



IEC 61000-4-5

Edition 3.0 2014-05

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



BASIC EMC PUBLICATION  
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XC**  
CODE PRIX

ICS 33.100.20

ISBN 978-2-8322-1532-6

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope and object.....	9
2 Normative references .....	9
3 Terms, definitions and abbreviations .....	10
3.1 Terms and definitions.....	10
3.2 Abbreviations.....	13
4 General .....	13
4.1 Power system switching transients.....	13
4.2 Lightning transients.....	14
4.3 Simulation of the transients.....	14
5 Test levels.....	14
6 Test instrumentation .....	15
6.1 General.....	15
6.2 1,2/50 $\mu$ s combination wave generator .....	15
6.2.1 General .....	15
6.2.2 Performance characteristics of the generator.....	16
6.2.3 Calibration of the generator .....	18
6.3 Coupling/decoupling networks.....	19
6.3.1 General .....	19
6.3.2 Coupling/decoupling networks for a.c./d.c. power port rated up to 200 A per line .....	20
6.3.3 Coupling/decoupling networks for interconnection lines .....	24
6.4 Calibration of coupling/decoupling networks.....	27
6.4.1 General .....	27
6.4.2 Calibration of CDNs for a.c./d.c. power port rated up to 200 A per line .....	27
6.4.3 Calibration of CDNs for interconnection lines.....	28
7 Test setup .....	30
7.1 Test equipment.....	30
7.2 Verification of the test instrumentation .....	31
7.3 Test setup for surges applied to EUT power ports.....	31
7.4 Test setup for surges applied to unshielded unsymmetrical interconnection lines .....	32
7.5 Test setup for surges applied to unshielded symmetrical interconnection lines.....	32
7.6 Test setup for surges applied to shielded lines.....	32
8 Test procedure .....	33
8.1 General.....	33
8.2 Laboratory reference conditions.....	34
8.2.1 Climatic conditions .....	34
8.2.2 Electromagnetic conditions .....	34
8.3 Execution of the test .....	34
9 Evaluation of test results .....	35
10 Test report.....	35

Annex A (normative) Surge testing for unshielded outdoor symmetrical communication lines intended to interconnect to widely dispersed systems .....	37
A.1 General.....	37
A.2 10/700 $\mu$ s combination wave generator .....	37
A.2.1 Characteristics of the generator.....	37
A.2.2 Performances of the generator .....	38
A.2.3 Calibration of the generator .....	40
A.3 Coupling/decoupling networks.....	40
A.3.1 General .....	40
A.3.2 Coupling/decoupling networks for outdoor communication lines .....	41
A.4 Calibration of coupling/decoupling networks.....	41
A.5 Test setup for surges applied to outdoor unshielded symmetrical communication lines .....	42
Annex B (informative) Selection of generators and test levels .....	44
B.1 General.....	44
B.2 The classification of environments .....	44
B.3 The definition of port types.....	44
B.4 Generators and surge types .....	45
B.5 Tables.....	45
Annex C (informative) Explanatory notes .....	47
C.1 Different source impedance .....	47
C.2 Application of the tests.....	47
C.2.1 Equipment level immunity .....	47
C.2.2 System level immunity .....	47
C.3 Installation classification .....	48
C.4 Minimum immunity level of ports connected to the a.c./d.c. mains supply.....	49
C.5 Equipment level immunity of ports connected to interconnection lines.....	49
Annex D (informative) Considerations for achieving immunity for equipment connected to low voltage power distribution systems .....	51
Annex E (informative) Mathematical modelling of surge waveforms .....	53
E.1 General.....	53
E.2 Normalized time domain voltage surge (1,2/50 $\mu$ s).....	54
E.3 Normalized time domain current surge (8/20 $\mu$ s) .....	55
E.4 Normalized time domain voltage surge (10/700 $\mu$ s).....	57
E.5 Normalized time domain current surge (5/320 $\mu$ s) .....	59
Annex F (informative) Measurement uncertainty (MU) considerations .....	62
F.1 Legend .....	62
F.2 General.....	62
F.3 Uncertainty contributors to the surge measurement uncertainty .....	63
F.4 Uncertainty of surge calibration.....	63
F.4.1 General .....	63
F.4.2 Front time of the surge open-circuit voltage .....	63
F.4.3 Peak of the surge open-circuit voltage .....	65
F.4.4 Duration of the surge open-circuit voltage.....	66
F.4.5 Further MU contributions to time and amplitude measurements .....	67
F.4.6 Rise time distortion due to the limited bandwidth of the measuring system.....	67

F.4.7	Impulse peak and width distortion due to the limited bandwidth of the measuring system .....	68
F.5	Application of uncertainties in the surge generator compliance criterion .....	69
Annex G (informative)	Method of calibration of impulse measuring systems .....	70
G.1	General .....	70
G.2	Estimation of measuring system response using the convolution integral .....	70
G.3	Impulse measuring system for open-circuit voltage (1,2/50 $\mu$ s, 10/700 $\mu$ s) .....	71
G.4	Impulse measuring system for short-circuit current (8/20 $\mu$ s, 5/320 $\mu$ s) .....	71
Annex H (informative)	Coupling/decoupling surges to lines rated above 200 A .....	73
H.1	General .....	73
H.2	Considerations of coupling and decoupling .....	73
H.3	Additional precautions .....	74
Bibliography	.....	75
Figure 1	– Simplified circuit diagram of the combination wave generator .....	16
Figure 2	– Waveform of open-circuit voltage (1,2/50 $\mu$ s) at the output of the generator with no CDN connected .....	17
Figure 3	– Waveform of short-circuit current (8/20 $\mu$ s) at the output of the generator with no CDN connected .....	18
Figure 4	– Selection of coupling/decoupling method .....	20
Figure 5	– Example of coupling network and decoupling network for capacitive coupling on a.c./d.c. lines line-to-line coupling .....	22
Figure 6	– Example of coupling network and decoupling network for capacitive coupling on a.c./d.c. lines: line-to-ground coupling .....	23
Figure 7	– Example of coupling network and decoupling network for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases): line L2-to-line L3 coupling .....	23
Figure 8	– Example of coupling network and decoupling network for capacitive coupling on a.c. lines (3 phases): line L3-to-ground coupling .....	24
Figure 9	– Example of coupling network and decoupling network for unshielded unsymmetrical interconnection lines: line-to-line and line-to-ground coupling .....	25
Figure 10	– Example of coupling and decoupling network for unshielded symmetrical interconnection lines: lines-to-ground coupling .....	26
Figure 11	– Example of coupling and decoupling network for unshielded symmetrical interconnection lines: lines-to-ground coupling via capacitors .....	27
Figure 12	– Example of test setup for surges applied to shielded lines .....	33
Figure A.1	– Simplified circuit diagram of the combination wave generator (10/700 $\mu$ s – 5/320 $\mu$ s) .....	38
Figure A.2	– Waveform of open-circuit voltage (10/700 $\mu$ s) .....	39
Figure A.3	– Waveform of the 5/320 $\mu$ s short-circuit current waveform .....	39
Figure A.4	– Example of test setup for unshielded outdoor symmetrical communication lines: lines-to-ground coupling, coupling via gas arrestors (primary protection fitted) .....	41
Figure E.1	– Voltage surge (1,2/50 $\mu$ s): width time response $T_w$ .....	54
Figure E.2	– Voltage surge (1,2/50 $\mu$ s): rise time response $T_r$ .....	55
Figure E.3	– Voltage surge (1,2/50 $\mu$ s): spectral response with $\Delta f = 3,333$ kHz .....	55
Figure E.4	– Current surge (8/20 $\mu$ s): width time response $T_w$ .....	56
Figure E.5	– Current surge (8/20 $\mu$ s): rise time response $T_r$ .....	57
Figure E.6	– Current surge (8/20 $\mu$ s): spectral response with $\Delta f = 10$ kHz .....	57

Figure E.7 – Voltage surge (10/700 $\mu$ s): width time response $T_w$ .....	58
Figure E.8 – Voltage surge (10/700 $\mu$ s): rise time response $T_r$ .....	59
Figure E.9 – Voltage surge (10/700 $\mu$ s): spectral response with $\Delta f = 0,2$ kHz .....	59
Figure E.10 – Current surge (5/320 $\mu$ s): width time response $T_w$ .....	60
Figure E.11 – Current surge (5/320 $\mu$ s): rise time response $T_r$ .....	61
Figure E.12 – Current surge (5/320 $\mu$ s): spectral response with $\Delta f = 0,4$ kHz .....	61
Figure G.1 – Simplified circuit diagram of the current step generator .....	72
Table 1 – Test levels .....	15
Table 2 – Definitions of the waveform parameters 1,2/50 $\mu$ s and 8/20 $\mu$ s .....	17
Table 3 – Relationship between peak open-circuit voltage and peak short-circuit current .....	17
Table 4 – Voltage waveform specification at the EUT port of the CDN .....	21
Table 5 – Current waveform specification at the EUT port of the CDN .....	21
Table 6 – Relationship between peak open-circuit voltage and peak short-circuit current at the EUT port of the CDN .....	22
Table 7 – Summary of calibration process for CDNs for unsymmetrical interconnection lines .....	28
Table 8 – Surge waveform specifications at the EUT port of the CDN for unsymmetrical interconnection lines .....	29
Table 9 – Summary of calibration process for CDNs for symmetrical interconnection lines .....	30
Table 10 – Surge waveform specifications at the EUT port of the CDN for symmetrical interconnection lines .....	30
Table A.1 – Definitions of the waveform parameters 10/700 $\mu$ s and 5/320 $\mu$ s .....	39
Table A.2 – Relationship between peak open-circuit voltage and peak short-circuit current .....	40
Table A.3 – Summary of calibration process for CDNs for unshielded outdoor symmetrical communication lines .....	42
Table A.4 – Surge waveform specifications at the EUT port of the CDN for unshielded outdoor symmetrical communication lines .....	42
Table B.1 – Power ports: selection of the test levels (depending on the installation class) .....	45
Table B.2 – Circuits/lines: selection of the test levels (depending on the installation class) .....	46
Table F.1 – Example of uncertainty budget for surge open-circuit voltage front time ( $T_{fV}$ ) .....	64
Table F.2 – Example of uncertainty budget for surge open-circuit voltage peak value ( $V_p$ ) .....	65
Table F.3 – Example of uncertainty budget for surge open-circuit voltage duration ( $T_d$ ) .....	66
Table F.4 – $\alpha$ factor, Equation (F.5), of different unidirectional impulse responses corresponding to the same bandwidth of the system $B$ .....	68
Table F.5 – $\beta$ factor, Equation (F.9), of the standard surge waveforms .....	69
Table H.1 – Recommended inductance values for decoupling lines (> 200 A) .....	73

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –****Part 4-5: Testing and measurement techniques –  
Surge immunity test**

## 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 61000-4-5 has been prepared by subcommittee 77B: High frequency phenomena, of IEC technical Committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms Part 4-5 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005, and constitutes a technical revision.

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

- a) new Annex E on mathematical modelling of surge waveforms;
- b) new Annex F on measurement uncertainty;
- c) new Annex G on method of calibration of impulse measuring systems;

- d) new Annex H on coupling/decoupling surges to lines rated above 200 A;
- e) moreover while surge test for ports connected to outside telecommunication lines was addressed in 6.2 of the second edition (IEC 61000-4-5:2005), in this third edition (IEC 61000-4-5:2014) the normative Annex A is fully dedicated to this topic. In particular it gives the specifications of the 10/700  $\mu$ s combined wave generator.

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

FDIS	Report on voting
77B/711/FDIS	77B/715/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 61000 series, published under the general title *Electromagnetic compatibility (EMC)*, can be found on the IEC website.

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

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

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

## 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 (insofar 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: IEC 61000-6-1).

This part is an International Standard which gives immunity requirements and test procedures related to surge voltages and surge currents.



# **ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**

## **Part 4-5: Testing and measurement techniques –**

### **Surge immunity test**

#### **1 Scope and object**

This part of IEC 61000 relates to the immunity requirements, test methods, and range of recommended test levels for equipment with regard to unidirectional surges caused by over-voltages from switching and lightning transients. Several test levels are defined which relate to different environment and installation conditions. These requirements are developed for and are applicable to electrical and electronic equipment.

The object of this standard is to establish a common reference for evaluating the immunity of electrical and electronic equipment when subjected to surges. The test method documented in this part of IEC 61000 describes a consistent method to assess the immunity of an equipment or system against a defined phenomenon.

**NOTE** 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 is applied or not, and if applied, they are responsible for determining the appropriate test levels and performance criteria. TC 77 and its sub-committees are prepared to co-operate with product committees in the evaluation of the value of particular immunity test levels for their products.

This standard defines:

- a range of test levels;
- test equipment;
- test setups;
- test procedures.

The task of the described laboratory test is to find the reaction of the equipment under test (EUT) under specified operational conditions to surge voltages caused by switching and lightning effects.

It is not intended to test the capability of the EUT's insulation to withstand high-voltage stress. Direct injections of lightning currents, i.e. direct lightning strikes, are not considered in this standard.

#### **2 Normative references**

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* (available at [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	81
INTRODUCTION.....	83
1 Domaine d'application et objet.....	84
2 Références normatives.....	84
3 Termes, définitions et abréviations.....	85
3.1 Termes et définitions.....	85
3.2 Abréviations.....	88
4 Généralités.....	89
4.1 Transitoires de manœuvre sur les réseaux électriques.....	89
4.2 Transitoires de foudre.....	89
4.3 Simulation des transitoires.....	89
5 Niveaux d'essai.....	90
6 Instrumentation d'essai.....	90
6.1 Généralités.....	90
6.2 Générateur d'ondes combinées 1,2/50 µs.....	90
6.2.1 Généralités.....	90
6.2.2 Caractéristiques de performance du générateur.....	91
6.2.3 Etalonnage du générateur.....	93
6.3 Réseaux de couplage/découplage.....	94
6.3.1 Généralités.....	94
6.3.2 Réseaux de couplage/découplage pour accès d'alimentation en c.a./c.c. de valeur assignée jusqu'à 200 A par ligne.....	96
6.3.3 Réseaux de couplage/découplage pour lignes d'interconnexion.....	100
6.4 Etalonnage des réseaux de couplage/découplage.....	104
6.4.1 Généralités.....	104
6.4.2 Etalonnage de RCD pour accès d'alimentation c.a./c.c. de valeur assignée jusqu'à 200 A par ligne.....	105
6.4.3 Etalonnage des RCD pour les lignes d'interconnexion.....	105
7 Montage d'essai.....	108
7.1 Matériel d'essai.....	108
7.2 Vérification des instruments d'essai.....	108
7.3 Montage d'essai pour les ondes de choc appliquées aux accès d'alimentation de l'EUT.....	109
7.4 Montage d'essai pour les ondes de choc appliquées aux lignes d'interconnexion non blindées et non symétriques.....	109
7.5 Montage d'essai pour les ondes de choc appliquées aux lignes d'interconnexion non blindées et symétriques.....	110
7.6 Montage d'essai pour les ondes de choc appliquées aux lignes blindées.....	110
8 Procédure d'essai.....	111
8.1 Généralités.....	111
8.2 Conditions de référence en laboratoire.....	112
8.2.1 Conditions climatiques.....	112
8.2.2 Conditions électromagnétiques.....	112
8.3 Réalisation de l'essai.....	112
9 Evaluation des résultats d'essai.....	113

10	Rapport d'essai .....	113
Annexe A (normative) Essai d'onde de choc pour lignes de communications non blindées symétriques extérieures, destinées à interconnecter des systèmes largement dispersés .....		
	A.1	Généralités .....
	A.2	Générateur d'ondes combinées 10/700 $\mu$ s .....
		A.2.1 Caractéristiques du générateur .....
		A.2.2 Performances du générateur .....
		A.2.3 Etalonnage du générateur .....
	A.3	Réseaux de couplage/découplage .....
		A.3.1 Généralités .....
		A.3.2 Réseaux de couplage/découplage pour les lignes de communications extérieures .....
	A.4	Etalonnage des réseaux de couplage/découplage .....
	A.5	Montage d'essai pour les ondes de choc appliquées aux lignes de communications non blindées symétriques extérieures .....
Annexe B (informative) Choix des générateurs et des niveaux d'essai .....		
	B.1	Généralités .....
	B.2	Classification des environnements .....
	B.3	Définition des types d'accès .....
	B.4	Types de générateurs et d'ondes de choc .....
	B.5	Tableaux .....
Annexe C (informative) Notes explicatives .....		
	C.1	Différentes impédances de source .....
	C.2	Application des essais .....
		C.2.1 Niveau d'immunité d'un matériel .....
		C.2.2 Niveau d'immunité d'un système .....
	C.3	Classification de l'installation .....
	C.4	Niveau d'immunité minimum des accès raccordés à l'alimentation secteur c.a./c.c. ....
	C.5	Niveau d'immunité d'un matériel dont les accès sont raccordés à des lignes d'interconnexion .....
Annexe D (informative) Considérations en vue d'obtenir l'immunité pour les matériels connectés aux réseaux de distribution d'alimentation basse tension .....		
Annexe E (informative) Modélisation mathématique des formes d'ondes de choc .....		
	E.1	Généralités .....
	E.2	Tension d'onde de choc normalisée dans le domaine temporel (1,2/50 $\mu$ s) .....
	E.3	Courant d'onde de choc normalisé dans le domaine temporel (8/20 $\mu$ s) .....
	E.4	Tension de choc normalisée dans le domaine temporel (10/700 $\mu$ s) .....
	E.5	Courant de choc normalisé dans le domaine temporel (5/320 $\mu$ s) .....
Annexe F (informative) Considérations relatives à l'incertitude de mesure (MU) .....		
	F.1	Légende .....
	F.2	Généralités .....
	F.3	Contributeurs à l'incertitude de mesure de l'onde de choc .....
	F.4	Incetitude de l'étalonnage de l'onde de choc .....
		F.4.1 Généralités .....
		F.4.2 Durée du front de la tension de choc en circuit ouvert .....
		F.4.3 Crête de tension de choc en circuit ouvert .....

F.4.4	Durée de la tension de choc en circuit ouvert .....	144
F.4.5	Autres contributeurs à l'incertitude de mesure pour les mesures de temps et d'amplitude .....	145
F.4.6	Distorsion du temps de montée en raison de la largeur de bande limitée du système de mesure .....	146
F.4.7	Crête d'impulsion et distorsion de largeur du fait de la largeur de bande limitée du système de mesure .....	147
F.5	Application des incertitudes au critère de conformité du générateur d'ondes de choc.....	148
Annexe G (informative)	Méthode d'étalonnage des systèmes de mesure d'impulsion.....	149
G.1	Généralités .....	149
G.2	Estimation de la réponse du système de mesure utilisant l'intégrale de convolution .....	149
G.3	Système de mesure d'impulsion pour une tension en circuit ouvert (1,2/50 µs, 10/700 µs).....	150
G.4	Système de mesure d'impulsion pour le courant de court-circuit (8/20 µs, 5/320 µs) .....	151
Annexe H (informative)	Ondes de choc de couplage/découplage appliquées à des lignes de valeurs assignées supérieures à 200 A.....	153
H.1	Généralités .....	153
H.2	Considérations en matière de couplage et découplage.....	153
H.3	Précautions supplémentaires .....	154
Bibliographie.....		155
Figure 1 – Schéma de principe simplifié du circuit du générateur d'ondes combinées .....		91
Figure 2 – Forme d'onde de tension en circuit ouvert (1,2/50 µs) en sortie du générateur sans RCD connecté .....		93
Figure 3 – Forme d'onde du courant de court-circuit (8/20 µs) en sortie du générateur sans RCD connecté .....		93
Figure 4 – Sélection d'une méthode de couplage/découplage .....		95
Figure 5 – Exemple de réseau de couplage et de réseau de découplage pour couplage capacitif sur lignes c.a./c.c.: couplage entre phases.....		98
Figure 6 – Exemple de réseau de couplage et de réseau de découplage pour couplage capacitif sur lignes c.a./c.c.: couplage phase-terre.....		98
Figure 7 – Exemple de réseau de couplage et de réseau de découplage pour couplage capacitif sur lignes c.a. (triphase): couplage entre la phase L2 et la phase L3 .....		99
Figure 8 – Exemple de réseau de couplage et de réseau de découplage pour couplage capacitif sur lignes c.a. (triphase): couplage entre la phase L3 et la terre .....		100
Figure 9 – Exemple de réseau de couplage et de réseau de découplage pour les lignes d'interconnexion non blindées et non symétriques: couplage entre phases et phase- terre.....		102
Figure 10 – Exemple de réseau de couplage et de découplage pour les lignes d'interconnexion non blindées symétriques; couplage phases-terre .....		103
Figure 11 – Exemple de réseau de couplage et de découplage pour les lignes d'interconnexion non blindées symétriques: couplage phases-terre par condensateurs.....		104
Figure 12 – Exemple de montage d'essai pour les ondes de choc appliquées aux lignes blindées.....		111
Figure A.1 – Schéma de principe simplifié du circuit du générateur d'ondes combinées (10/700 µs – 5/320 µs).....		116
Figure A.2 – Forme d'onde de tension en circuit ouvert (10/700 µs).....		117

Figure A.3 – Forme d'onde de courant de court-circuit 5/320 $\mu$ s.....	117
Figure A.4 – Exemple de montage d'essai pour lignes de communications non blindées symétriques extérieures: couplage phases-terre, couplage par parafoudres à gaz (équipés de protection primaire) .....	119
Figure E.1 – Tension de choc (1,2/50 $\mu$ s): réponse dans l'intervalle de temps $T_W$ .....	132
Figure E.2 – Tension de choc (1,2/50 $\mu$ s): réponse de temps de montée $T_r$ .....	133
Figure E.3 – Tension de choc (1,2/50 $\mu$ s): réponse spectrale, $\Delta f = 3,333$ kHz .....	133
Figure E.4 – Courant de choc (8/20 $\mu$ s): réponse dans l'intervalle de temps $T_W$ .....	134
Figure E.5 – Courant de choc (8/20 $\mu$ s): réponse de temps de montée $T_r$ .....	135
Figure E.6 – Courant de choc (8/20 $\mu$ s): réponse spectrale, $\Delta f = 10$ kHz.....	135
Figure E.7 – Tension de choc (10/700 $\mu$ s): réponse dans l'intervalle de temps $T_W$ .....	136
Figure E.8 – Tension de choc (10/700 $\mu$ s): réponse de temps de montée $T_r$ .....	137
Figure E.9 – Tension de choc (10/700 $\mu$ s): réponse spectrale, $\Delta f = 0,2$ kHz .....	137
Figure E.10 – Courant de choc (5/320 $\mu$ s): réponse dans l'intervalle de temps $T_W$ .....	138
Figure E.11 – Courant de choc (5/320 $\mu$ s): réponse de temps de montée $T_r$ .....	139
Figure E.12 – Courant de choc (5/320 $\mu$ s): réponse spectrale, $\Delta f = 0,4$ kHz .....	139
Figure G.1 – Schéma de principe simplifié du circuit du générateur d'échelon de courant .....	151
Tableau 1 – Niveaux d'essai .....	90
Tableau 2 – Définitions des paramètres des formes d'ondes 1,2/50 $\mu$ s et 8/20 $\mu$ s .....	92
Tableau 3 – Relations entre tension de crête en circuit ouvert et courant de crête de court-circuit.....	92
Tableau 4 – Spécification de la forme d'onde de la tension à l'accès EUT du RCD .....	96
Tableau 5 – Spécification de la forme d'onde du courant à l'accès EUT du RCD.....	97
Tableau 6 – Relation entre la tension de crête en circuit ouvert et le courant de crête de court-circuit à l'accès EUT du RCD .....	97
Tableau 7 – Résumé du processus d'étalonnage des RCD pour les lignes d'interconnexion non symétriques .....	106
Tableau 8 – Spécifications de la forme d'onde de choc à l'accès EUT du RCD pour les lignes d'interconnexion non symétriques.....	106
Tableau 9 – Résumé du processus d'étalonnage des RCD pour les lignes d'interconnexion symétriques.....	107
Tableau 10 – Spécifications de la forme d'onde de choc à l'accès EUT du RCD pour les lignes d'interconnexion symétriques .....	108
Tableau A.1 – Définitions des paramètres des formes d'onde 10/700 $\mu$ s et 5/320 $\mu$ s .....	117
Tableau A.2 – Relations entre tension de crête en circuit ouvert et courant de crête de court-circuit.....	118
Tableau A.3 – Résumé du processus d'étalonnage des RCD pour les lignes de communications non blindées symétriques extérieures .....	120
Tableau A.4 – Spécifications de la forme d'onde de choc à l'accès EUT du RCD pour les lignes de communications non blindées symétriques extérieures.....	121
Tableau B.1 – Accès d'alimentation: choix des niveaux d'essai (en fonction de la classe de l'installation).....	123
Tableau B.2 – Circuits/lignes: choix des niveaux d'essai (en fonction de la classe de l'installation) .....	124

Tableau F.1 – Exemple de budget d’incertitude pour la durée du front de la tension de choc en circuit ouvert ( $T_{fV}$ ) ..... 142

Tableau F.2 – Exemple de budget d’incertitude pour la valeur de crête de la tension de choc en circuit ouvert ( $V_P$ ) ..... 143

Tableau F.3 – Exemple de budget d’incertitude pour la durée de la tension de choc en circuit ouvert ( $T_d$ ) ..... 145

Tableau F.4 – Facteur  $\alpha$ , Equation (F.5), de différentes réponses impulsionnelles unidirectionnelles correspondant à la même largeur de bande du système  $B$  ..... 147

Tableau F.5 – Facteur  $\beta$ , Equation (F.9), des formes d’ondes de choc normalisées ..... 148

Tableau H.1 – Valeurs d’inductance recommandées pour les lignes de découplage (> 200 A) ..... 153

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –****Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure –  
Essai d'immunité aux ondes de choc**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61000-4-5 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la partie 4-5 de la norme IEC 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de l'IEC.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée 2005, et constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) une nouvelle Annexe E sur la modélisation mathématique des formes d'ondes de choc;
- b) une nouvelle Annexe F sur les incertitudes de mesure;

- c) une nouvelle Annexe G sur la méthode d'étalonnage des systèmes de mesure d'impulsion;
- d) une nouvelle Annexe H sur les ondes de choc de couplage/découplage appliquées à des lignes de valeurs assignées supérieures à 200 A;
- e) de plus, alors que l'essai à l'onde de choc sur les accès connectés à des lignes de télécommunication extérieures était traité dans le 6.2 de la deuxième édition (IEC 61000-4-5:2005), dans cette troisième édition (IEC 61000-4-5:2014), l'Annexe normative A est complètement dédiée à ce sujet. En particulier elle donne les spécifications du générateur d'onde combinée 10/700  $\mu$ s.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77B/711/FDIS	77B/715/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61000, publiées sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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



## INTRODUCTION

L'IEC 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties 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'émission

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

### **Partie 4: Techniques d'essai et de mesure**

Techniques de mesure

Techniques d'essai

### **Partie 5: Guide 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: IEC 61000-6-1).

La présente partie constitue une Norme internationale qui traite des exigences en matière d'immunité et des procédures d'essai relatives aux ondes de choc de tension ou aux ondes de choc de courant.

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

### Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc

#### 1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 61000 se rapporte aux exigences d'immunité pour les matériels, aux méthodes d'essai et à la gamme des niveaux d'essai recommandés, vis-à-vis des ondes de choc unidirectionnelles provoquées par des surtensions dues aux transitoires de foudre et de manœuvre. Elle définit plusieurs niveaux d'essai se rapportant à différentes conditions d'environnement et d'installation. Ces exigences sont développées pour les matériels électriques et électroniques et leur sont applicables.

Cette norme a pour objet d'établir une référence commune dans le but d'évaluer l'immunité des matériels électriques et électroniques, quand ils sont soumis à des ondes de choc. La méthode d'essai documentée dans la présente partie de l'IEC 61000 décrit une méthode cohérente en vue d'évaluer l'immunité d'un matériel ou d'un système vis-à-vis d'un phénomène défini.

NOTE Comme décrit dans le Guide 107 de l'IEC, il s'agit d'une publication fondamentale en CEM pour utilisation par les comités de produits de l'IEC. Comme indiqué également dans le Guide 107, les comités de produits de l'IEC sont responsables de déterminer si la présente norme d'essai d'immunité est appliquée ou non et, si c'est le cas, ils sont responsables de déterminer les niveaux d'essai et les critères de performance appropriés. Le comité d'études 77 et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits à l'évaluation de la valeur des essais d'immunité particuliers pour leurs produits.

La présente norme définit:

- une gamme de niveaux d'essai;
- le matériel d'essai;
- les montages d'essai;
- les procédures d'essai.

L'essai de laboratoire décrit ici a pour but de déterminer la réaction du matériel en essai (EUT<sup>1</sup>), dans des conditions opérationnelles spécifiées, aux surtensions dues à la foudre ou à des manœuvres.

Il n'est pas destiné à évaluer la capacité de l'isolation de l'EUT à supporter des tensions élevées. Les injections directes de courants de foudre, par exemple les coups de foudre directs, ne sont pas prises en compte par la présente norme.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

---

<sup>1</sup> EUT = *equipment under test*.

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)* (disponible sous [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))