IEC 61000-4-4

Edition 3.0 2012-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX X

ICS 33.100.20

ISBN 978-2-83220-016-2

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions and abbreviations 7
3.1 Terms and definitions 7
3.2 Abbreviations 10
4 General 10
5 Test levels 10
6 Test equipment 11
6.1 Overview 11
6.2 Burst generator 11
6.2.1 General 11
6.2.2 Characteristics of the fast transient/burst generator 12
6.2.3 Calibration of the characteristics of the fast transient/burst generator 14
6.3 Coupling/decoupling network for a.c./d.c. power port 15
6.3.1 Characteristics of the coupling/decoupling network 15
6.3.2 Calibration of the coupling/decoupling network 16
6.4 Capacitive coupling clamp 17
6.4.1 General 17
6.4.2 Calibration of the capacitive coupling clamp 18
7 Test setup 20
7.1 General 20
7.2 Test equipment 20
7.2.1 General 20
7.2.2 Verification of the test instrumentation 20
7.3 Test setup for type tests performed in laboratories 21
7.3.1 Test conditions 21
7.3.2 Methods of coupling the test voltage to the EUT 24
7.4 Test setup for in situ tests 26
7.4.1 Overview 26
7.4.2 Test on power ports and earth ports 26
7.4.3 Test on signal and control ports 27
8 Test procedure 28
8.1 General 28
8.2 Laboratory reference conditions 28
8.2.1 Climatic conditions 28
8.2.2 Electromagnetic conditions 28
8.3 Execution of the test 28
9 Evaluation of test results 29
10 Test report 29
Annex A (informative) Information on the electrical fast transients 30
Annex B (informative) Selection of the test levels 32
Annex C (informative) Measurement uncertainty (MU) considerations 34
Bibliography 43

Figure 1 – Simplified circuit diagram showing major elements of a fast transient/burst generator 12
Figure 2 – Representation of an electrical fast transient/burst 13
Figure 3 – Ideal waveform of a single pulse into a 50 Ω load with nominal parameters t_r = 5 ns and t_w = 50 ns 13
Figure 4 – Coupling/decoupling network for a.c./d.c. power mains supply ports/terminals 16
Figure 5 – Calibration of the waveform at the output of the coupling/decoupling network 17
Figure 6 – Example of a capacitive coupling clamp 18
Figure 7 – Transducer plate for coupling clamp calibration 19
Figure 8 – Calibration of a capacitive coupling clamp using the transducer plate 19
Figure 9 – Block diagram for electrical fast transient/burst immunity test 20
Figure 10 – Example of a verification setup of the capacitive coupling clamp 21
Figure 11 – Example of a test setup for laboratory type tests 22
Figure 12 – Example of test setup using a floor standing system of two EUTs 23
Figure 13 – Example of a test setup for equipment with elevated cable entries 24
Figure 14 – Example of a test setup for direct coupling of the test voltage to a.c./d.c. power ports for laboratory type tests 25
Figure 15 – Example for in situ test on a.c./d.c. power ports and protective earth terminals for stationary, floor standing EUT 26
Figure 16 – Example of in situ test on signal and control ports without the capacitive coupling clamp 27

Table 1 – Test levels 11
Table 2 – Output voltage peak values and repetition frequencies 15
Table C.1 – Example of uncertainty budget for voltage rise time (t_r) 36
Table C.2 – Example of uncertainty budget for EFT/B peak voltage value (V_P) 37
Table C.3 – Example of uncertainty budget for EFT/B voltage pulse width (t_w) 38
Table C.4 – α factor (Equation (C.4)) of different unidirectional impulse responses corresponding to the same bandwidth of the system B 40

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst 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 61000-4-4 has been prepared by subcommittee 77B: High frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms Part 4-4 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2004 and its amendment 1 (2010) and constitutes a technical revision.

This third edition improves and clarifies simulator specifications, test criteria and test setups.

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

FDIS	Report on voting
77B/670/FDIS	77B/673/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.

The list of all currently available parts of the IEC 61000 series, under the general title *Electromagnetic compatibility (EMC)*, can be found on the IEC web site.

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 (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 are 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 electrical fast transients/bursts.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test

1 Scope

This part of IEC 61000 relates to the immunity of electrical and electronic equipment to repetitive electrical fast transients. It gives immunity requirements and test procedures related to electrical fast transients/bursts. It additionally defines ranges of test levels and establishes test procedures.

The object of this standard is to establish a common and reproducible reference in order to evaluate the immunity of electrical and electronic equipment when subjected to electrical fast transient/bursts on supply, signal, control and earth ports. 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.[1]

The standard defines:

– test voltage waveform;
– range of test levels;
– test equipment;
– calibration and verification procedures of test equipment;
– test setups;
– test procedure.

The standard gives specifications for laboratory and in situ tests.

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 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

---

1 TC 77 and its subcommittees are prepared to co-operate with product committees in the evaluation of the value of particular immunity tests for their products.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 46
INTRODUCTION 48
1 Domaine d'application 49
2 Références normatives 49
3 Termes, définitions et abréviations 50
3.1 Termes et définitions 50
3.2 Abréviations 52
4 Généralités 52
5 Niveaux d'essai 52
6 Matériel d'essai 53
6.1 Vue d'ensemble 53
6.2 Générateur de salves 53
6.2.1 Généralités 53
6.2.2 Caractéristiques du générateur de transitoires rapides en salves 54
6.2.3 Etalonnage des caractéristiques du générateur de transitoires rapides en salves 56
6.3 Réseau de couplage/découplage pour l'accès alimentation en courant alternatif et continu 57
6.3.1 Caractéristiques du réseau de couplage/découplage 57
6.3.2 Etalonnage du réseau de couplage/découplage 58
6.4 Pince de couplage capacitive 59
6.4.1 Généralités 59
6.4.2 Etalonnage de la pince de couplage capacitive 60
7 Montage d'essai 62
7.1 Généralités 62
7.2 Matériel d'essai 62
7.2.1 Généralités 62
7.2.2 Vérification de l'instrumentation d'essai 62
7.3 Montage d'essai pour les essais de type en laboratoire 63
7.3.1 Conditions d'essai 63
7.3.2 Méthodes de couplage de la tension d'essai à l'EST 66
7.4 Montage d'essai pour essais in situ 68
7.4.1 Vue d'ensemble 68
7.4.2 Essai sur les accès alimentation et sur les bornes de terre de protection 68
7.4.3 Essai sur les accès signal et commande 69
8 Procédure d'essai 70
8.1 Généralités 70
8.2 Conditions de référence en laboratoire 70
8.2.1 Conditions climatiques 70
8.2.2 Conditions électromagnétiques 70
8.3 Exécution de l'essai 70
9 Evaluation des résultats d'essai 71
10 Rapport d'essai 71
Annexe A (informative) Informations sur les transitoires électriques rapides 73
Annexe B (informative) Sélection des niveaux d'essai 75

Annexe C (informative) Considérations relatives aux incertitudes de mesure (IM) 77
Bibliographie 87

Figure 1 – Schéma simplifié montrant les éléments principaux d'un générateur de transitoires rapides en salves 54
Figure 2 – Représentation des transitoires rapides en salves 55
Figure 3 – Forme d'onde idéale d'une impulsion unique dans une charge de 50 Ω avec les paramètres nominaux t_r = 5 ns et t_w = 50 ns 55
Figure 4 – Réseau de couplage/découplage pour accès et bornes d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu 58
Figure 5 – Etalonnage de la forme d'onde à la sortie du réseau de couplage/découplage 59
Figure 6 – Exemple d'une pince de couplage capacitive 60
Figure 7 – Plaque transducteur pour l'étalonnage de la pince de couplage 61
Figure 8 – Etalonnage de la pince de couplage capacitive en utilisant la plaque transducteur 61
Figure 9 – Diagramme synoptique de l'essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves 62
Figure 10 – Exemple d'installation de vérification d'une pince de couplage capacitive 63
Figure 11 – Exemple de montage d'essai pour les essais de type en laboratoire 64
Figure 12 – Exemple de montage d'essai utilisant un système de deux EST posés au sol 65
Figure 13 – Exemple de montage d'essai pour un matériel comportant des entrées de câble par le haut 66
Figure 14 – Exemple de montage d'essai pour le couplage direct de la tension d'essai aux accès alimentation en courant alternatif ou en courant continu destiné aux essais de type en laboratoire 67
Figure 15 – Exemple d'essai in situ sur les accès d'alimentation en courant alternatif ou en courant continu sur les bornes de terre de protection pour des EST fixes montés au sol 68
Figure 16 – Exemple d'essais in situ sur les accès signal et commande sans la pince de couplage capacitive 69

Tableau 1 – Niveaux d'essai 53
Tableau 2 – Fréquences de répétition des impulsions et valeurs de crête des tensions de sortie 57
Tableau C.1 – Exemple de bilan d'incertitude relatif au temps de montée de la tension (t_r) 79
Tableau C.2 – Exemple de bilan d'incertitude relatif à la valeur de tension crête (V_P) des TER/S 80
Tableau C.3 – Exemple de bilan d'incertitude relatif à la largeur d'impulsion de la tension (t_w) des TER/S 81
Tableau C.4 – Facteur α (équation (C.4)) de différentes réponses impulsionnelles unidirectionnelles correspondant à la même bande passante du système B 84

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 de la CEI 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 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure 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 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 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 brevet. La CEI 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 CEI 61000-4-4 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la Partie 4-4 de la CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

La présente troisième édition annule et remplace la deuxième édition, parue en 2004, et son amendement 1 (2010) et elle constitue une révision technique.

La présente troisième édition améliore et clarifie les spécifications du simulateur, les critères et les montages d'essai.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77B/670/FDIS	77B/673/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/CEI, Partie 2.

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

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 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.

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. Par conséquent, il convient que les utilisateurs impriment cette publication en utilisant une imprimante couleur.

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'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas 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 sont publiées avec le numéro de partie, suivi d'un tiret et complété d'un second numéro identifiant la subdivision (exemple: CEI 61000-6-1).

La présente partie est une Norme internationale qui donne les exigences d'immunité et les procédures d'essai relatives aux transitoires électriques rapides en salves.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61000 concerne l'immunité des matériels électriques et électroniques aux transitoires rapides répétitifs. Elle donne les exigences d'immunité et les procédures d'essai relatives aux transitoires électriques rapides en salves. Elle définit en outre des gammes de niveaux d'essais et établit des procédures d'essai.

L'objet de la présente norme est d'établir une référence commune et reproductible dans le but d'évaluer l'immunité des matériels électriques et électroniques quand ils sont soumis aux transitoires électriques rapides en salves sur les accès d'alimentation, de signal, de commande et de terre. La méthode d'essai documentée dans la présente partie de la CEI 61000 décrit une méthode cohérente dans le but d'évaluer l'immunité d'un matériel ou système vis-à-vis d'un phénomène défini.

NOTE Comme décrit dans le Guide 107 de la CEI, c'est une publication fondamentale en CEM pour l'utilisation par les Comités de produits de la CEI. Comme indiqué également dans le Guide 107, les Comités de produits de la CEI ont la responsabilité de déterminer s'ils appliquent ou non cette norme d'essai d'immunité et, si c'est le cas, ils ont la responsabilité de déterminer les niveaux d'essai et les critères de performance appropriés.[1]

La norme définit:

– la forme d'onde de l'essai en tension;
– la gamme des niveaux d'essais;
– le matériel d'essai;
– les procédures d'étalonnage et de vérification du matériel d'essai;
– les montages d'essai;
– la procédure d'essai.

La norme donne des spécifications pour les essais menés en laboratoire et les essais in situ.

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).

CEI 60050-161:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

---

[1] 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.