmes triphasés



NOTE Pour l'essai phase-phase des systèmes triphasés, chaque phase est aussi vérifiée individuellement.

Figure 3b – Essais phase-phase des systèmes triphasés – méthode acceptable 1

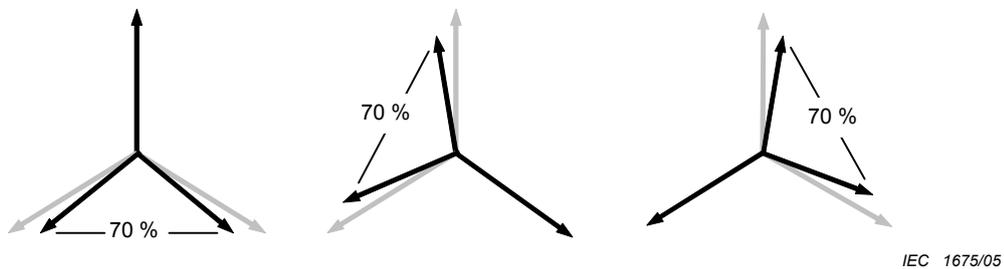


Figure 3c – Essais phase-phase des systèmes triphasés – méthode acceptable 2

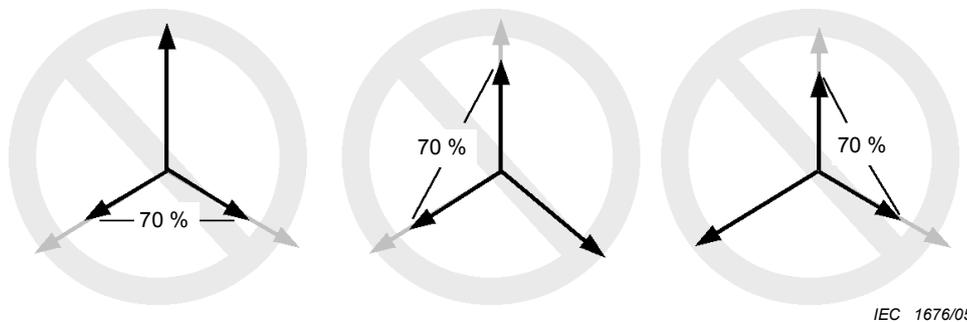


Figure 3d – Solution non acceptable – essai phase-phase sans déphasage

Figure 3 – Essais sur systèmes triphasés

8.2.2 Variations de tension (facultative)

L'EST est testé pour chaque variation de tension spécifiée, trois fois à 10 s d'intervalle pour les modes de fonctionnement les plus représentatifs.

9 Evaluation des résultats d'essai

Les résultats d'essai doivent être classés en tenant compte de la perte de fonction ou de la dégradation du fonctionnement du matériel soumis à l'essai, par rapport à un niveau de fonctionnement défini par son constructeur ou par le demandeur de l'essai, ou selon l'accord entre le constructeur et l'acheteur du produit. La classification recommandée est la suivante:

- a) comportement normal dans les limites spécifiées par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- b) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du comportement cessant après la disparition de la perturbation; le matériel soumis à l'essai retrouve alors son fonctionnement normal sans l'intervention d'un opérateur;
- c) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur;
- d) perte de fonction ou dégradation du fonctionnement non récupérable, due à un matériel ou un logiciel endommagés, ou à une perte de données.

Les spécifications du constructeur peuvent définir des effets sur l'EST qui peuvent être considérés comme non significatifs et donc acceptables.

Cette classification peut être utilisée comme un guide pour l'élaboration des critères d'aptitude à la fonction, par les comités responsables des normes génériques, de produits et de familles de produits ou comme un cadre pour l'accord sur les critères d'aptitude à la fonction entre le constructeur et l'acheteur, par exemple lorsque aucune norme générique, de produit ou de famille de produits appropriée n'existe.

NOTE Les niveaux de fonctionnement ne sont pas nécessairement les mêmes pour les essais de creux de tension, pour les essais de coupure brève ou pour l'essai de variation de tension, si cet essai facultatif a été demandé.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir toutes les informations nécessaires pour reproduire l'essai. En particulier, ce qui suit doit être noté:

- les points spécifiés dans le plan d'essai requis à l'Article 8;
- l'identification de l'EST et de tous les matériels associés, par exemple marque, type de produit, numéro de série;
- l'identification des matériels d'essai, par exemple marque, type de produit, numéro de série;
- toutes les conditions d'environnement spéciales dans lesquelles l'essai a été réalisé, par exemple enveloppe blindée;
- toutes les conditions spécifiques nécessaires pour permettre la réalisation de l'essai;
- le niveau de fonctionnement défini par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits;
- tous les effets observés sur l'EST pendant ou après l'application de la perturbation d'essai, et la durée pendant laquelle ces effets ont persisté;

- la justification de la décision succès/échec (basée sur le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits, ou dans l'accord entre le constructeur et l'acheteur);
- toutes les conditions spécifiques d'utilisation, par exemple longueur ou type de câble, blindage ou raccordement à la terre, ou les conditions de fonctionnement de l'EST, qui sont requises pour assurer la conformité.

Annexe A (normative)

Capacité en courant du générateur d'essai

Pendant l'essai de creux de tension, le courant d'appel d'excitation du matériel peut être beaucoup plus important que le courant nominal du matériel. La valeur crête du courant d'appel d'excitation peut survenir à n'importe quelle étape du procédé, pas nécessairement lors de la mise sous tension du matériel.

Pendant l'essai de creux de tension sur les charges polyphasées, le courant dans les phases ne subissant pas de creux de tension peut atteindre 200 % du courant assigné, pendant la durée du creux.

La valeur du courant admissible à la sortie du générateur peut être une fonction à la fois du générateur d'essai et du réseau d'alimentation du générateur.

A.1 Courant d'appel nécessaire du générateur d'essai

Le générateur doit pouvoir fournir la valeur crête d'appel d'excitation spécifiée au Tableau A.1.

Tableau A.1 – Courant d'appel minimal admissible

Courant nominal du matériel	Courant d'appel minimal admissible du générateur
16 A – 50 A	500 A
50,1 A – 100 A	1 000 A
Plus de 100 A	Au moins 1 000 A, et suffisant pour le maintien à ± 10 % de la tension, pendant la valeur crête du courant d'appel d'excitation, mesurée comme une valeur efficace calculée à chaque demi-période selon la CEI 61000-4-30.

A.2 Mesure de la valeur crête du courant d'appel d'excitation du générateur

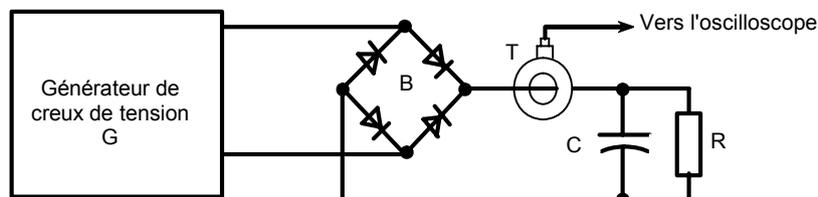
Le circuit utilisé pour mesurer la valeur crête du courant d'appel d'excitation du générateur est représenté à la Figure A.1. Grâce au redresseur en pont, il n'est pas nécessaire de changer la polarité du redresseur entre un essai à 270° et un essai à 90°.

La tolérance du condensateur électrolytique de 1 700 μF doit être de ± 20 %. Sa tension nominale doit être de préférence entre 15 % et 20 % supérieure à la tension de crête nominale du réseau, par exemple 400 V pour un réseau de 220 V – 240 V. Le condensateur doit avoir la résistance série équivalente (ESR) aussi petite que possible à 100 Hz et à 20 kHz et la valeur crête du courant d'appel d'excitation ne doit pas être limitée par la résistance équivalente série (ESR) du condensateur. Plusieurs condensateurs peuvent être branchés en parallèle pour obtenir une résistance équivalente série (ESR) d'un niveau suffisamment bas.

Puisque le condensateur de 1 700 μF doit être déchargé pour l'essai, une résistance doit être branchée en parallèle sur le condensateur et on doit attendre plusieurs constantes de temps (RC) entre les essais. Une résistance de 10 000 Ω donne une constante de temps de 17 s, ce qui implique un temps d'attente de 1,5 min à 2 min entre deux essais de courant d'excitation admissible. Pour diminuer ce temps d'attente, des résistances de valeurs aussi basses que 100 Ω peuvent être utilisées.

La sonde de courant doit pouvoir supporter la totalité de la valeur crête du courant d'appel d'excitation du générateur pendant un quart de période sans saturer.

Les essais doivent être réalisés en faisant basculer le générateur de 0 % à 100 % à 90° et 270° pour garantir que la valeur crête du courant d'appel d'excitation est suffisante pour les deux polarités.



IEC 1677/05

Composants

- G générateur de coupure de tension, qui commute à 90° et 270°
- T sonde de courant, avec sortie de contrôle branchée sur un oscilloscope
- B redresseur en pont
- R résistance de fuite, inférieure à 10 000 Ω ou inférieure à 100 Ω
- C condensateur électrolytique de 1 700 $\mu\text{F} \pm 20\%$

Figure A.1 – Circuit utilisé pour déterminer le courant d'appel crête du générateur de coupures brèves

A.3 Exigence relative au générateur d'essai pendant le courant du creux

Pendant les essais de creux sur les charges polyphasées, le générateur d'essai doit pouvoir fournir, pendant le creux, un courant suffisant aux conducteurs de phase ne subissant pas de creux pour maintenir les tensions requises du Tableau 1, $\pm 10\%$, mesurées en valeur efficace (**temps moyen 1** période) rafraîchies chaque demi-période selon la CEI 61000-4-30.

NOTE Pendant le creux, le courant fourni aux conducteurs de phase ne subissant pas de creux peut atteindre 200% du courant assigné.

Annexe B (informative)

Classes d'environnement électromagnétique

Les classes d'environnement électromagnétique définies ci-dessous sont tirées de la CEI 61000-2-4.

Classe 1

Cette classe s'applique aux alimentations protégées et à des niveaux de compatibilité inférieurs à ceux du réseau public. Elle traite de l'utilisation des matériels très sensibles aux perturbations dans l'alimentation, comme par exemple l'instrumentation de laboratoires technologiques, certains matériels automatisés et de protection, certains ordinateurs, etc.

NOTE Les environnements de la classe 1 incluent généralement des matériels devant être protégés par des appareils tels que des alimentations sans interruption (ASI), des filtres ou des parasurtenseurs.

Classe 2

Cette classe s'applique aux points communs de raccordement au réseau public (PCC pour systèmes client) et aux points communs de raccordement au réseau public en usine (IPC) dans l'environnement industriel en général. Les niveaux de compatibilité dans cette classe étant identiques à ceux des réseaux publics, les composants destinés à des applications dans les réseaux publics peuvent donc être utilisés dans cette classe d'environnement industriel.

Classe 3

Cette classe s'applique uniquement aux IPC en environnement industriel. Ses niveaux de compatibilité sont supérieurs à ceux de la classe 2 pour certains phénomènes de perturbation.

Il convient d'utiliser cette classe par exemple dans l'une des conditions suivantes:

- une majeure partie de la charge passe par des convertisseurs;
- présence de machines de soudage;
- des moteurs puissants sont mis en marche fréquemment;
- les charges varient rapidement.

NOTE 1 L'alimentation à des charges fortement perturbantes, comme les fours à arc et les gros convertisseurs qui sont généralement alimentés à partir d'un bus de raccordement compartimenté, présente fréquemment des niveaux de perturbation supérieurs à ceux de la classe 3 (environnement dur). Dans ces cas spéciaux, il convient de définir les niveaux de compatibilité au préalable.

NOTE 2 Il convient de déterminer la classe applicable aux nouvelles usines ou aux extensions d'usines existantes en fonction du type de matériel et de procédé envisagé.

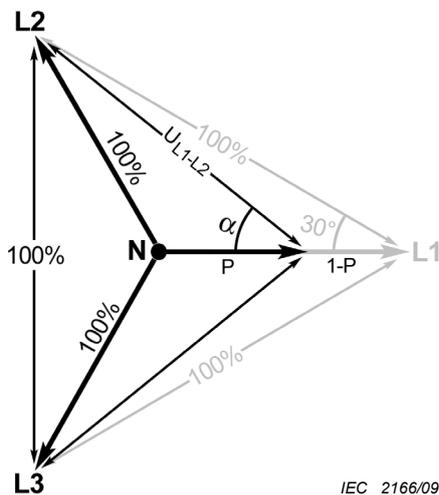
Annexe C (informative)

Vecteurs de tension pour les essais triphasés

Les graphes, équations et tableaux de cette annexe supposent tous que le conducteur de neutre est électriquement centré entre les trois conducteurs de phase. Pour les systèmes électriques dont le neutre ne serait pas centré, il faudrait créer d'autres vecteurs de tension.

C.1 Vecteurs de creux de tension phase-neutre

Les creux de tension sont appliqués entre la phase et le neutre, une phase à la fois (voir 8.2.1). Le générateur indiqué à la Figure D.1 crée les vecteurs suivants quand il est utilisé selon la Figure D.2.b.



$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(120^\circ)}{\sqrt{1 + P^2 - 2P \cos(120^\circ)}} \right) \quad (\text{C.1})$$

$$U_{L1-L2} = \frac{\sqrt{1 + P^2 - 2P \cos(120^\circ)}}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.2})$$

P est le pourcentage du creux de tension phase-neutre, exprimé comme une fraction de la tension nominale phase-neutre.

U_{L1-L2} est la tension de L1 à L2, exprimée comme une fraction de la tension nominale phase-phase.

NOTE La fonction \sin^{-1} est ambiguë (il y a toujours deux angles qui correspondent à la même valeur), et donne des valeurs comprises entre -90° et $+90^\circ$, de telle sorte qu'il faut choisir le quadrant adéquat.

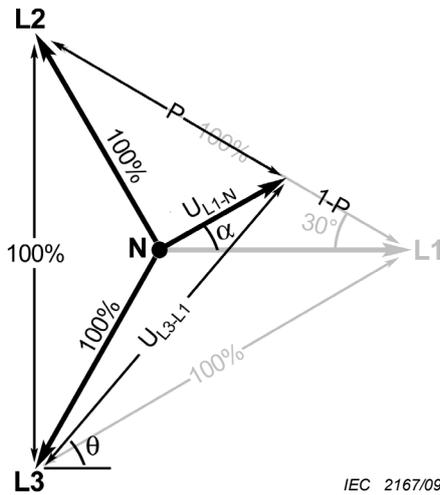
Figure C.1 – Vecteurs de creux de tension phase-neutre

Tableau C.1 – Valeur des vecteurs pour des creux de tension phase neutre

<i>P</i>	<i>U_{L1-L2}</i>	<i>U_{L2-L3}</i>	<i>U_{L3-L1}</i>	<i>U_{L1-N}</i>	<i>U_{L2-N}</i>	<i>U_{L3-N}</i>
100 % (pas de creux)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1-N	90 % 146°	100 % 270°	90 % 34°	80 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L2-N	90 % 154°	90 % 266°	100 % 30°	100 % 0°	80 % 120°	100 % 240°
80 % L3-N	100 % 150°	90 % 274°	90 % 26°	100 % 0°	100 % 120°	80 % 240°
70 % L1-N	85 % 144°	100 % 270°	85 % 36°	70 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
70 % L2-N	85 % 156°	85 % 264°	100 % 30°	100 % 0°	70 % 120°	100 % 240°
70 % L3-N	100 % 150°	85 % 276°	85 % 24°	100 % 0°	100 % 120°	70 % 240°
40 % L1-N	72 % 136°	100 % 270°	72 % 44°	40 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
40 % L2-N	72 % 164°	72 % 256°	100 % 30°	100 % 0°	40 % 120°	100 % 240°
40 % L3-N	100 % 150°	72 % 284°	72 % 16°	100 % 0°	100 % 120°	40 % 240°
NOTE "100 %" représente la tension en l'absence de creux de tension. Pour des tensions phase-phase, cette valeur peut être supérieure au 100 % phase neutre par un facteur de $\sqrt{3}$.						

C.2 Vecteurs de creux de tension phase-phase – méthode acceptable 1

En triphasé, les creux de tension sont appliqués entre phases, chaque paire de phases individuellement (voir 8.2.1). Les vecteurs stipulés selon la Figure C.2 représentent la méthode acceptable 1 pour les creux de tension phase-phase en triphasé, mai. L'exemple de générateur stipulé à la Figure D.1 permet d'obtenir ces vecteurs quand utilisé selon la Figure D.2.a.



$$U_{L1-N} = \sqrt{1 + 3P^2 - (2\sqrt{3})P \cos(30^\circ)} \quad (C.3)$$

$$\alpha = 120^\circ - \sin^{-1}\left(\frac{P\sqrt{3} \sin(30^\circ)}{U_{L1-N}}\right) \quad (C.4)$$

$$U_{L3-L1} = \frac{\sqrt{1 + (U_{L1-N})^2 - 2U_{L1-N} \cos(\alpha + 120^\circ)}}{\sqrt{3}} \quad (C.5)$$

$$\theta = 60^\circ - \sin^{-1}\left(\frac{U_{L1-N} \sin(\alpha + 120^\circ)}{\sqrt{3}U_{L3-L1}}\right) \quad (C.6)$$

P est le pourcentage du creux de tension phase-phase, exprimé comme une fraction de la tension nominale phase-phase.

U_{L1-N} est la tension de L1 au Neutre (si un conducteur neutre existe), exprimé comme une fraction de la tension nominale phase-neutre.

U_{L3-L1} est la tension de L3 à L1, exprimée comme une fraction de la tension nominale phase-phase.

NOTE La fonction \sin^{-1} est ambiguë (il y a toujours deux angles qui correspondent à la même valeur), et donne des valeurs comprises entre -90° et $+90^\circ$, de telle sorte qu'il faut choisir le quadrant adéquat.

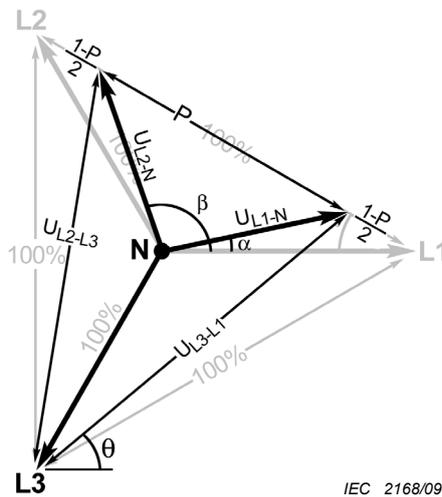
Figure C.2 – Vecteurs de creux de tension phase – méthode acceptable 1

Tableau C.2 – Vecteurs de creux de tension phase – méthode acceptable 1

<i>P</i>	<i>U_{L1-L2}</i>	<i>U_{L2-L3}</i>	<i>U_{L3-L1}</i>	<i>U_{L1-N}</i>	<i>U_{L2-N}</i>	<i>U_{L3-N}</i>
100 % (pas de creux)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1-L2	80 % 150°	100 % 270°	92 % 41°	72 % 14°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L2-L3	92 % 161°	80 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	72 % 134°	100 % 240°
80 % L3-L1	100 % 150°	92 % 281°	80 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	72 % 254°
70 % L1-L2	70 % 150°	100 % 270°	89 % 47°	61 % 25°	100 % 120°	100 % 240°
70 % L2-L3	89 % 167°	70 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	61 % 145°	100 % 240°
70 % L3-L1	100 % 150°	89 % 287°	70 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	61 % 265°
40 % L1-L2	40 % 150°	100 % 270°	87 % 67°	53 % 79°	100 % 120°	100 % 240°
40 % L2-L3	87 % 187°	40 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	53 % 199°	100 % 240°
40 % L3-L1	100 % 150°	87 % 307°	40 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	53 % 319°
<p>NOTE 1 "100 %" représente la tension en l'absence de creux de tension. Pour des tensions phase-phase, cette valeur peut être supérieure au 100 % phase neutre par un facteur de $\sqrt{3}$.</p> <p>NOTE 2 Les tensions phase neutre et leurs angles sont indiqués dans le tableau ci-dessus, mais ne sont à utiliser que pour les systèmes avec un conducteur de neutre. Il faut ignorer les colonnes phase neutre pour les systèmes sans conducteur de neutre.</p>						

C.3 Vecteurs de creux de tension phase-phase – méthode acceptable 2

En triphasé, les creux de tension sont appliqués entre phases, chaque paire de phases individuellement (voir 8.2.1). Les vecteurs stipulés selon la Figure C.3 représentent la méthode acceptable 2 pour les creux de tension phase-phase en triphasé, mai. L'exemple de générateur stipulé à la Figure D.3 permet d'obtenir ces vecteurs. Ces vecteurs peuvent être plus représentatifs des creux de tension réels que les vecteurs de C.2.



IEC 2168/09

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\left(\sqrt{3} \frac{(1-P)}{2} \right) \sin(30^\circ)}{U_{L1-N}} \right) \quad (\text{C.7})$$

$$\beta = 120^\circ - \alpha \quad (\text{C.8})$$

$$\begin{aligned} U_{L3-L1} &= U_{L2-L3} \\ &= \frac{\sqrt{1 + (U_{L1-N})^2 - 2(U_{L1-N})\cos(120^\circ + \alpha)}}{\sqrt{3}} \end{aligned} \quad (\text{C.9})$$

$$\theta = 60^\circ - \sin^{-1} \left(\frac{U_{L1-N} \sin(120^\circ + \alpha)}{\sqrt{3} U_{L3-L1}} \right) \quad (\text{C.10})$$

P est le pourcentage du creux de tension phase-phase, exprimé comme une fraction de la tension nominale phase-phase.

U_{L1-N} et U_{L2-N} sont les tensions de L1 ou L2 au Neutre (si un conducteur neutre existe), exprimé comme une fraction de la tension nominale phase-neutre.

NOTE La fonction \sin^{-1} est ambiguë (il y a toujours deux angles qui correspondent à la même valeur), et donne des valeurs comprises entre -90° et $+90^\circ$, de telle sorte qu'il faut choisir le quadrant adéquat.

Figure C.3 – Vecteurs de creux de tension phase-phase – méthode acceptable 2

Tableau C.3 – Vecteurs de creux de tension phase-phase – méthode acceptable 2

<i>P</i>	<i>U_{L1-L2}</i>	<i>U_{L2-L3}</i>	<i>U_{L3-L1}</i>	<i>U_{L1-N}</i>	<i>U_{L2-N}</i>	<i>U_{L3-N}</i>
100 % (pas de creux)	100 % 150°	100 % 270°	100 % 30°	100 % 0°	100 % 120°	100 % 240°
80 % L1-L2	80 % 150°	95 % 265°	95 % 35°	85 % 6°	85 % 114°	100 % 240°
80 % L2-L3	95 % 155°	80 % 270°	95 % 25°	100 % 0°	85 % 126°	85 % 234°
80 % L3-L1	95 % 145°	95 % 275°	80 % 30°	85 % -6°	100 % 120°	85 % 246°
70 % L1-L2	70 % 150°	93 % 262°	93 % 38°	79 % 10°	79 % 110°	100 % 240°
70 % L2-L3	93 % 158°	70 % 270°	93 % 22°	100 % 0°	79 % 130°	79 % 230°
70 % L3-L1	93 % 142°	93 % 278°	70 % 30°	79 % -10°	100 % 120°	79 % 250°
40 % L1-L2	40 % 150°	89 % 253°	89 % 47°	61 % 25°	61 % 95°	100 % 240°
40 % L2-L3	89 % 167°	40 % 270°	89 % 13°	100 % 0°	61 % 145°	61 % 215°
40 % L3-L1	89 % 133°	89 % 287°	40 % 30°	61 % -25°	100 % 120°	61 % 265°
<p>NOTE 1 "100 %" représente la tension en l'absence de creux de tension. Pour des tensions phase-phase, cette valeur peut être supérieure au 100 % phase neutre par un facteur de $\sqrt{3}$.</p> <p>NOTE 2 Les tensions phase neutre et leurs angles sont indiqués dans le tableau ci-dessus, mais ne sont à utiliser que pour les systèmes avec un conducteur de neutre. Il faut ignorer les colonnes phase neutre pour les systèmes sans conducteur de neutre.</p>						

Annexe D (informative)

Instrumentation d'essai

Exemples de générateurs et de montages d'essais

Les Figures D.1 et D.2 présentent deux configurations possibles de simulation de l'alimentation. Elles sont données à titre d'exemples mais d'autres configurations peuvent être utilisées.

Selon la Figure D.1, les creux de tension sont simulés en fermant alternativement le commutateur 1 et le commutateur 2. Ces deux commutateurs ne sont jamais fermés en même temps et les deux commutateurs peuvent être ouverts en même temps pendant un intervalle de 100 μ s au maximum. Il doit être possible d'ouvrir et de fermer les commutateurs quel que soit l'angle de phase. Des commutateurs à semi-conducteur de type MOSFET et IGBT peuvent satisfaire à ces conditions. Les thyristors et les triacs s'ouvrent lorsque le courant passe par zéro et donc ne satisfont pas à ces conditions.

Des générateurs de formes d'onde et des amplificateurs de puissance peuvent remplacer les transformateurs variables et les commutateurs (voir Figure D.3). Cette configuration permet également de tester les variations de fréquences et les harmoniques de l'EST.

N'importe lequel de ces types de générateurs peut être utilisé pour des essais monophasés ou pour des essais triphasés (par exemple en connectant le générateur indiqué en D.1 entre deux phases tel que montré à la Figure D.2).

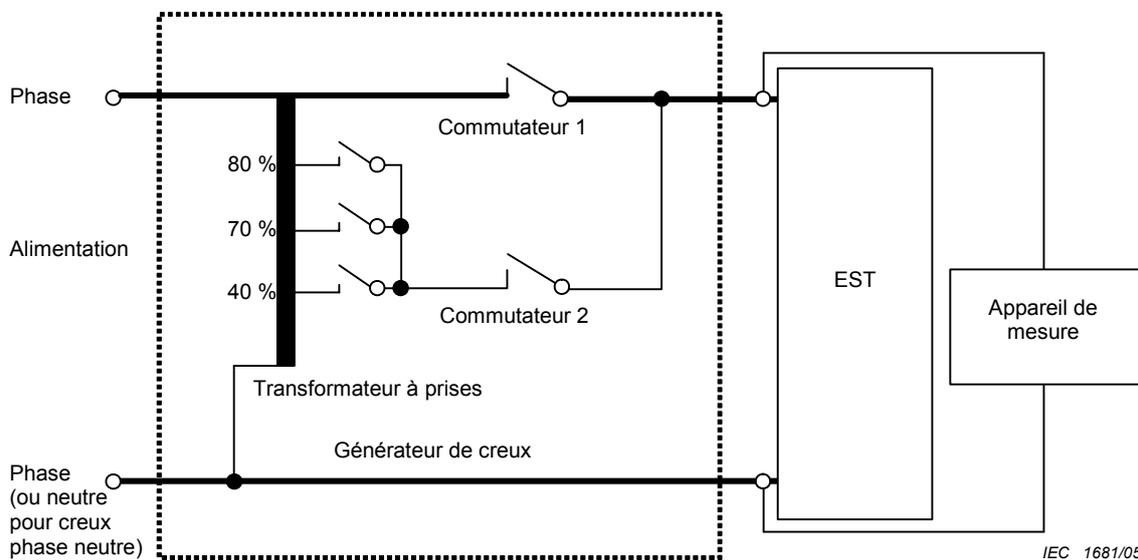
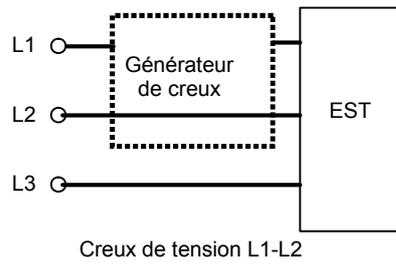
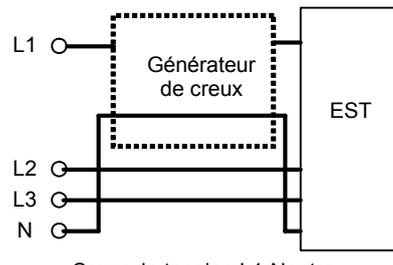


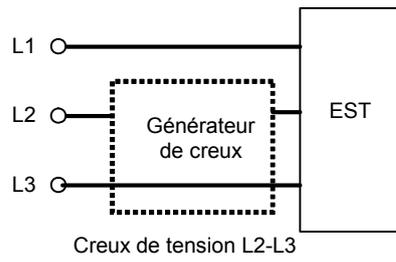
Figure D.1 – Schéma d'un exemple d'instruments d'essai pour les creux de tension, les coupures brèves et les variations de tension à l'aide de transformateurs variables et de commutateurs



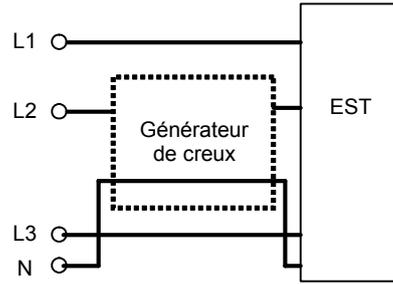
Creux de tension L1-L2



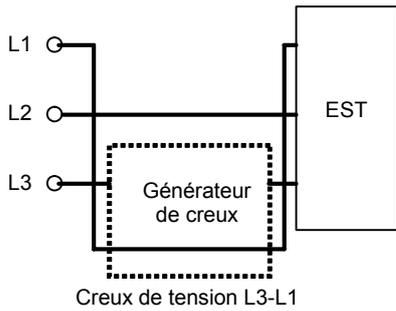
Creux de tension L1-Neutre



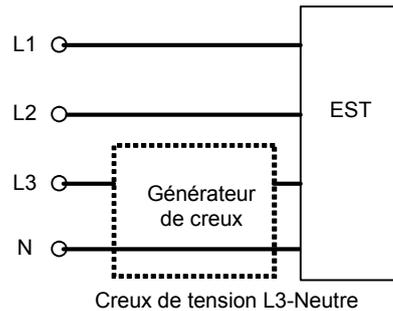
Creux de tension L2-L3



Creux de tension L2-Neutre



Creux de tension L3-L1



Creux de tension L3-Neutre

D.2.a Creux de tension phase phase

D.2.b Creux de tension phase neutre

IEC 1682/05

Figure D.2 – Application de l'exemple d'instruments d'essai indiqué à la Figure D.1 pour créer la méthode acceptable 1 des vecteurs des Figures C.1, C.2, 3b et 3c

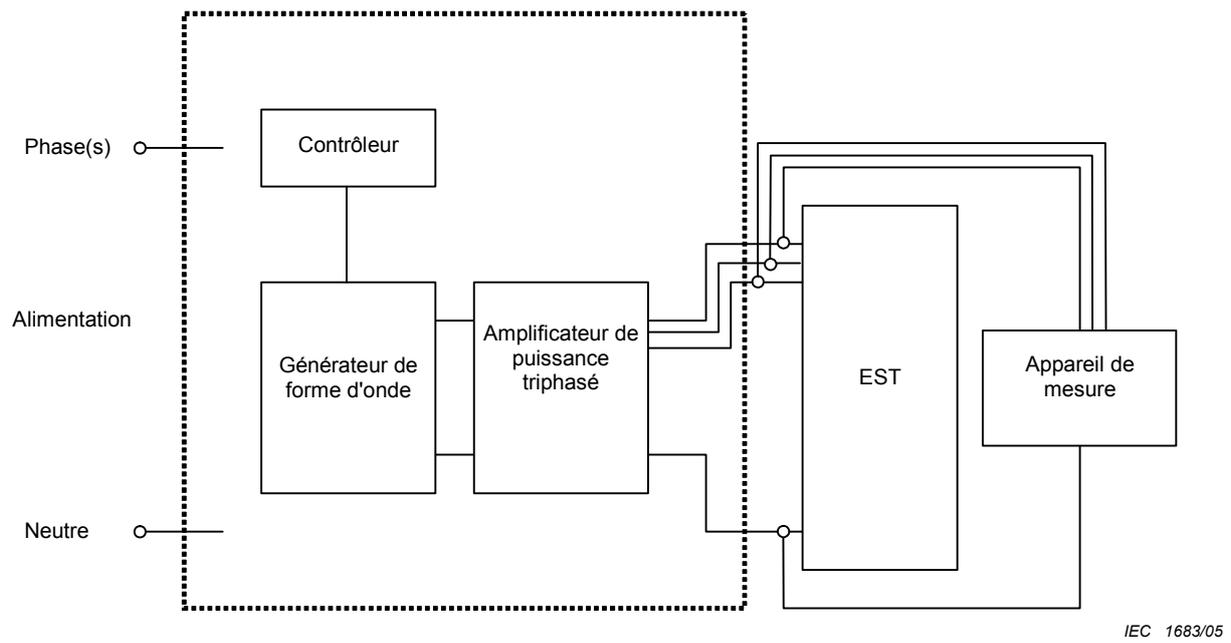


Figure D.3 – Schéma d'un exemple d'instruments d'essai pour les creux de tension triphasés, les coupures brèves et les variations de tension à l'aide d'un amplificateur de puissance

Annexe E (informative)

Essais d'immunité aux creux de tension concernant le matériel avec fort courant d'alimentation

E.1 Généralités

Cette annexe est fournie en tant que complément informatif à la partie normative de la présente norme.

Toutes les charges peuvent être affectées par des creux de tension, quelle que soit l'importance de la charge. Toutefois, il peut être difficile ou impossible de réaliser des essais d'immunité aux creux de tension sur de très fortes charges. Cette annexe informative fournit des lignes directrices.

E.2 Considérations des caractéristiques assignées de courant de l'EST

En premier lieu, déterminer les caractéristiques assignées de courant de l'équipement en essai (EST).

Si les caractéristiques assignées de courant correspondent à 16 A ou moins, il ne faut pas utiliser la présente norme. C'est la CEI 61000-4-11 qu'il faut alors utiliser.

Si les caractéristiques assignées de courant de l'EST se situent entre 16 A et approximativement 75 A, les laboratoires d'essai sont privilégiés mais des essais in situ peuvent, si nécessaire, être utilisés.

Si les caractéristiques assignées de courant de l'EST se situent approximativement entre 75 A et 200 A, l'essai in-situ est probablement requis, parce qu'il sera difficile de transporter l'EST vers un laboratoire.

Si les caractéristiques assignées de courant de l'EST sont supérieures à approximativement 200 A, il peut être difficile d'obtenir un matériel d'essai et un environnement d'essai approprié pour les essais d'immunité aux creux de tension. Dans ce cas, il convient d'envisager les techniques suivantes.

NOTE "Approximativement 75 A" et "approximativement 200 A" étaient les valeurs appropriées au moment de la rédaction de la présente norme. Des changements ultérieurs dans la technologie des générateurs de creux de tension ou des changements envisageables dans la technologie des EST peuvent donner lieu à une augmentation significative de ces valeurs. Les valeurs données ici ne sont prévues qu'à titre de lignes directrices générales.

E.3 Essais modulaires pour matériels de grande taille

Dans le cadre des essais d'immunité aux creux, il peut être possible de diviser l'EST en modules qui chacun nécessite 200 A ou moins. Les essais d'immunité aux creux de tension peuvent alors être réalisés sur chaque module, individuellement conformément à la présente norme.

Si cette approche modulaire est choisie, il convient de faire appel à une appréciation technique attentive pour envisager les éventuelles interactions entre des modules soumis séparément à l'essai. Par exemple, un module peut générer un signal d'alarme au cours de creux de tension et un autre module peut être à l'origine d'une réponse à ce signal d'alarme. Ces interactions peuvent se produire pendant comme après les creux de tension.

E.4 Essais et simulations combinés pour des matériels de grande taille

Si les essais modulaires de l'EST complet sont impossibles en pratique (par exemple, si une partie non séparable de l'EST, telle qu'une résistance chauffante, nécessite plusieurs centaines d'ampères), il convient de réaliser les essais d'immunité aux creux de tension sur les parties sensibles de l'EST et il convient d'appliquer l'analyse technique/la simulation aux autres parties de l'EST.

Par exemple, les parties sensibles peuvent comprendre des dispositifs de commande électroniques, des ordinateurs, un système d'arrêt d'urgence, des relais de rotation de phase, des relais de sous-tension, etc. Il convient de soumettre à l'essai d'immunité ces parties de l'EST selon la norme, et on utilise une analyse technique et une simulation pour les modules sur lesquels il est impossible d'effectuer l'essai d'immunité.

E.5 Considérations relatives à l'analyse de l'immunité aux creux de tension du fonctionnement de matériels de très grande taille

Les essais à l'immunité aux creux de tension, même appliqués à des systèmes partiels, sont toujours préférables à la simulation et à l'analyse.

Toutefois, si l'analyse technique et la simulation ne peuvent être évitées, il convient de prendre minutieusement en compte les points suivants:

- Les effets des déséquilibres au cours des creux de tension, y compris les déséquilibres d'amplitude et de déphasage, en particulier sur les transformateurs et les moteurs.
- L'augmentation éventuelle du courant aux phases non soumises au creux de tension au cours du creux, y compris ses effets sur les composants, les connecteurs, les dispositifs de protection tels que les fusibles et les disjoncteurs, etc.
- L'augmentation importante éventuelle du courant immédiatement après le creux, y compris ses effets sur les composants, les connecteurs, les dispositifs de protection tels que les fusibles et les disjoncteurs, etc.
- La réponse des fonctions de sécurité au creux de tension, y compris les circuits d'arrêt d'urgence, les barrières immatérielles, etc.
- Les effets éventuels du creux sur les capteurs à alimentation indépendante et la façon dont ces capteurs peuvent affecter le comportement de l'EST.
- La réponse des dispositifs de protection, tant aux bornes de raccordement au réseau de l'EST qu'à des emplacements à l'intérieur de l'EST, face à des variations de courant pendant et après le creux.
- La réponse au creux de tension, des dispositifs de détection d'alimentation, tels que les relais de rotation de phase et les relais de sous-tension.
- La réponse des relais de commande et des contacteurs, tels que les relais à bobines de 24 V à courant alternatif, face au creux de tension.
- Les signaux d'erreurs dus à des variations du débit d'eau, de la pression de l'air, du vide, etc. provoqués par de brusques variations de la rotation du ventilateur ou de la pompe au cours de creux de tension, et la façon dont ces signaux d'erreurs peuvent influencer sur le comportement de l'EST.
- Les effets éventuels de variations de valeurs des composants. Par exemple, les condensateurs électrolytiques servent souvent de dispositifs d'accumulation d'énergie pendant les creux de tension, et peuvent comporter des tolérances de valeurs de $\pm 20\%$ ou supérieures.

Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive. Elle n'est proposée qu'à titre de lignes directrices; il convient d'avoir une appréciation technique attentive.

Bibliographie

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

CEI 61000-4-11, *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.*

CEI 61000-4-14, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-14: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux fluctuations de tension*

LICENSED TO MECON LIMITED - RANCHI/BANGALORE.
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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
www.iec.ch