



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

PRICE CODE
CODE PRIX

CR

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-88910-377-5

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 5 ^{ème} harmonique	76
Figure C.2 – Large fluctuation de tension du 5 ^{ème} harmonique	76
Figure C.3 – Fluctuation du 3 ^{ème} courant harmonique d'un appareil à micro-onde.....	77
Figure C.4 – Signal de communication de 178 Hz avec 3 ^{ème} et 5 ^{ème} harmoniques.....	78
Figure C.5 – Interharmonique à 287 Hz, 5 ^{ème} et 6 ^{ème} harmoniques	78
Figure C.6 – 5 ^{ème} 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*