IEC 61000-4-7

Edition 2.1 2009-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-88910-377-5

® 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 Definitions, symbols and indices 8
3.1 Definitions related to frequency analysis 8
3.2 Definitions related to harmonics 9
3.3 Definitions related to distortion factors 10
3.4 Definitions related to interharmonics 11
3.5 Notations 12
3.5.1 Symbols 12
3.5.2 Subscripts 13
4 General concepts and common requirements for all types of instrumentation 14
4.1 Characteristics of the signal to be measured 14
4.2 Accuracy classes of instrumentation 14
4.3 Types of measurement 14
4.4 General structure of the instrument 14
4.4.1 Main instrument 14
4.4.2 Post-processing parts 16
5 Harmonic measurements 16
5.1 Current input circuit 16
5.2 Voltage input circuit 17
5.3 Accuracy requirements 17
5.4 Measurement set-up and supply voltage 19
5.4.1 Measurement set-up for emission assessment 19
5.4.2 Supply voltage for emission assessment 19
5.4.3 Equipment power 21
5.5 Assessment of harmonic emissions 21
5.5.1 Grouping and smoothing 21
5.5.2 Compliance with emission limits 23
5.6 Assessment of voltage harmonic subgroups 23
6 Other analysis principles 23
7 Transitional period 24
8 General 24

Annex A (informative) Measurement of interharmonics 25
Annex B (informative) Measurements above the harmonic frequency range up to 9 kHz 27
Annex C (informative) Technical considerations for grouping method 32

Bibliography 41

Figure 1 – General structure of the measuring instrument 15
Figure 2 – Measurement set-up for single-phase emission measurement 19
Figure 3 – Measurement set-up for three-phase emission measurements 19
Figure 4 – Illustration of harmonic and interharmonic groups (here shown for a 50-Hz supply) 21
Figure 5 – Realization of a digital low-pass filter: z^{-1} designates a window width delay, α and β are the filter coefficients (see Table 2 for values) 22
Figure 6 – Illustration of a harmonic subgroup and an interharmonic centred subgroup (here shown for a 50 Hz supply) 23
Figure B.1 – Illustration of frequency bands for measurement in the range above the 40^{th} harmonic order for 50 Hz power system up to 9 kHz 28
Figure B.2 – General measurement setup 29
Figure B.3 – Artificial mains network for 16-A current and below 30
Figure B.4 – Artificial mains network impedance viewed by the EUT 31
Figure C.1 – Large 5th harmonic current fluctuation 35
Figure C.2 – Large 5th harmonic voltage fluctuation 35
Figure C.3 – Fluctuating 3rd harmonic current of a micro-wave appliance 36
Figure C.4 – Communication signal of 178 Hz together with 3rd and 5th harmonics 37
Figure C.5 – Interharmonic at 287 Hz, 5th and 6th harmonic 37
Figure C.6 – Modulated 5th harmonic and interharmonic at 287 Hz 39
Figure C.7 – Component vectors at frequencies of 245 Hz and 255Hz 40

Table 1 – Accuracy requirements for current, voltage and power measurements 18
Table 2 – Smoothing filter coefficients according to the window width 22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto

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 61000-4-7 has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

This consolidated version of IEC 61000-4-7 consists of the second edition (2002) [documents 77A/382/FDIS and 77A/387/RVD], its amendment 1 (2008) [documents 77A/645/FDIS and 77A/651/RVD] and its corrigendum of July 2004.

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 2.1.

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

This standard forms part 4-7 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

Annexes A, B and C are for information only.

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.

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 publication 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. Other will be published with the part number followed by a dash and a second number identifying the subdivision (example: 61000-6-1).

These publications will be published in chronological order and numbered accordingly.

This part is an International Standard for the measurement of harmonic currents and voltages in power supply systems and harmonic currents emitted by equipment. It also specifies the performance of a standard measuring instrument.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto

1 Scope

This part of IEC 61000 is applicable to instrumentation intended for measuring spectral components in the frequency range up to 9 kHz which are superimposed on the fundamental of the power supply systems at 50 Hz and 60 Hz. For practical considerations, this standard distinguishes between harmonics, interharmonics and other components above the harmonic frequency range, up to 9 kHz.

This standard defines the measurement instrumentation intended for testing individual items of equipment in accordance with emission limits given in certain standards (for example, harmonic current limits as given in IEC 61000-3-2) as well as for the measurement of harmonic currents and voltages in actual supply systems. Instrumentation for measurements above the harmonic frequency range, up to 9 kHz is tentatively defined (see Annex B).

NOTE 1 This document deals in detail with instruments based on the discrete Fourier transform.

NOTE 2 The description of the functions and structure of the measuring instruments in this standard is very explicit and meant to be taken literally. This is due to the necessity of having reference instruments with reproducible results irrespective of the characteristics of the input signals.

NOTE 3 The instrument is defined to accommodate measurements of harmonics up to the 50th order.

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 60038, *IEC standard voltages*

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

IEC 61000-2-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤16 A per phase)*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 44
INTRODUCTION 46

1 Domaine d'application 47
2 Références normatives 47
3 Définitions, symboles et indices 48
3.1 Définitions relatives à l'analyse fréquentielle 48
3.2 Définitions relatives aux harmoniques 49
3.3 Définitions relatives aux taux de distorsion 50
3.4 Définitions relatives aux interharmoniques 52
3.5 Notations 53
3.5.1 Symboles 53
3.5.2 Indices 54
4 Concepts généraux et prescriptions communes à tous les types d'instrumentations 54
4.1 Caractéristiques du signal à mesurer 54
4.2 Classes de précision de l'instrumentation 55
4.3 Types de mesure 55
4.4 Structure générale de l'instrument 55
4.4.1 Instrument principal 55
4.4.2 Modules de post-traitement 56
5 Mesures d'harmoniques 57
5.1 Circuit d'entrée de courant 57
5.2 Circuit d'entrée de tension 57
5.3 Prescriptions relatives à la précision 58
5.4 Montage de mesure et tension d'alimentation 60
5.4.1 Montage de mesure pour l'évaluation des émissions 60
5.4.2 Tension d'alimentation pour l'évaluation des émissions 60
5.4.3 Puissance du matériel 62
5.5 Évaluation des émissions harmoniques 62
5.5.1 Regroupement et lissage 62
5.5.2 Respect des limites d'émission 64
5.6 Évaluation des sous-groupes harmoniques de tension 64
6 Autres principes d'analyse 65
7 Période de transition 65
8 Généralités 65

Annexe A (informative) Mesure des interharmoniques 66
Annexe B (informative) Mesures au-delà de la plage de fréquence harmonique jusqu'à 9 kHz 68
Annexe C (informative) Réflexions d'ordre technique pour une méthode de regroupement 73

Bibliographie 82

Figure 1 – Structure générale de l'instrument de mesure 56
Figure 2 – Montage pour la mesure des émissions monophasées 60
Figure 3 – Montage pour la mesure des émissions triphasées 60
Figure 4 – Illustration des groupes harmoniques et interharmoniques (représentés ici pour une alimentation à 50 Hz) 63
Figure 5 – Réalisation d'un filtre passe-bas numérique: z^{-1} désigne un retard égal à une largeur de fenêtre, α et β sont les coefficients du filtre (voir les valeurs dans le Tableau 2) 63
Figure 6 – Illustration d'un sous-groupe harmonique et d'un sous-groupe interharmonique centré (représentés ici pour une alimentation à 50 Hz) 64
Figure B.1 – Illustration des bandes de fréquence pour les mesures dans la plage s'étendant du rang harmonique 40 pour les réseaux électriques à 50 Hz jusqu'à 9 kHz 69
Figure B.2 – Montage général de mesure 70
Figure B.3 – Réseau fictif pour un courant inférieur ou égal à 16 A 71
Figure B.4 – Impédance du réseau fictif vue par l'EST 72
Figure C.1 – Large fluctuation de courant du 5ème harmonique 76
Figure C.2 – Large fluctuation de tension du 5ème harmonique 76
Figure C.3 – Fluctuation du 3ème courant harmonique d'un appareil à micro-onde 77
Figure C.4 – Signal de communication de 178 Hz avec 3ème et 5ème harmoniques 78
Figure C.5 – Interharmonique à 287 Hz, 5ème et 6ème harmoniques 78
Figure C.6 – 5ème harmonique modulé et interharmonique à 287 Hz 80
Figure C.7 – Composantes à des fréquences de 245 Hz et 255 Hz 81

Tableau 1 – Prescriptions de précision pour les mesures de courant, de tension et de puissance 59
Tableau 2 – Coefficients du filtre de lissage en fonction de la largeur de fenêtre 63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés

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 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 61000-4-7 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Cette version consolidée de la CEI 61000-4-7 comprend la deuxième édition (2002) [documents 77A/382/FDIS et 77A/387/RVD], son amendement 1 (2008) [documents 77A/645/FDIS et 77A/651/RVD] et le corrigendum de juillet 2004.

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 2.1.

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

La présente norme constitue la partie 4-7 de la CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de la CEI.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

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.

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

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 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

Guides 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 en tant que sections, ou sous le numéro de la partie, suivi d'un tiret et complété d'un second chiffre identifiant la subdivision (exemple: 61000-6-1).

Ces publications seront publiées dans un ordre chronologique et numérotées en conséquence.

La présente partie est une Norme internationale qui spécifie la mesure des courants et tensions harmoniques sur les réseaux d'alimentation ainsi que la mesure des courants harmoniques émis par les appareils. Elle spécifie également la performance d'un instrument de mesure normalisé.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNETIQUE (CEM) –

Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61000 s'applique à l'instrumentation destinée à mesurer les composantes spectrales dans la gamme de fréquence allant jusqu'à 9 kHz, qui se superposent au fondamental des réseaux d'alimentation à 50 Hz et 60 Hz. Pour des raisons pratiques, la présente norme établit une distinction entre les harmoniques, les interharmoniques et les composantes au-delà de la plage de fréquence harmonique, jusqu'à 9 kHz.

La présente norme définit l'instrumentation de mesure destinée aux essais d'appareils individuels conformément aux limites d'émission données dans certaines normes (par exemple, les limites de courant harmonique données dans la CEI 61000-3-2) ainsi qu'à la mesure des courants et tensions harmoniques sur les réseaux d'alimentation eux-mêmes. La définition de l'instrumentation pour les mesures au-delà de la gamme de fréquence harmonique, jusqu'à 9 kHz, est abordée dans l'annexe B.

NOTE 1 Le présent document traite de manière approfondie des instruments basés sur la transformée de Fourier discrète.

NOTE 2 La description des fonctions et de la structure des instruments de mesure contenue dans la présente norme est très explicite et à prendre au sens littéral. En effet, il est nécessaire de disposer d'instruments de référence fournissant des résultats reproductibles indépendamment des caractéristiques des signaux d'entrée.

NOTE 3 L'instrument est défini pour satisfaire aux mesures des harmoniques de rang inférieur ou égal à 50.

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 60038, *Tensions normales de la CEI*

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

CEI 61000-2-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension*

CEI 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤16 A par phase)*

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