

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

**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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

**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**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.01

ISBN 978-2-8322-4525-5

**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.**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

**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**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
INTRODUCTION to Amendment 1.....	7
1 Scope and object.....	8
2 Normative references.....	9
3 Definitions.....	9
3.1 General definitions.....	9
3.2 Phenomena related definitions.....	11
4 Compatibility levels.....	13
4.1 General comment.....	13
4.2 Voltage fluctuations and flicker.....	13
4.3 Harmonics.....	14
4.4 Interharmonics.....	15
4.5 Voltage dips and short supply interruptions.....	18
4.6 Voltage unbalance.....	18
4.7 Transient overvoltages.....	19
4.8 Temporary power frequency variation.....	19
4.9 DC component.....	19
4.10 Signals from mains – signalling communicating systems up to 150 kHz.....	19
4.10.1 General.....	19
4.10.2 Ripple control systems (110 Hz to 3 000 Hz).....	20
4.10.3 Medium frequency power line carrier systems (3 kHz to 20 kHz) Mains communicating systems (band 3 kHz up to 9 kHz).....	21
4.10.4 Radio frequency power line carrier systems (20 kHz to 148,5 kHz) Mains communicating systems (band 9 kHz up to 95 kHz).....	22
4.10.5 Mains mark systems Mains communicating systems (band 95 kHz up to 150 kHz).....	22
4.11 Voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz.....	16
4.12 Voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 150 kHz.....	17
4.12.1 General.....	17
4.12.2 Frequency range from 9 kHz to 30 kHz.....	18
4.12.3 Frequency range from 30 kHz to 150 kHz.....	18
Annex A (informative) The function of compatibility levels and planning levels in EMC.....	23
A.1 The need for compatibility levels.....	23
A.2 Relation between compatibility level and immunity levels.....	23
A.3 Relation between compatibility level and emission limits.....	24
A.4 Planning levels.....	25
A.5 Illustration of compatibility, emission, immunity and planning levels.....	26
Annex B (informative) Discussion of some disturbance phenomena.....	27
B.1 Resolution of non-sinusoidal voltages and currents.....	27
B.2 Interharmonics and voltage components at frequencies above that of the 50th harmonic	29
B.3 Voltage dips and short supply interruptions.....	32
B.4 Transient overvoltages.....	33
B.5 DC component.....	33

Annex C (informative) Rationale for the compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40 th harmonic up to 30 kHz	34
C.1 Effects of voltage components at frequencies above the 40th harmonic frequency	34
C.2 Compatibility level curves above the 40th harmonic up to 30 kHz	34
Bibliography	36
Figure 1 – Flicker - Curve of equal severity ($P_{st} = 1$) for rectangular voltage changes on LV power supply systems.	14
Figure 2 – Compatibility level for interharmonic voltages relating to flicker (beat effect).....	16
Figure 3 – Meister curve for ripple control systems in public networks (100 110 Hz to 3 000 Hz).....	21
Figure A.1 – Relation between compatibility, immunity, planning and emission levels	26
Figure C.1 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz.....	34
Figure C.2 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 30 kHz	35
Table 1 – Compatibility levels for individual harmonic voltages in low voltage networks (r.m.s. values as percent of r.m.s. value of the fundamental component)	15
Table 2 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode $u_{b,F}$ above the 40 th harmonic up to 9 kHz.....	17
Table 3 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 30 kHz	18
Table B.1 – Indicative values of interharmonic voltage in low voltage networks corresponding to the compatibility level with respect to the flicker effect.....	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 61000-2-2 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2002-03) [documents 77A/367/FDIS and 77A/376/RVD] and its amendment 1 (2017-06) [documents 77A/958/FDIS and 77A/962/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 61000-2-2 has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC guide 107.

This second edition constitutes a technical revision.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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

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 completed by a second number identifying the subdivision (example: 61000-6-1).

Detailed information on the various types of disturbances that can be expected on public power supply systems can be found in IEC 61000-2-1.

INTRODUCTION to Amendment 1

This amendment is related to compatibility levels in the frequency range from 2 kHz to 150 kHz. It contains:

- compatibility levels for signals from mains communicating systems up to 150 kHz;
- compatibility levels for non-intentional emissions between 2 kHz and 30 kHz.

A second amendment is expected soon, containing:

- compatibility levels for non-intentional emissions between 30 kHz and 150 kHz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 2-2 : Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems

1 Scope and object

This ~~standard~~ part of IEC 61000 is concerned with conducted ~~electromagnetic phenomena~~ (disturbances and signals from mains communicating systems) in the frequency range from 0 kHz to ~~9~~ 150 kHz, ~~with an extension up to 148,5 kHz specifically for mains signalling systems~~. It gives compatibility levels for public low voltage a.c. distribution systems having a nominal voltage up to 420 V, single-phase, or 690 V, three-phase, and a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz.

The compatibility levels specified in this ~~standard~~ document apply at the point of common coupling. At the power input terminals of equipment receiving its supply from the above systems the ~~severity~~ levels of the ~~conducted electromagnetic disturbances~~ can, for the most part, be taken to be the same as the levels at the point of common coupling. In some situations this is not so, particularly in the case of a long line dedicated to the supply of a particular installation, or in the case of ~~a disturbance~~ an ~~electromagnetic phenomenon~~ generated or amplified within the installation of which the equipment forms a part.

Compatibility levels are specified for ~~conducted electromagnetic disturbances~~ phenomena of the types which can be expected in public low voltage power supply systems, for guidance in the definition of:

- the limits to be set for ~~disturbance~~ ~~conducted~~ emissions into public power supply systems (including the planning levels defined in 3.1.5).
- the immunity limits to be set by product committees and others for the equipment exposed to the conducted ~~disturbances~~ ~~electromagnetic phenomena~~ present in public power supply systems.

NOTE More information on compatibility levels and other main basic EMC concepts is given in IEC TR 61000-1-1.

The ~~disturbance~~ ~~electromagnetic~~ phenomena considered are:

- voltage fluctuations and flicker;
- harmonics up to and including order ~~50~~ 40;
- interharmonics up to the ~~50~~ 40th harmonic;
- voltage distortions ~~in differential mode~~ at higher frequencies (above the ~~50~~ 40th harmonic up to 150 kHz);
- voltage dips and short supply interruptions;
- voltage unbalance;
- transient overvoltages;
- power frequency variation;
- d.c. components;
- signals from mains ~~signalling~~ communicating systems (MCS).

Most of these phenomena are described in IEC TR 61000-2-1. In cases where it is not yet possible to establish compatibility levels, some information is provided in Annex B.

2 Normative references

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

IEC 60050-101, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 101: Mathematics*

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

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC/TR3 61000-2-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A*

IEC 61000-3-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 8: Signalling on low-voltage electrical installations – Emission levels, frequency bands and electromagnetic disturbance levels*

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*

CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-2-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 61000, the definitions given in IEC 60050-101, IEC 60050-161 and its amendments 1 and 2, as well as the following, apply.

3.1 General definitions

3.1.1

(electromagnetic) disturbance

any electromagnetic phenomenon which, by being present in the electromagnetic environment, can cause electrical equipment to depart from its intended performance

[IEV 161-01-05, modified]

3.1.2

disturbance level

the amount or magnitude of an electromagnetic disturbance, measured and evaluated in a specified way

[IEV 161-03-01, modified]

3.1.3

electromagnetic compatibility

EMC (abbreviation)

the ability of an equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment

NOTE 1 Electromagnetic compatibility is a condition of the electromagnetic environment such that, for every phenomenon, the disturbance emission level is sufficiently low and immunity levels are sufficiently high so that all devices, equipment and systems operate as intended.

NOTE 2 Electromagnetic compatibility is achieved only if emission and immunity levels are controlled such that the immunity levels of the devices equipment and systems at any location are not exceeded by the disturbance level at that location resulting from the cumulative emissions of all sources and other factors such as circuit impedances. Conventionally, compatibility is said to exist if the probability of the departure from intended performance is sufficiently low. See 61000-2-1 clause 4.

NOTE 3 Where the context requires it, compatibility may be understood to refer to a single disturbance or class of disturbances.

NOTE 4 Electromagnetic compatibility is a term used also to describe the field of study of the adverse electromagnetic effects which devices, equipment and systems undergo from each other or from electromagnetic phenomena.

[IEV 161-01-07, modified]

3.1.4

(electromagnetic) compatibility level

the specified electromagnetic disturbance level used as a reference level in a specified environment for co-ordination in the setting of emission and immunity limits

NOTE By convention, the compatibility level is chosen so that there is only a small probability that it will be exceeded by the actual disturbance level.

[IEV 161-03-10, modified]

3.1.5

planning level

a level of a particular disturbance in a particular environment, adopted as a reference value for the limits to be set for the emissions from large loads and installations, in order to co-ordinate those limits with all the limits adopted for equipment intended to be connected to the power supply system

NOTE The planning level is locally specific, and is adopted by those responsible for planning and operating the power supply network in the relevant area. For further information, see Annex A.

3.1.6

point of common coupling

PCC (abbreviation)

the point on a public power supply network, electrically nearest to a particular load, at which other loads are, or could be, connected

[IEV 161-07-15 modified]

3.1.7

non-intentional emission

conducted emission which is not intended for communication purposes

Note 1 to entry: For the purposes of this document, non-intentional emissions only refer to conducted phenomena.

3.1.8

mains communicating system

MCS

electrical system using mains power lines to transmit information signals, either on the public electricity distribution network or within installations of network users

3.1.9

differential mode voltage

voltage in differential mode

voltage between any two phase conductors or between any phase conductor and the neutral conductor

Note 1 to entry: The voltage distortion in differential mode is the distortion of the voltage in differential mode.

3.1.10

unsymmetrical voltage

voltage between any mains conductor (phase or neutral) and the earth

3.2 Phenomena related definitions

The definitions below that relate to harmonics are based on the analysis of system voltages or currents by the discrete Fourier transform method (DFT). This is the practical application of the Fourier transform as defined in IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV. See annex B.

NOTE The Fourier transform of a function of time, whether periodic or non-periodic, is a function in the frequency domain and is referred to as the frequency spectrum of the time function, or simply spectrum. If the time function is periodic, the spectrum is constituted of discrete lines (or components). If the time function is not periodic, the spectrum is a continuous function, indicating components at all frequencies.

Other definitions related to harmonics or interharmonics are given in the IEC and other standards. Some of those other definitions, although not used in this standard, are discussed in annex B.

3.2.1

fundamental frequency

a frequency in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function, to which all the frequencies of the spectrum are referred. For the purpose of this standard, the fundamental frequency is the same as the power supply frequency

[IEV 101-14-50, modified]

NOTE 1 In the case of a periodic function, the fundamental frequency is generally equal to the frequency of the function itself. (See B.1).

NOTE 2 In case of any remaining risk of ambiguity, the power supply frequency should be referred to the polarity and speed of rotation of the synchronous generator(s) feeding the system.

3.2.2

fundamental component

the component whose frequency is the fundamental frequency

3.2.3**harmonic frequency**

a frequency which is an integer multiple of the fundamental frequency. The ratio of the harmonic frequency to the fundamental frequency is the *harmonic order* (recommended notation: *h*)

3.2.4**harmonic component**

any of the components having a harmonic frequency. Its value is normally expressed as an r.m.s. value

For brevity, such a component may be referred to simply as an harmonic.

3.2.5**interharmonic frequency**

any frequency which is not an integer multiple of the fundamental frequency

NOTE 1 By extension from *harmonic order*, the *interharmonic order* is the ratio of an interharmonic frequency to the fundamental frequency. This ratio is not an integer. (Recommended notation : *m*)

NOTE 2 In the case where $m < 1$ the term *subharmonic frequency* may be used.

3.2.6**interharmonic component**

a component having an interharmonic frequency. Its value is normally expressed as an r.m.s. value

For brevity, such a component may be referred to simply as an “*interharmonic*”.

NOTE For the purpose of this standard and as stated in IEC 61000-4-7, the time window has a width of 10 fundamental periods (50 Hz systems) or 12 fundamental periods (60 Hz systems), i.e. approximately 200 ms. The frequency interval between two consecutive interharmonic components is, therefore, approximately 5 Hz.

3.2.7**total harmonic distortion****(THD)**

the ratio of the r.m.s. value of the sum of all the harmonic components up to a specified order (recommended notation: *H*) to the r.m.s. value of the fundamental component

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

where

Q represents either current or voltage

Q_1 is the r.m.s. value of the fundamental component

h is the harmonic order

Q_h is the r.m.s. value of the harmonic component of order h

H is generally equal to ~~50~~ 40, but equal to 25 when the risk of resonance at higher orders is low.

NOTE *THD* takes account of harmonics only. In the case where interharmonics are to be included, see B.1.2.1.

3.2.8

voltage unbalance (imbalance)

a condition in a polyphase system in which the r.m.s. values of the line-to-line voltages (fundamental component), or the phase angles between consecutive line voltages, are not all equal. The degree of the inequality is usually expressed as the ratios of the negative and zero sequence components to the positive sequence component

[IEV 161-08-09 modified]

NOTE 1 In this standard, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems and negative phase sequence only.

NOTE 2 Several approximations give reasonably accurate results for the levels of unbalance normally encountered (ratio of negative to positive sequence components), e.g.:

$$\text{voltage unbalance} = \sqrt{\frac{6 \times (U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)}{(U_{12} + U_{23} + U_{31})^2} - 2}$$

Where U_{12} , U_{23} and U_{31} are the three line-to-line voltages.

4 Compatibility levels

4.1 General comment

The following subclauses set down compatibility levels for the various disturbances on an individual basis only. However, the electromagnetic environment usually contains several disturbances simultaneously, and the performance of some equipment can be degraded by particular combinations of disturbances. See Annex A.

4.2 Voltage fluctuations and flicker

Voltage fluctuations on low voltage networks are produced by fluctuating loads, operation of transformer tap changers and other operational adjustments of the supply system or equipment connected to it.

In normal circumstances the value of rapid voltage changes is limited to 3 % of nominal supply voltage. However step voltage changes exceeding 3 % can occur infrequently on the public supply network.

Furthermore, following exceptional load changes or switching operations, voltage excursions outside the normal operational tolerances (for example ± 10 % of the declared supply voltage) are possible for a few tens of seconds until on-load tap-changers on the high voltage-medium voltage transformers have operated.

Voltage fluctuations in low voltage networks can cause flicker. Flicker severity is measured in accordance with IEC 61000-4-15 and assessed in accordance with IEC 61000-3-3. Flicker severity is calculated with respect to both short and long term effects.

The short term severity level, denoted by P_{st} , is determined for a 10-minute period. Figure 1 shows the threshold curve of permissible flicker for standard lamps, arising from rectangular voltage changes at different repetition rates. This curve corresponds to $P_{st} = 1$.

The severity of flicker resulting from non-rectangular voltage fluctuations may be found either by measurement with a flickermeter or by the application of correction factors, as indicated in IEC standard 61000-3-3.

The long-term severity level, denoted by P_{lt} , is calculated for a two-hour period. It is derived as follows from the values of P_{st} for 12 consecutive 10-minute periods.

$$P_{lt} = 3 \sqrt{\frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3}$$

where P_{sti} ($i = 1, 2, \dots, 12$) are 12 consecutive values of P_{st} (See IEC 61000-4-15)

Compatibility levels are as follows:

short-term: $P_{st} = 1$;

long-term: $P_{lt} = 0,8$.

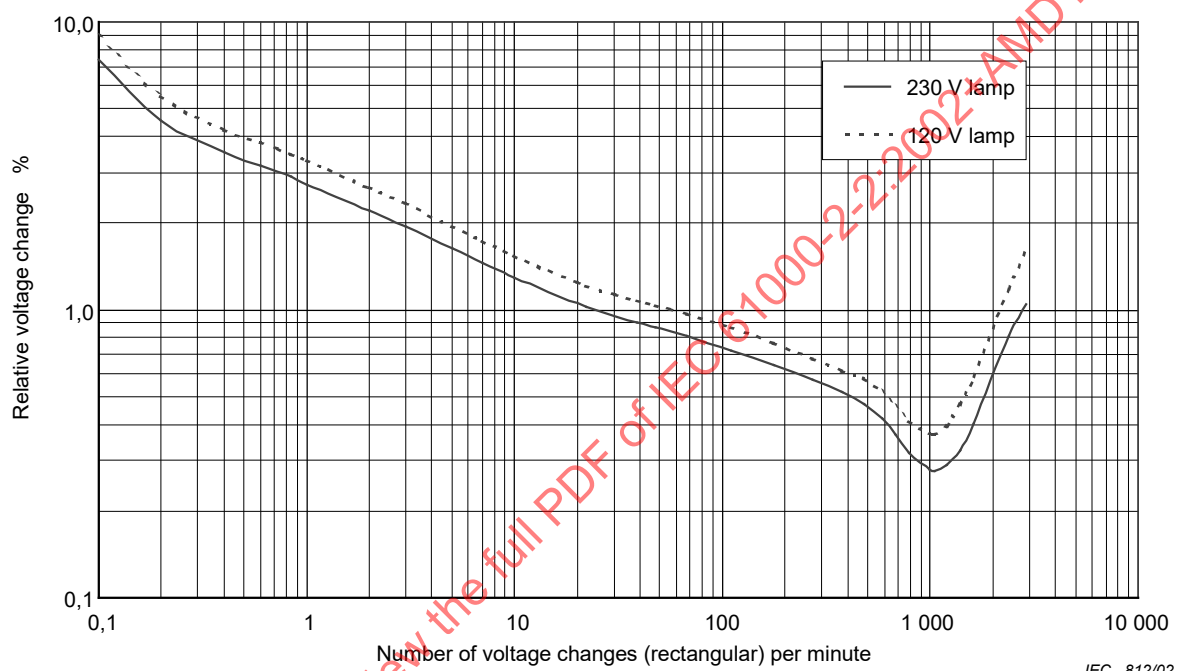


Figure 1 – Flicker - Curve of equal severity ($P_{st} = 1$) for rectangular voltage changes on LV power supply systems.

4.3 Harmonics

In specifying compatibility levels for harmonics, two facts must be considered. One is the increase of the number of harmonic sources. The other is the decrease of the proportion of purely resistive loads (heating loads), which function as damping elements, in relation to the overall load. Therefore increasing harmonic levels are to be expected in power supply systems until the sources of harmonic emissions are brought under effective limits.

The compatibility levels in this standard shall be understood to relate to quasi-stationary or steady-state harmonics, and are given as reference values for both long-term effects and very short-term effects.

- The long-term effects relate mainly to thermal effects on cables, transformers, motors, capacitors, etc. They arise from harmonic levels that are sustained for 10 min or more.
- Very short-term effects relate mainly to disturbing effects on electronic devices that may be susceptible to harmonic levels sustained for 3 seconds or less. Transients are not included.

With reference to long-term effects the compatibility levels for individual harmonic components of the voltage are given in Table 1. The corresponding compatibility level for the total harmonic distortion is $THD = 8 \%$.

Table 1 – Compatibility levels for individual harmonic voltages in low voltage networks
(r.m.s. values as percent of r.m.s. value of the fundamental component)

Odd harmonics non-multiple of 3		Odd harmonics multiple of 3 ^a		Even harmonics	
Harmonic Order h	Harmonic Voltage %	Harmonic Order h	Harmonic Voltage %	Harmonic Order h	Harmonic Voltage %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,4	6	0,5
13	3	21	0,3	8	0,5
$17 \leq h \leq 49$ 37	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$21 < h \leq 45$ 39	0,2	$10 \leq h \leq 50$ 40	$0,25 \times (10/h) + 0,25$
^a The levels given for odd harmonics that are multiples of three apply to zero sequence harmonics. Also, on a three-phase network without a neutral conductor or without load connected between line and ground, the values of the 3rd and 9th harmonics may be much lower than the compatibility levels, depending on the unbalance of the system.					

With reference to very short-term effects, the compatibility levels for individual harmonic components of the voltage are the values given in table 1, multiplied by a factor k , where k is calculated as follows:

$$k = 1,3 + \frac{0,7}{45} \times (h - 5)$$

The corresponding compatibility level for the total harmonic distortion is $THD = 11 \%$.

NOTE Commutation notches, in so far as they contribute to harmonic levels in the supply voltage, are covered by the compatibility levels given above. In relation to their other effects, however, including their influence on the commutation of other converters and their effects on other equipment involving the higher order harmonic components, a time-domain description is required, see the relevant product standard.

4.4 Interharmonics

Knowledge of the electromagnetic disturbance involved in interharmonic voltages is still developing. See annex B for further discussion.

In this standard compatibility levels are given only for the case of an interharmonic voltage occurring at a frequency close to the fundamental frequency (50 Hz or 60 Hz), resulting in amplitude modulation of the supply voltage.

In these conditions certain loads that are sensitive to the square of the voltage, especially lighting devices, exhibit a beat effect, resulting in flicker (see 4.2). The beat frequency is the difference between the frequencies of the two coincident voltages, i.e. between the interharmonic and fundamental frequencies.

The compatibility level for a single interharmonic voltage in the above case, expressed as the ratio of its amplitude to that of the fundamental, is shown in figure 2 as a function of the beat frequency. As in 4.2, it is based on a flicker level of $P_{st} = 1$ for lamps operated at 120 V and 230 V. (Measurements often show several interharmonics to be present).

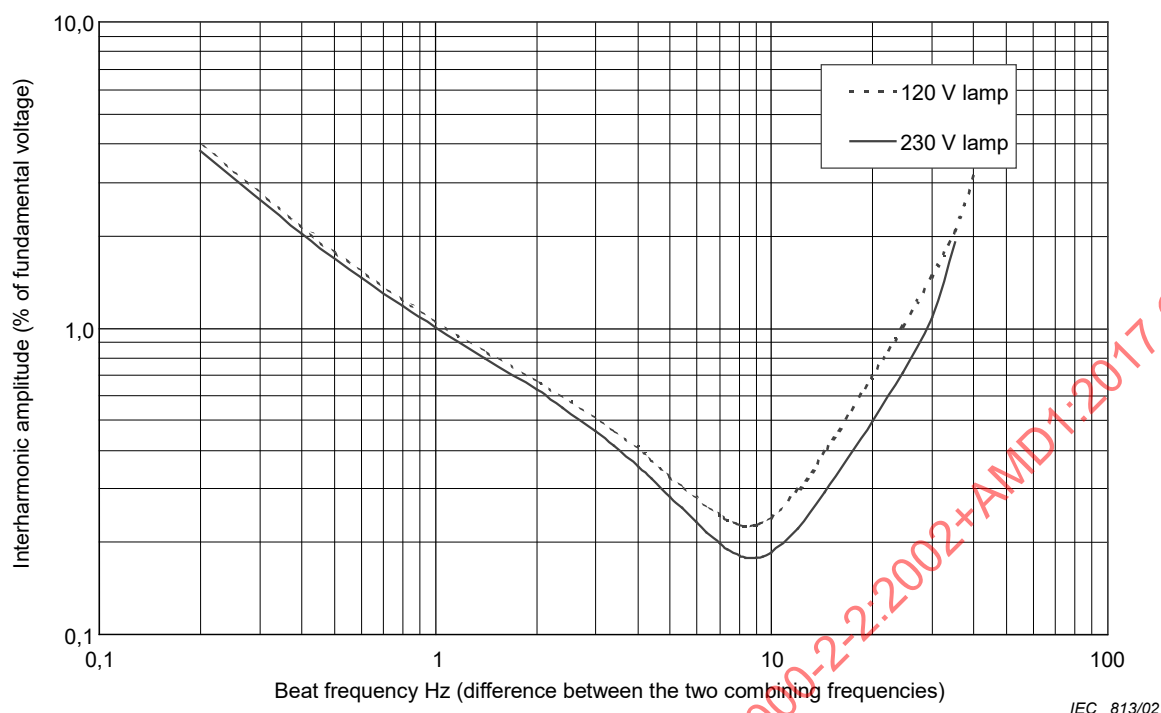


Figure 2 – Compatibility level for interharmonic voltages relating to flicker (beat effect)

NOTE 1 A similar situation is possible when there is an appreciable level of voltage at a harmonic frequency (particularly of order 3 or 5) coincident with an interharmonic voltage at a nearby frequency. In this case the effect should also be assessed in accordance with figure 2, with the amplitude given by the product of the relative amplitudes of the harmonic and interharmonic voltages giving rise to the beat frequency. The result is rarely significant.

NOTE 2 Below interharmonic order 0,2 compatibility levels are determined by similar flicker requirements. For this purpose the flicker severity should be calculated in accordance with annex A of IEC 61000-3-7 using the shape factor given for periodic and sinusoidal voltage fluctuations. The conservative value of the shape factor is 0,8 for $0,04 < m \leq 0,2$, and 0,4 for $m \leq 0,04$.

4.11 Voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz

In this document, voltage distortion above the 40th harmonic up to 9 kHz is considered in relation to long-term effects, i.e. for a duration of 10 min or longer.

In the case of voltage distortion at frequencies above the 40th harmonic, it is generally not relevant whether they are at harmonic or interharmonic frequencies. They can occur both at discrete frequencies and in relatively broad bands of frequencies.

The compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic (exclusive) up to 9 kHz are given in Table 2. These compatibility levels are related to voltage distortion levels between any two phase conductors or between any phase conductor and the neutral conductor, in a bandwidth of 200 Hz, defined as follows:

$$u_{b,F} = \frac{100}{U_1} \times \sqrt{\sum_{n=1-(100/\Delta f)}^{100/\Delta f} U^2(F + n \cdot \Delta f)}$$

where

F (in Hz) is the centre frequency of the 200 Hz band under consideration (F is between 2 100 Hz and 8 900 Hz for 50 Hz systems and between 2 500 Hz and 8 900 Hz for 60 Hz systems);

$u_{b,F}$ is the voltage distortion level in the bandwidth of 200 Hz around centre frequency F (expressed in percent of the fundamental component of the voltage U_1);

U_1 (in V) is the r.m.s. value of the fundamental component of the voltage;

$U(F + n \cdot \Delta f)$ (in V) is the r.m.s. value of the component of the voltage at frequency $f = F + n \cdot \Delta f$ measured with the frequency resolution of Δf (in Hz).

NOTE 1 The 200 Hz bandwidth has been chosen such that it is in accordance with the bandwidth specified in CISPR 16-1-1 for frequencies above 9 kHz.

Table 2 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode $u_{b,F}$ above the 40th harmonic up to 9 kHz

Frequency range kHz	Compatibility levels %
2 (2,4) ^a to 3	1,4
3 to 9	1,4 to 0,65 ^b
^a The frequency range is 2 kHz to 3 kHz for 50 Hz systems and 2,4 kHz to 3 kHz for 60 Hz systems. ^b The logarithm of the level decreases linearly with the logarithm of the frequency in the range 3 kHz to 9 kHz.	

These compatibility levels are reference levels for EMC coordination in the setting of emission limits in differential mode for non-intentional emissions.

NOTE 2 Based on the following assumptions, an emission margin equal to or higher than 3 dB between the equipment emission limits in differential mode for non-intentional emissions and the corresponding compatibility levels is sufficient:

- for each bandwidth of 200 Hz, the probability that the compatibility level is exceeded is lower than 5 %;
- at a given location, the disturbance level in a same bandwidth of 200 Hz does not result from more than two pieces of equipment generating non-intentional emissions close to the emission limit at the same time;
- non-intentional emissions from different equipment are generated independently from each other.

For EMC coordination in the setting of immunity requirements for equipment, the compatibility levels for non-intentional emissions given in Table 2 are reference levels which should be taken into account together with the compatibility levels for MCS signals given in 4.10.2 and 4.10.3.

4.12 Voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 150 kHz

4.12.1 General

In this document, voltage distortion from 9 kHz to 150 kHz is considered in relation to long-term effects, i.e. for a duration of 10 min or longer.

The compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 150 kHz, given in 4.12.2 and 4.12.3, are related to disturbance levels between any phase conductor and the

neutral conductor measured with a quasi-peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

These compatibility levels for voltage distortion are reference levels for EMC coordination in the setting of emission limits in differential mode for non-intentional emissions. However, if the emission limits are related to voltage distortion levels measured between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages) in accordance with CISPR 16-2-1, the reference levels for EMC coordination in the setting of emission limits for unsymmetrical voltage distortion are 6 dB lower than the compatibility levels given in 4.12.2 and 4.12.3 for voltage distortion in differential mode.

NOTE Based on the following assumptions, an emission margin equal to or higher than 3 dB between the equipment emission limits in differential mode for non-intentional emissions and the corresponding compatibility levels, or a difference equal to or higher than 9 dB (3 dB for the emission margin + 6 dB for the conversion factor between the unsymmetrical voltages and the voltage in differential mode) between the equipment emission limits for unsymmetrical voltage distortion and the compatibility levels in differential mode given in 4.12.2 and 4.12.3, is sufficient:

- for each bandwidth of 200 Hz, the probability that the compatibility level is exceeded is lower than 5 %;
- at a given location, the disturbance level in a same bandwidth of 200 Hz does not result from more than two pieces of equipment generating non-intentional emissions close to the emission limit at the same time;
- non-intentional emissions from different equipment are generated independently from each other.

For EMC coordination in the setting of immunity requirements for equipment, the compatibility levels for non-intentional emissions given in 4.12 are reference levels which should be taken into account together with the compatibility levels for MCS signals given in 4.10.4 and 4.10.5.

4.12.2 Frequency range from 9 kHz to 30 kHz

The compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 30 kHz are given in Table 3.

**Table 3 – Compatibility levels for voltage distortion
in differential mode from 9 kHz to 30 kHz^a**

Frequency range kHz	Compatibility levels dB(μV)
9 to 30	129,5 to 122 ^b
^a For EMC coordination in the setting of emission limits for unsymmetrical voltage distortion, see 4.12.1.	
^b The level decreases linearly with the logarithm of the frequency in the range 9 kHz to 30 kHz.	

4.12.3 Frequency range from 30 kHz to 150 kHz

(Under consideration)

4.5 Voltage dips and short supply interruptions

For a discussion of these phenomena, see annex B and IEC 61000-2-8.

4.6 Voltage unbalance

In this standard, voltage unbalance is considered in relation to long term effects, i.e. for durations of 10 min or longer. In this standard, voltage unbalance is considered only in relation to the negative phase sequence component, this being the component relevant to possible interference with equipment connected to public low voltage distribution systems.

NOTE For systems with the neutral point directly connected to earth, the zero-sequence unbalance ratio can be relevant.

The voltage unbalance caused by a single-phase load connected line-to-line is in practice equal to the ratio of the load power to the network three-phase short circuit power.

The compatibility level for unbalance is a negative sequence component of 2 % of the positive sequence component. In some areas, especially where it is the practice to connect large single-phase loads, values up to 3 % may occur.

4.7 Transient overvoltages

For a discussion of these phenomena, see annex B.

Having regard to the differences, in respect of amplitude and energy content, between transient overvoltages of different origins (mainly lightning and switching surges), a compatibility level is not specified. For insulation co-ordination, see IEC 60664-1.

4.8 Temporary power frequency variation

In public power supply systems the frequency is maintained as close as possible to the nominal frequency, but the extent to which that is possible depends mainly on the aggregate size of the systems which are interconnected synchronously. For the most part, the range is within 1 Hz of the nominal frequency. Where synchronous interconnection is implemented on a continental scale, the variation is usually very much less. Island systems, not synchronously connected to large systems, can undergo somewhat greater variation.

The compatibility level for the temporary variation of frequency from the nominal frequency is ± 1 Hz.

The steady-state deviation of frequency from the nominal frequency is much less.

NOTE For some equipment the rate of change of frequency is significant.

4.9 DC component

The voltage of public power supply systems covered by this standard does not normally have a d.c. component at a significant level. That can arise, however, when certain non-symmetrically controlled loads are connected. Uncontrollable events such as geomagnetic storms are discounted.

The critical point is the level of d.c. current. The value of the d.c. voltage depends upon not only d.c. current but also other factors, especially the resistance of the network at the point to be considered. Therefore a compatibility level for the d.c. voltage is not specified. See annex B.

4.10 Signals from mains-signalling communicating systems up to 150 kHz

4.10.1 General

Although public networks are intended primarily for the supply of electric energy to customers, the suppliers also use them for the transmission of signals for network management purposes such as the control of some categories of load. These networks are not used for the transmission of signals between private users.

~~Technically, mains signalling is a source of interharmonic voltages, see 4.4 and annex B. In this case, however, the signal voltage is intentionally impressed on a selected part of the supply system. The voltage and frequency of the emitted signal are pre-determined, and the signal is transmitted at particular times.~~

~~For co-ordination of the immunity of equipment connected to networks on which mains signals exist, the voltage levels of these signals need to be taken into account.~~

~~The design of mains signalling systems should meet three objectives:~~

- ~~— to assure compatibility between neighbouring installations;~~
- ~~— to avoid interference with the mains signalling system and its elements by equipment on or connected to the network;~~
- ~~— to prevent the mains signalling system from disturbing equipment on or connected to the network.~~

~~Four types of mains signalling systems are described in clause 10 of IEC 61000-2-1. (The frequency ranges mentioned are nominal and are a matter of common practice).~~

Technically, MCS signals are intentionally impressed on a selected part of the supply system. The voltages and frequencies of the emitted signal are pre-determined, and the signal is transmitted at particular times.

For EMC co-ordination in the setting of immunity requirements for equipment connected to networks where an MCS is operated, the compatibility levels for MCS signals given in 4.10.2 to 4.10.5 are reference levels which should be taken into account together with the compatibility levels for non-intentional emissions defined in 4.3, 4.4, 4.11 and 4.12.

The design of MCSs should meet three objectives:

- ensure compatibility between neighbouring MCSs;
- prevent the MCS from being disturbed by other equipment connected to the network;
- prevent the MCSs from disturbing other equipment connected to the network.

The compatibility levels for MCS signals in the different frequency bands are given in 4.10.2 to 4.10.5.

4.10.2 Ripple control systems (110 Hz to 3 000 Hz)

Ripple control signals are transmitted as a sequence of pulses, each pulse having a duration in the range of 0,1 s to 7 s, and the duration of the entire sequence ranging from 6 s to 180 s. More usually, the pulse duration is about 0,5 s, and the sequence duration is about 30 s.

Generally, these systems operate in the frequency range of 110 Hz to 3000 Hz. The value of the injected sine wave signal is in the region of 2 % to 5 % of the nominal supply voltage, depending on local practice, but resonance can cause levels to rise to 9 %. On more recently installed systems the signals usually are in the range of 110 Hz to 500 Hz.

~~In some countries the so-called Meister curve, given in figure 3, is officially recognised. Where the Meister curve is not applied, the amplitudes of the injected signals should not exceed the levels given in table 1 for odd harmonics (non-multiple of 3).~~

The compatibility levels for ripple control signals are given by the so-called Meister curve in Figure 3, where U_s/U_n is the signal level (U_s) expressed in percent of the nominal voltage (U_n) of the power supply system.

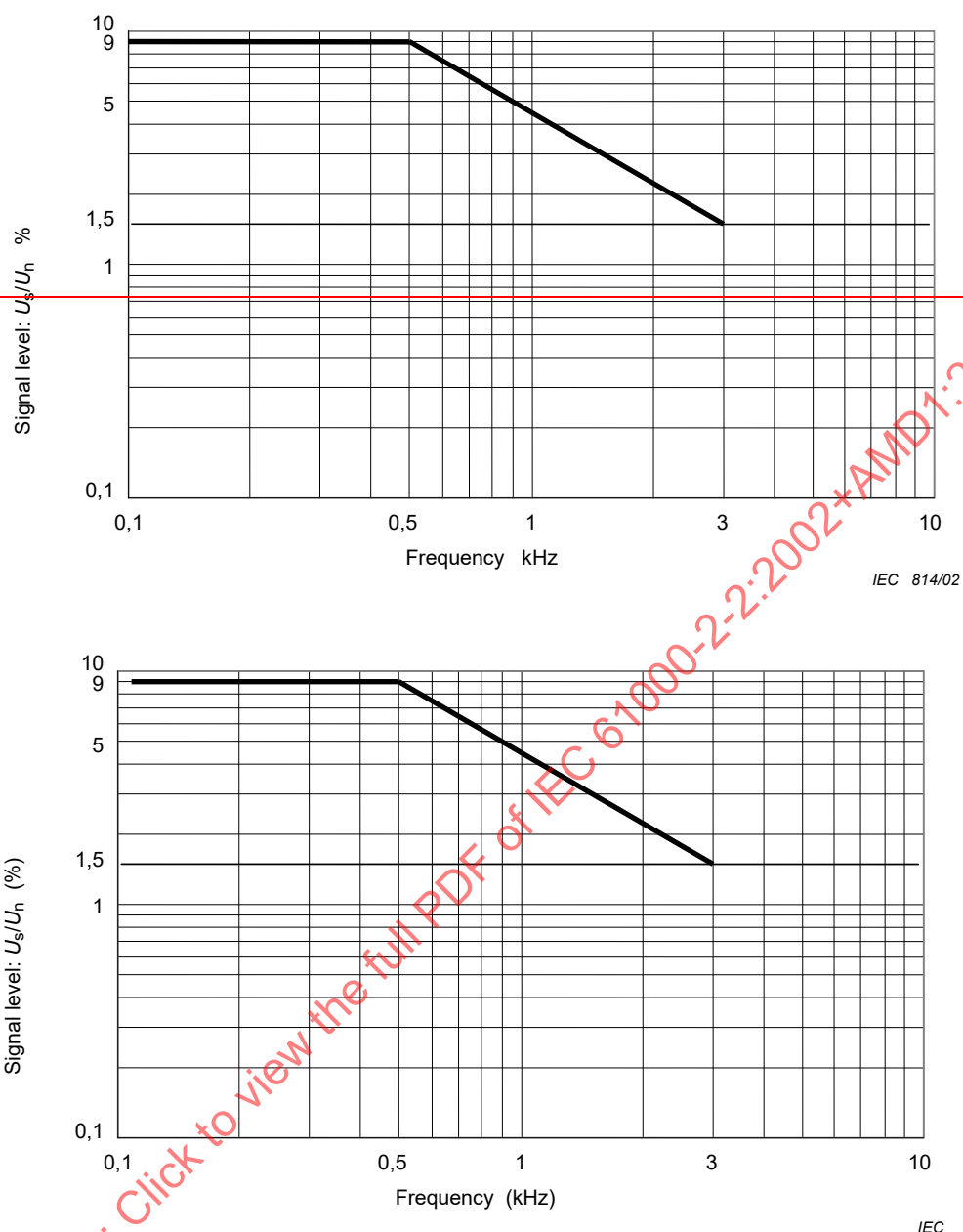


Figure 3 – Meister curve for ripple control systems in public networks
(100 110 Hz to 3 000 Hz)

4.10.3 Medium-frequency power line carrier systems (3 kHz to 20 kHz)
Mains communicating systems (band 3 kHz up to 9 kHz)

(Under consideration)

The compatibility level for MCS signals in the frequency band from 3 kHz to 9 kHz is equal to 140 dB(μV). This compatibility level is related to MCS signal levels between any phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) measured with a peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

NOTE MCS signals are emitted in differential mode. Therefore, the MCS signal levels between one phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) are 6 dB higher than the MCS signal levels measured in accordance with IEC 61000-3-8 between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages). As in principle there is only one signal source operating at a given time, the additional

emission margin of 3 dB (see the note in 4.12.1) is not necessary here, and the compatibility level in differential mode given in 4.10.3 is just 6 dB higher than the maximum output signal level defined in IEC 61000-3-8.

4.10.4 ~~Radio-frequency power-line carrier systems (20 kHz to 148,5 kHz)~~ Mains communicating systems (band 9 kHz up to 95 kHz)

~~(Under consideration)~~

The compatibility level for MCS signals in the frequency band from 9 kHz to 95 kHz is equal to 140 dB(μV) at 9 kHz decreasing linearly with the logarithm of the frequency to 126 dB(μV) at 95 kHz. This compatibility level is related to MCS signal levels between any phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) measured with a peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

NOTE MCS signals are emitted in differential mode. Therefore, the MCS signal levels between one phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) are 6 dB higher than the MCS signal levels measured in accordance with IEC 61000-3-8 between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages). As in principle there is only one signal source operating at a given time, the additional emission margin of 3 dB (see the note in 4.12.1) is not necessary here, and the compatibility level in differential mode given in 4.10.4 is just 6 dB higher than the maximum output signal level defined in IEC 61000-3-8.

4.10.5 ~~Mains-mark systems~~ Mains communicating systems (band 95 kHz up to 150 kHz)

~~Because of the different characteristics of the various systems, no general guidance can be given and it is for manufacturers to ensure compatibility between their systems and the supply network.~~

The compatibility level for MCS signals in the frequency band from 95 kHz to 150 kHz is equal to 128 dB(μV). This compatibility level is related to MCS signal levels between any phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) measured with a peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

NOTE 1 MCS signals are emitted in differential mode. Therefore, the MCS signal levels between one phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) are 6 dB higher than the MCS signal levels measured in accordance with IEC 61000-3-8 between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages). As in principle there is only one signal source operating at a given time in the same bandwidth of 200 Hz, the additional emission margin of 3 dB (see the note in 4.12.1) is not necessary here, and the compatibility level in differential mode given in 4.10.5 is just 6 dB higher than the maximum output signal level defined in EN 50065-1.

NOTE 2 The frequency band from 95 kHz to 150 kHz consists of three sub-bands, 95 kHz to 125 kHz, 125 kHz to 140 kHz and 140 kHz to 150 kHz, with different signal requirements.

Annex A **(informative)**

The function of compatibility levels and planning levels in EMC

A.1 The need for compatibility levels

Electromagnetic compatibility (EMC) is concerned with the possible degradation of the performance of electrical and electronic equipment due to the disturbances present in the electromagnetic environment in which the equipment operates. For compatibility, there are two essential requirements:

- the emission of disturbances into the electromagnetic environment must be maintained below a level that would cause an unacceptable degradation of the performance of equipment operating in that environment;
- all equipment operating in the electromagnetic environment must have sufficient immunity from all disturbances at the levels at which they exist in the environment.

Limits for emission and immunity cannot be set independently of each other. Clearly, the more effectively emissions are controlled, the less restrictive are the immunity demands that have to be placed on equipment. Similarly, if equipment is highly immune, there is less need for stringent limits on the emission of disturbances.

There is a requirement, therefore, for close co-ordination between the limits adopted for emission and immunity. That is the principal function of the compatibility levels specified in this standard.

The disturbance phenomena covered are those that are conducted on the low voltage networks of public a.c. power supply systems. In effect, the supply system, which is intended to be the channel through which electrical energy is conveyed from the generating stations to the utilising equipment, also, unintentionally, is made the channel through which electromagnetic disturbances are conveyed from their sources to the equipment affected by them.

Three considerations have been borne in mind in setting the compatibility level for each phenomenon:

- the compatibility level is the level of the disturbance which can be expected in the environment, allowing for a small probability (< 5 %) of its being exceeded. For some disturbance phenomena severity levels are rising, and therefore a long-term perspective is required;
- it is a disturbance level which can be maintained by implementing practicable limits on emissions;
- it is the level of disturbance from which, with a suitable margin, equipment operating in the relevant environment must have immunity.

A.2 Relation between compatibility level and immunity levels

For each disturbance phenomenon, the compatibility level must be recognised as the level of severity which can exist in the relevant environment. All equipment intended for operation in that environment requires to have immunity at least at that level of disturbance. Normally a margin will be provided between the compatibility and immunity levels, appropriate to the equipment concerned.

Moreover, the compatibility levels have been set for the individual disturbance phenomena, and, in the case of harmonics and interharmonics, for individual frequencies. It must be recognised, however, that it is normal for several disturbance phenomena to coexist in the environment, and that it is possible that the performance of some equipment can be degraded by a particular combination of disturbances, although each is at a level less than the compatibility level.

For example, in the case of harmonics and interharmonics, certain combinations of frequency, magnitude, and phasing can substantially alter the magnitude of the voltage peak and/or the point of zero crossing. Further complications can be added by the presence of other disturbances.

Because the number of permutations is infinite, it is not possible to set compatibility levels for combinations of disturbances.

Therefore if, within the compatibility levels, there is some combination of disturbances which could degrade the performance of a particular product, that combination needs to be identified for the product concerned, so that its immunity requirements can be considered accordingly.

A.3 Relation between compatibility level and emission limits

It must first be noted that some disturbances have their sources in atmospheric phenomena, especially lightning, or in the normal and unavoidable response of a well-designed supply system to electrical faults or to the switching of load or of particular devices. The principal disturbances in this category are transient overvoltages, voltage dips and short supply interruptions. Emission limits cannot be assigned for these phenomena, since the emission sources are largely uncontrollable. In this case, the compatibility level is intended to reflect the level of severity which can be expected in practice.

Many disturbances, however, have their sources in the equipment by which the public electricity supply is utilised, or, to a small extent, in equipment forming part of the supply system itself. The disturbance arises when such equipment draws a current which is not a regular or constant function of the voltage supplied, but contains abrupt variations or fails to follow the complete cycle of the voltage waveform. These irregular currents flow through the impedances of the supply networks and create corresponding irregularities in the voltage.

Although reduction of some of the network impedances is sometimes considered in order to mitigate the effects of a specific source of disturbance, the general case is that they are fixed, largely on the basis of voltage regulation and other considerations not concerned with disturbance mitigation.

The voltage irregularities, in turn, are conducted to other equipment, some of which they can disturb. The severity levels at which they reach the other equipment depend on the types of equipment which form the sources of the emissions, the number and location of such sources operating at any given time, and on how the emissions from these diverse sources combine together to yield particular levels of disturbance at particular locations. These levels should not exceed the compatibility level.

Therefore, emission limits have a more complex relation with the compatibility level than immunity levels. Not only are the sources of emission highly diverse, but also, especially in the case of low-frequency disturbances, any source to which a limit is to be applied is only one of many sources combining together to produce the environmental disturbance level represented by the compatibility level. Moreover, many emission limits are expressed in terms of current, although the compatibility levels are expressed in terms of voltage for most types of disturbances. This makes it necessary to consider network impedances.

Nevertheless, the objective of setting emission limits is to ensure that actual disturbance levels will not exceed the compatibility level, apart from the low-probability events that are accepted in EMC.

This means that emission limits for equipment of any particular type cannot be established independently, but must, for each disturbance phenomenon, be co-ordinated with the limits set for all other sources of the same disturbance. The co-ordination must be such that when all sources comply with their individual limits, and are acting together to the degree that can be expected in the relevant environment, the resulting disturbance level is less than the compatibility level.

The sources of emission are extremely diverse, but it is useful to divide them into two broad categories:

- **Large equipment and installations:** at one time these were almost the only significant sources of low-frequency emissions such as harmonics and voltage fluctuations. The important point relating to them is that they are always brought to the attention of the electricity supplier, who therefore has the opportunity, together with the operator or owner of the disturbing equipment, to devise an operating regime intended to maintain emissions within acceptable limits, and a method of supply which can ensure that emissions within those limits are unlikely to disturb other equipment connected to the supply network. This solution is specific to the location involved.
- **Small equipment:** to an ever increasing extent equipment of relatively low power, widely used in domestic, commercial and the smaller industrial premises, is the source of high levels of low frequency disturbances. This equipment is purchased on the open market and is generally installed and operated without reference to the electricity supplier. The emissions from any single piece of equipment are small in absolute terms, but the total number connected is very large and may account for 50 % of system demand. Moreover, for much of this equipment the emissions are large relative to the rated power. Therefore this type of equipment has become a large and increasing source of low frequency disturbances. The only feasible method of controlling these emissions is to ensure that the equipment is designed and manufactured in compliance with appropriate emission limits.

Thus, in order to maintain the compatibility level as a true indication of the maximum probable level of disturbance in the electromagnetic environment, it is necessary to co-ordinate in a coherent manner the emission limits adopted for this wide range of products, including both the larger installations which are brought to the notice of the electricity supplier and the smaller equipment which the user installs at his own discretion.

NOTE Installations which are considered specifically by the electricity supplier may contain large numbers of low power professional equipment. In that case, however, emissions are considered in relation to the installation as a whole, without imposing limits on the individual items.

A.4 Planning levels

For large loads and installations those responsible for the power supply system have a particular role. In determining the appropriate emission limits for such installations they use the concept of planning level, as defined in 3.1.5.

Planning levels are relevant primarily to medium voltage and higher voltage networks. However, low frequency conducted disturbances pass in both directions between low voltage and the higher voltage networks. The co-ordination of emission limits must take account of all voltage levels.

The use of planning levels is described in IEC/TR3 61000-3-6 and IEC/TR3 61000-3-7. The important points are:

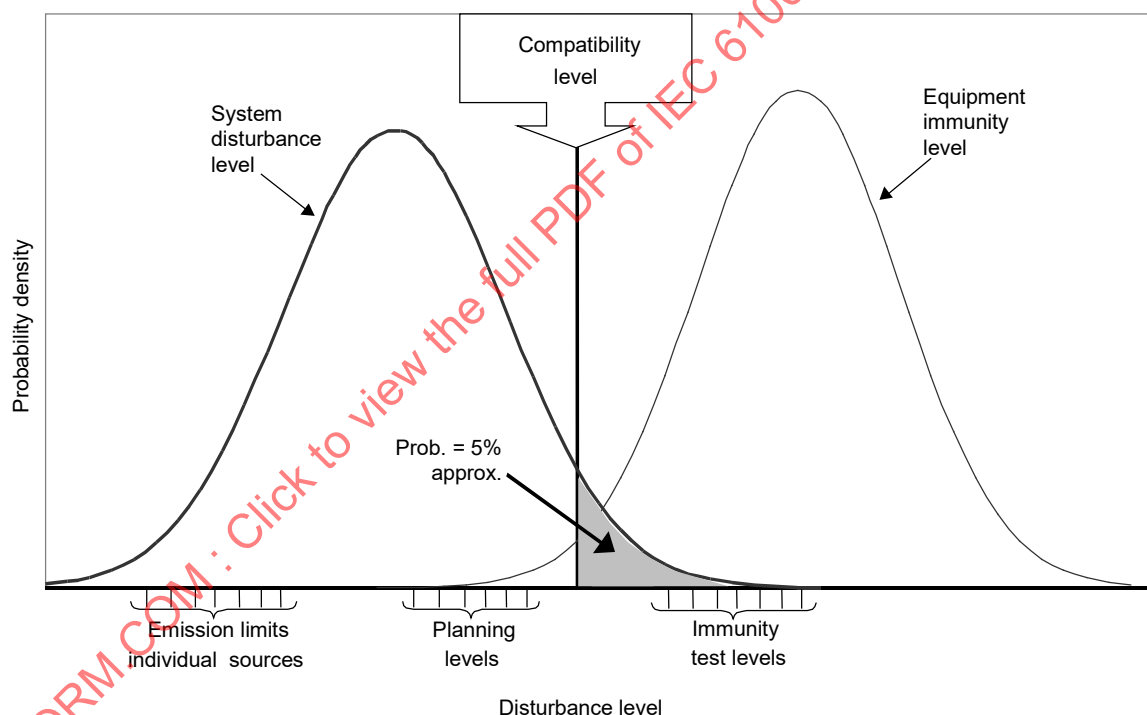
- The planning level is a value adopted by the body responsible for planning and operating the power supply system in a particular area, and is used in setting emission limits for large

loads and installations which are to be connected to the system in that area. It is used as an aid in distributing the emission limitation burden as equitably as possible.

- The planning level cannot be higher than the compatibility level. Generally, it is lower by a margin which depends on factors such as the disturbance phenomenon involved, the structure and electrical characteristics of the supply network (provided it is adequately designed and maintained), the background levels of disturbance, the possibility of resonance, and load profiles. It is, therefore, locally specific.
- Although the planning level is related mainly to large equipment and installations, account must be taken also of the many other sources of disturbance, notably numerous low-power equipment connected at low voltage. The margin available to accommodate emissions from large installations depends on how effectively limits are applied to the low power equipment. Any difficulty in this regard is an indication that a stricter approach to emissions from low power equipment is required. The over-riding objective is to ensure that the predicted level of disturbance does not exceed the compatibility level.

A.5 Illustration of compatibility, emission, immunity and planning levels

The various EMC levels and limits are shown in figure A.1. Although not mathematically exact, it illustrates the relationships between the values. The figure is intended to have schematic significance only. In particular, the relative positions of the two curves show that overlap can occur, but should not be interpreted as an accurate indication of the extent of the overlap.



IEC 815/02

Figure A.1 – Relation between compatibility, immunity, planning and emission levels

Annex B (informative)

Discussion of some disturbance phenomena

B.1 Resolution of non-sinusoidal voltages and currents

The distortion of the supply voltage from its intended sinusoidal wave shape is equivalent to the superposition on the intended voltage of one or more sinusoidal voltages at unwanted frequencies. The following is valid for both voltage and current, therefore the word “quantity” is used.

Fourier series analysis (IEV 101-13-08) enables any non-sinusoidal but periodic quantity to be resolved into truly sinusoidal components at a series of frequencies, and in addition, a d.c. component. The lowest frequency of the series is called the fundamental frequency f_f (IEV 101-14-49). The other frequencies in the series are integer multiples of the fundamental frequency, and are called harmonic frequencies. The corresponding components of the periodic quantity are referred to as the fundamental and harmonic components, respectively.

The Fourier transform (IEV 101-13-09) may be applied to any function, periodic or non-periodic. The result of the transform is a spectrum in the frequency domain, which in the case of a non-periodic time function is continuous and has no fundamental component. The particular case of application to a periodic function shows a lines spectrum in the frequency domain, where the lines of the spectrum are the fundamental and harmonics of the corresponding Fourier series.

The discrete Fourier transform (DFT) is the practical application of the Fourier transform. In practice the signal is analysed over a limited period of time (a *window* with duration T_w) using a limited number (M) of samples of the actual signal. The result of the DFT depends on the choice of these parameters, T_w and M . The inverse of T_w is the basic frequency of the DFT, f_b .

The DFT is applied to the actual signal inside the window. The signal is not processed outside the window but is assumed to be an identical repetition of the signal inside the window. Thus the actual signal is approximated by a virtual signal which is truly periodic and whose period is the time window.

The FFT (Fast Fourier Transform) is a special algorithm allowing short computation time. It requires the number of samples (M) to be an integer multiple of 2 ($M = 2^l$). (In other words, it requires the sampling frequency to be a locked integer power of 2 of the fundamental). However, modern digital signal processors have such capability that the extra complexity in a DFT (tables of sine and cosine functions) can be more economic and flexible than the frequency locked FFTs.

In order that the result of the DFT, applied to a function considered as periodic (see B.1.1), is the same as the result of a Fourier series analysis, the fundamental frequency f_f is made an integer multiple of the basic frequency (this requires the sampling frequency to be an exact integer multiple of the basic frequency [$f_s = M \times f_b$]). The synchronous sampling is essential. Loss of synchronism can change the spectrum result, making extra lines appear and changing the amplitudes of true lines.

Accordingly, the measurement techniques defined in IEC 61000-4-7 and the definition of the fundamental frequency in 3.2.1 are consistent for application to all electrotechnical and power electronics items. Other cases need further consideration.

As an illustration, the superposition of a sinusoidal ripple control signal at 175 Hz on a sinusoidal 50 Hz supply voltage may be considered.

This results in a periodic voltage having a period of 40 ms and a frequency of 25 Hz. A classical Fourier series analysis of this voltage yields a fundamental component of 25 Hz with zero amplitude and two components with non-zero amplitude, a 2nd harmonic (50 Hz) with amplitude equal to that of the supply voltage and a 7th harmonic (175 Hz) with an amplitude equal to that of the ripple control signal. The definitions in 3.2 avoid the confusion implicit in this approach, and produce a result in line with the common practice of the DFT (as described in IEC 61000-4-7), showing a fundamental at 50 Hz and an interharmonic of order 3,5.

NOTE 1 When analysing the voltage of a power supply system, the component at the fundamental frequency is the component of the highest amplitude. This is not necessarily the first line in the spectrum obtained when applying a DFT to the time function.

NOTE 2 When analysing a current, the component at the fundamental frequency is not necessarily the component of the highest amplitude.

B.1.1 Time varying phenomena

The voltages and currents of a typical electricity supply system are affected by incessant switching and variation of both linear and non-linear loads. However, for analysis purposes they are considered as stationary within the measurement window (approximately 200 ms), which is an integer multiple of the period of the power supply voltage. Harmonic analysers are designed to give the best compromise that technology can provide (see IEC 61000-4-7).

B.1.2 Definitions of additional terms

The following definitions are complementary to those given in 3.2, and may be of practical use.

B.1.2.1

total distortion content

quantity remaining when the fundamental component is subtracted from an alternating quantity, all being treated as functions of time

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

where

Q is the total r.m.s. value, representing either current or voltage

Q_1 is the r.m.s. value of the fundamental component;

Total distortion content includes both harmonic and interharmonic components. See also IEC 101-14-54 and IEC 551-20-11.

B.1.2.2

total distortion ratio

TDR

the ratio of the r.m.s. value of the total distortion content to the r.m.s. value of the fundamental component of an alternating quantity.

[IEC 551-20-14, mod]

$$TDR = \frac{TDC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

with the same notation as in B.1.2.1.

B.2 Interharmonics ~~and voltage components at frequencies above that of the 50th harmonic~~

B.2.1 Sources of ~~unwanted~~ interharmonic currents and voltages

The public a.c. distribution systems are intended to deliver voltages at the power frequencies of 50 Hz or 60 Hz. The presence of voltages at other frequencies is, as far as possible, to be avoided. However, modern developments in electricity utilisation ~~are tending~~ tend to increase the superposition on the supply voltage of voltages at unwanted frequencies. An increasingly important source of the unintended frequencies is the electronic power conditioning modules which are increasingly being incorporated in electricity utilisation devices.

The following are typical sources:

- Most electronic components require a d.c. supply. In the absence of or as an alternative to batteries or other d.c. supply, the common practice is to provide an electronic module that extracts the required energy from the a.c. supply and delivers it to the components by way of a d.c. voltage. The switched mode power supply is the most common device used for this purpose. The result, however, is that power is drawn from the a.c. system in a highly non-linear manner, resulting in currents at many harmonic and interharmonic frequencies, extending even to frequencies beyond that of the ~~50~~ 40th harmonic. As these currents flow through the impedances of the supply system, they give rise to voltages at the corresponding frequencies, and these, in turn, are superimposed on the supply voltage delivered to users. ~~At the higher frequencies, the emitter can often be modelled as a voltage source.~~

- In some cases the end-use of the electricity requires an a.c. voltage at a frequency other than the supply frequency, as in variable or adjustable speed drive systems. Again, this is accomplished by electronic devices that extract the required energy from the incoming supply and deliver it to the downstream components by way of a voltage at the required frequency. Viewed from the supply system, these devices are sources of current at many frequencies in addition to the supply frequency. While harmonic frequencies are generally prevalent, some types of converters produce interharmonics in addition.

Voltage source inverters, with pulse duration (width) modulated converters on the network side, produce harmonics of the modulation frequency, which has no synchronism with the network frequency. These are mainly at higher frequencies: switching frequency and its harmonics. High power equipment, typically above 1 MW and connected to a medium or high voltage power network, can use ~~cycle converters or current source~~ inverters, operated at any frequency without synchronism with the network frequency. They can produce interharmonics due to residual coupling between the motor side and the network.

As a general result, sources such as electronic frequency converters can produce discrete frequencies in the range of ~~0 Hz to 2500 Hz, or even more~~ 0 Hz to 2 000 Hz (50 Hz systems) or 2 400 Hz (60 Hz systems). (See IEC 61000-2-4, annex C)

- Electrical arc-furnaces can be a source of a large amount of ~~both interharmonics and components at frequencies above that of the 50th harmonic~~. This is also high power equipment, which would not be connected to a public low voltage power network.
- Arc welding machines generate a continuous wide band frequency spectrum, associated with an intermittent process in which the duration of the individual welding actions varies between a second and several seconds.
- Induction motors can give rise to an irregular magnetising current due to the slots in the stator and rotor, possibly in association with saturation of the iron. At the normal speed of the motor, this generates interharmonics at frequencies between 10 to 40 times the power frequency, but during the starting period they run through the whole frequency range up to their final value.
- Power supplies to traction systems can result in interharmonics at fixed frequencies, for example 16,7 Hz.

Sources such as the above are connected to networks of low, medium and high voltage. Their emissions result in interharmonic ~~and high frequency~~ voltages which are generated in and

transmitted between all voltage levels and depend on the network impedances. ~~These voltages can reach 0,5 %. Higher values also can be found, especially when a resonant effect occurs. There is a background level of interharmonics of the order of 0,02 % of the nominal supply voltage, in this case measured with a bandwidth of 10 Hz.~~

Mains signalling is also a source of interharmonic voltages, but in this case the emissions are intentional and utilities and users exercise careful control to ensure compatibility (see 4.10).

B.2.2 Effects of the unwanted interharmonic voltages

The case of a voltage having a frequency which combines with the fundamental frequency and results in a beat frequency has been dealt with in 4.4. Table B.1 indicates the interharmonic voltage levels corresponding to the compatibility level given in figure 2.

Table B.1 – Indicative values of interharmonic voltage in low voltage networks corresponding to the compatibility level with respect to the flicker effect

Order m	50 Hz system			60 Hz system		
	Interharmonic frequency f_m Hz	U_m %		Interharmonic frequency f_m Hz	U_m %	
		120 V system	230 V system		120 V system	230 V system
$0,2 < m \leq 0,6$	$10 < f_m \leq 30$	0,68	0,51	$12 < f_m \leq 36$	0,95	0,69
$0,60 < m \leq 0,64$	$30 < f_m \leq 32$	0,57	0,43	$36 < f_m \leq 38,4$	0,79	0,58
$0,64 < m \leq 0,68$	$32 < f_m \leq 34$	0,46	0,35	$38,4 < f_m \leq 40,8$	0,64	0,48
$0,68 < m \leq 0,72$	$34 < f_m \leq 36$	0,37	0,28	$40,8 < f_m \leq 43,2$	0,50	0,38
$0,72 < m \leq 0,76$	$36 < f_m \leq 38$	0,29	0,23	$43,2 < f_m \leq 45,6$	0,39	0,30
$0,76 < m \leq 0,84$	$38 < f_m \leq 42$	0,23	0,18	$45,6 < f_m \leq 50,4$	0,23	0,18
$0,84 < m \leq 0,88$	$42 < f_m \leq 44$	0,23	0,18	$50,4 < f_m \leq 52,8$	0,22	0,18
$0,88 < m \leq 0,92$	$44 < f_m \leq 46$	0,28	0,24	$52,8 < f_m \leq 55,2$	0,22	0,20
$0,92 < m \leq 0,96$	$46 < f_m \leq 48$	0,40	0,36	$55,2 < f_m \leq 57,6$	0,34	0,30
$0,96 < m < 1,04$	$48 < f_m \leq 52$	0,67	0,64	$57,6 < f_m \leq 62,4$	0,59	0,56
$1,04 < m \leq 1,08$	$52 < f_m \leq 54$	0,40	0,36	$62,4 < f_m \leq 64,8$	0,34	0,30
$1,08 < m \leq 1,12$	$54 < f_m \leq 56$	0,28	0,24	$64,8 < f_m \leq 67,2$	0,22	0,20
$1,12 < m \leq 1,16$	$56 < f_m \leq 58$	0,23	0,18	$67,2 < f_m \leq 69,6$	0,22	0,18
$1,16 < m \leq 1,24$	$58 < f_m \leq 62$	0,23	0,18	$69,6 < f_m \leq 74,4$	0,23	0,18
$1,24 < m \leq 1,28$	$62 < f_m \leq 64$	0,29	0,23	$74,4 < f_m \leq 76,8$	0,39	0,30
$1,28 < m \leq 1,32$	$64 < f_m \leq 66$	0,37	0,28	$76,8 < f_m \leq 79,2$	0,50	0,38
$1,32 < m \leq 1,36$	$66 < f_m \leq 68$	0,46	0,35	$79,2 < f_m \leq 81,6$	0,64	0,48
$1,36 < m \leq 1,40$	$68 < f_m \leq 70$	0,57	0,43	$81,6 < f_m \leq 84$	0,79	0,58
$1,4 < m \leq 1,8$	$70 < f_m \leq 90$	0,68	0,51	$84 < f_m \leq 108$	0,95	0,69

Some other effects of interharmonics include:

- unwanted currents flowing in the supply networks generate additional energy losses, with a consequent increase in the gaseous emissions from generating stations;
- interharmonic voltages can disturb the operation of fluorescent lamps and electronic equipment such as television receivers. In fact, any use of electricity where the crest

- voltage or the time of zero crossing is important can be disturbed if the combination of **present** unwanted frequencies ~~present~~ alters these attributes of the supply voltage;
- the greater the range of frequencies present and the greater the amplitudes of the voltages at these frequencies, the greater ~~is~~ the risk of unpredictable resonant effects which can amplify the voltage distortion and lead to overloading or disturbance of equipment on the supply networks and in electricity users' installations;
 - another effect is the production of acoustic noise. This is caused by voltages in the range of 1 kHz to ~~9~~ **15** kHz and even more, with amplitude from 0,5 % upwards and dependent upon the frequency value and upon the kind of equipment influenced.

B.2.3 Need for compatibility levels for the ~~unwanted~~ **interharmonic** voltages

Given the possible effects of voltages at interharmonic frequencies ~~and frequencies beyond the 50th harmonic~~, it is desirable to establish reference levels for the co-ordination of emission and immunity in the interests of electromagnetic compatibility. However, knowledge of ~~these~~ **interharmonic** frequencies on public power networks is not yet sufficient to permit agreement on the compatibility levels to be adopted, except in the above case of flicker arising from beat frequencies. It will be necessary to keep this situation under close review.

On the one hand, it is clear that the generation of **interharmonic** voltages ~~at the unwanted frequencies ought~~ **should** not ~~to~~ be allowed to grow without limit. On the other hand, given that these voltages are becoming more prevalent, it is important that equipment to be connected to the public networks has sufficient immunity to continue to operate as intended in their presence.

It seems prudent to consider compatibility levels no higher than those for adjacent harmonics. For example, there can be no reason for accepting a higher voltage at 95 Hz than at 100 Hz on a 50 Hz system, or a higher voltage at 115 Hz than at 120 Hz on a 60 Hz system. Accordingly, it is suggested that the reference level for each interharmonic frequency be equal to the compatibility level given in table 1 for the next higher even harmonic.

Ripple control receivers are a special case. Their response level can be as low as 0,3 % of the nominal supply voltage. Therefore an unintended interharmonic voltage in excess of this value, on a network containing ripple control receivers, can cause disturbance if its frequency is the same as the defined operational frequency of the receivers. Based on this value, the reference level at the defined frequency should be 0,2 % of the nominal supply voltage. The defined frequency is locally specific.

~~In the case of voltages at frequencies in excess of that of the 50th harmonic it is generally not significant whether they are harmonics or interharmonics. They can occur both at discrete frequencies and in relatively broad bands of frequencies.~~

~~For a discrete frequency in the range from the 50th harmonic up to 9 kHz, the suggested reference level of u , expressed as the ratio of the r.m.s. value of the voltage at that frequency to the r.m.s. value of the fundamental component, is as follows:~~

$$u = 0,2 \%$$

~~For a band of frequencies in the range from the 50th harmonic up to 9 kHz, the suggested reference level for any 200 Hz bandwidth centred at frequency F is as follows:~~

$$u_b = 0,3 \%$$

where

$$u_b = \frac{1}{U_1} \times \sqrt{\frac{1}{200 \text{ Hz}} \times \int_{F-100 \text{ Hz}}^{F+100 \text{ Hz}} U_f^2 \times df}$$

and

U_1 is the r.m.s. value of the voltage (fundamental component);

U_f is the r.m.s. voltage at frequency f ;

F is the centre frequency of the band (the band is above the 50th harmonic).

~~While there has been some experience in which values in excess of the above levels have been found to cause disturbances, more extensive experimental data in the future may indicate that somewhat higher compatibility levels may be appropriate for voltages at frequencies beyond the 50th harmonic.~~

B.3 Voltage dips and short supply interruptions

Voltage dips and short supply interruptions are unpredictable, largely random events arising mainly from electrical faults on the power supply system or large installations. They are best described in statistical terms.

A voltage dip is a two-dimensional disturbance phenomenon, since the level of the disturbance increases with both the depth and duration of the dip.

The depth of the voltage dip depends on the proximity of the observation point to the point on the network at which the short circuit occurs. At that point the voltage collapses to near zero, so that the depth of the dip approaches 100 %. In the case of other causative events, such as a large load fluctuation, the depth is likely to be less.

A voltage dip may last less than one tenth of a second if the incident occurs in the transmission system and is eliminated by very fast systems of protection or if a self-clearing fault is involved. If the fault affects a lower voltage level of the network and is cleared by certain protection systems used on those networks it may last up to a few seconds. Most voltage dips last between half a period and 1 000 ms.

The number of voltage dips is significant only when the immunity of a given device is insufficient for the depth-duration occurring, or when the question being considered is whether a given process needs a particular level of immunity.

The number, for a particular line, includes voltage dips produced by faults on other lines in the same network and voltage dips coming from upstream networks. In rural areas supplied by overhead lines the number of voltage dips can reach several hundreds per year, depending in particular on the number of lightning strokes and other meteorological conditions in the area. On cable networks, the latest information indicates that an individual user of electricity connected at low voltage may be subjected to voltage dips occurring at a rate which extends from around ten per year to about a hundred per year, depending on local conditions.

Short supply interruptions can last up to 180 s according to the type of reclosing or transfer system used in overhead networks. Frequently, short supply interruptions are preceded by voltage dips, (see also IEC 61000-2-8).

As regards compatibility levels, the main requirement in the case of voltage dips is to enable immunity levels to be co-ordinated. However, the compatibility level would have to be expressed in a two-dimensional manner, to reflect the level of the disturbance. Sufficient data are not yet available to enable this to be done.

Moreover, in the case of short interruptions or the more severe voltage dips, immunity of electrical equipment is not, in the strict sense, an appropriate concept. That is because no electrical device can continue indefinitely to operate as intended in the absence of its energy supply. Immunity from these disturbances is therefore a matter of either the fast restoration of energy from an alternative source or arranging for the equipment and its associated process to adapt to the brief interruption or diminution of power in an intended manner, often with safety and damage limitation as the principal aims. See also IEC 61000-2-8.

B.4 Transient overvoltages

Several phenomena, including the operation of switches and fuses and the occurrence of lightning strokes in proximity to the supply networks, give rise to transient overvoltages in low-voltage power supply systems and in the installations connected to them. The overvoltages may be either oscillatory or non-oscillatory, are usually highly damped, and have rise times ranging from less than one microsecond to a few milliseconds. Their levels and durations can sometimes be limited by the use of surge arrestors throughout the system, and not only at the point of common coupling.

The magnitude, duration, and energy-content of transient overvoltages vary with their origin. Generally, those of atmospheric origin have the higher amplitude, and those due to switching are longer in duration and usually contain the greater energy. Critical equipment needs to be protected by individual surge protective devices, and these should generally be selected to cater for the greater energy content of the switching overvoltages.

Switching of capacitor banks is a common cause of transient overvoltages. Typically, their value at the point of incidence is less than twice the nominal voltage. However, wave reflections and voltage magnification can occur as the transient is propagated along a line, amplifying the overvoltage incident on connected equipment. This needs to be taken into account if immunity is being considered for particular equipment or installations.

Synchronised switching is a possible mitigation technique to minimise capacitor, reactor and transformer switching transients, more often applied at medium and higher voltages.

Magnitudes up to 2 kV are generally regarded as typical of transients of atmospheric origin, but values up to 6 kV and even higher have been recorded.

See also IEC 60664-1 in relation to insulation co-ordination.

B.5 DC component

While a significant level of d.c. component is not normally present in the voltage on public power supply systems, the connection of certain non-symmetrically controlled loads could bring about this phenomenon.

In the event that a d.c. component is present in the supply voltage, a d.c. current can cause unsymmetrical magnetisation in distribution transformers, leading to overheating. Moreover, in flowing through the earth, such a current leads to increased corrosion of metal fixtures underground.

The value of this current is quite variable, since it is determined by the d.c. resistance of the circuit concerned as well as by the voltage of the d.c. component. Therefore the tolerable d.c. voltage can only be determined case by case.

Annex C (informative)

Rationale for the compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 30 kHz

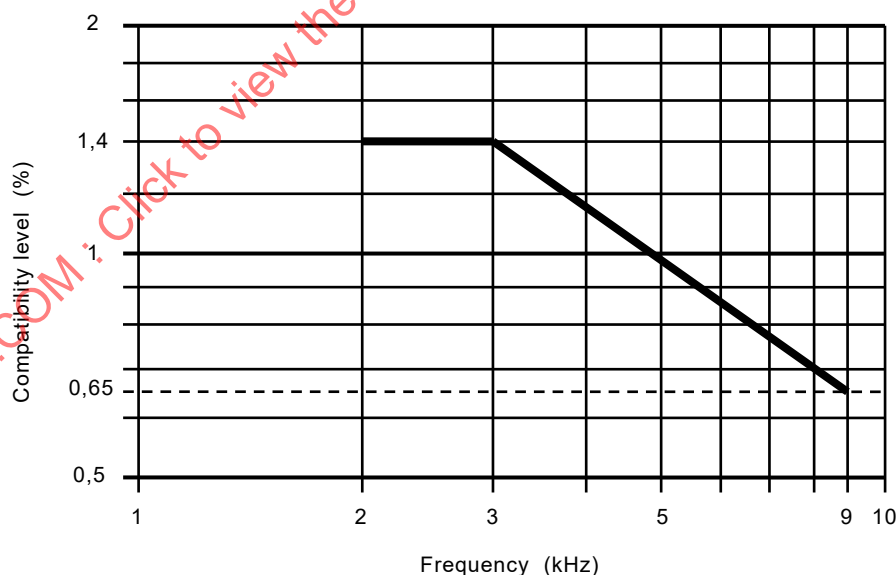
C.1 Effects of voltage components at frequencies above the 40th harmonic frequency

The effects of voltage components at frequencies above the 40th harmonic frequency include:

- The production of acoustic noise. This is caused by voltage components up to ~15 kHz, with amplitude from 0,5 % upwards and dependent upon the frequency value and upon the kind of equipment influenced.
- The degradation of performance of electronic electricity meters. Some electronic meters showed a wrong display of metered electric energy (metrology issue) due to conducted disturbances in this frequency range.
- The accelerated ageing of some mass-produced products, such as LEDs.
- The growth of disturbances emitted by some types of equipment, due to the accelerated ageing of filtering capacitors. In that case, filters will no longer be effective. Accordingly, the equipment might not comply with EMC standards after some time and electromagnetic interferences could occur.

C.2 Compatibility level curves above the 40th harmonic up to 30 kHz

The curves showing the compatibility levels defined in this document for voltage distortion in differential mode up to 9 kHz and from 9 kHz to 30 kHz are given in Figure C.1 and Figure C.2.



IEC

**Figure C.1 – Compatibility levels for voltage distortion in
differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz**

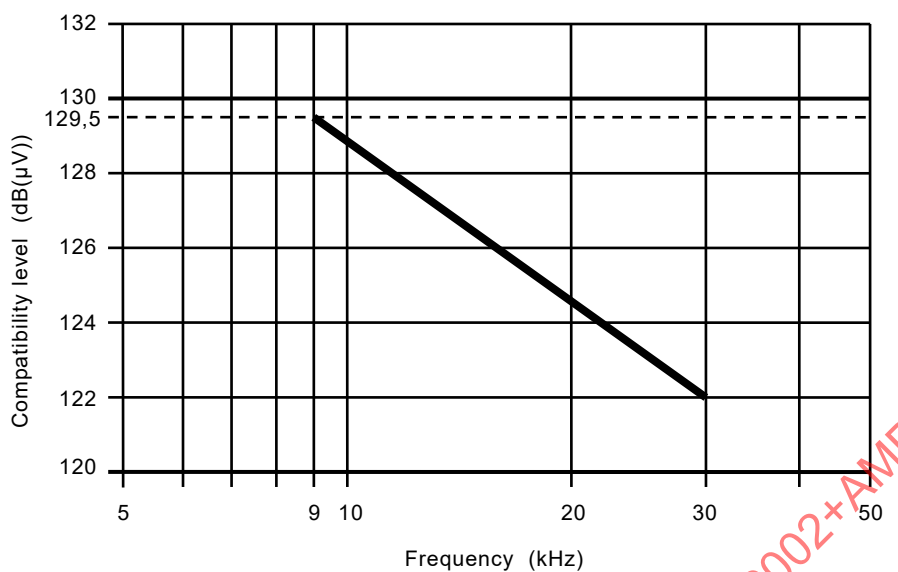


Figure C.2 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 30 kHz

The main reasons having led to these compatibility levels are the following:

- The compatibility levels for voltage distortion above the 40th harmonic are consistent with the compatibility levels for voltage harmonics up to order 40. The compatibility levels given in Table 1 are related to individual spectral components, whereas the compatibility levels given in Table 2 are related to all spectral components contained in a 200 Hz bandwidth. The compatibility level for the highest non-triplen odd harmonic order (< 40) is equal to 0,7 %. Within a band of 200 Hz, there can be two non-triplen odd harmonic components, leading to a global harmonic level equal to $\sqrt{2} \times 0,7 \% = 1,0 \%$. Assuming also that there is as much disturbance due to harmonics as to interharmonics near 2 kHz, this leads to a global disturbance level equal to $\sqrt{2} \times 1,0 \% = 1,4 \%$ within a band of 200 Hz.
- In order to avoid the overheating of capacitor components, the current component at a given frequency flowing through a capacitor should not be too high compared to its fundamental component. The value of the current component at 5 kHz through a capacitor (expressed in percent of its component at 50 Hz) is equal to 100 times the value of the voltage component at 5 kHz applied at its terminals (expressed in percent of the fundamental voltage at 50 Hz). The compatibility level at 5 kHz is equal to 1 % in order to limit the current component at this frequency flowing through a capacitor to the value of its fundamental component.
- In the frequency range from 9 kHz to 30 kHz, the compatibility levels are 9 dB above curve C1 defined in IEC TS 62578 and ~12 dB below the immunity levels defined for Class 3 environment in IEC 61000-4-19.

Bibliography

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*
Amendment 1 (1994)
Amendment 2 (1997)

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics*

IEC/TR2 60868:1986, *Flickermeter – Functional and design specifications*
Amendment 1 (1990)

IEC/TR2 60868-0:1991, *Flickermeter – Part 0: Evaluation of flicker severity*

IEC TR 61000-1-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1: General – Section 1: Application and interpretation of fundamental definitions and terms*

IEC 61000-2-4:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 61000-2-8, ___ *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results*¹

IEC 61000-3-2:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16A per phase)*

IEC/TR3 61000-3-6:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems – Basic EMC Publication*

IEC/TR3 61000-3-7:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems – Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-19, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-19: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports*

IEC 61037:1990, *Electronic ripple control receivers for tariff and load control*²
Amendment 1 (1996)
Amendment 2 (1998)

IEC TS 62578, *Power electronics systems and equipment – Operation conditions and characteristics of active infeed converter (AIC) applications including design recommendations for their emission values below 150 kHz*

CLC/TR 50627, November 2015, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range Below 150 kHz*

Future CLC/TR 50669, *Investigation Results on Electromagnetic Interference in the Frequency Range below 150 kHz*

¹ Under consideration.

² There exists a consolidated edition 1.2 (1998) incorporating the edition 1.0 and its amendments.

CENELEC SC205A/Sec0260/R, April 2010, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment / Systems in the Frequency Range below 150 kHz*

CENELEC SC205A/Sec0339/R, April 2013, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment / Systems in the Frequency Range below 150 kHz, Ed. 2*

CENELEC SC205A/Sec0400/R, October 2015, *Study Report – Electromagnetic Interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range below 150 kHz, Edition 3*

EN 50065-1, *Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances*

UIE:1992, *Flicker measurement and evaluation*

UIE:1988, *Connection of fluctuating loads*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
INTRODUCTION	42
INTRODUCTION à l'Amendement 1	43
1 Domaine d'application et objet	44
2 Références normatives	45
3 Définitions	45
3.1 Définitions générales	46
3.2 Définitions relatives aux phénomènes	47
4 Niveaux de compatibilité	49
4.1 Commentaires généraux	49
4.2 Fluctuations de tension et flicker	49
4.3 Harmoniques	50
4.4 Inter-harmoniques	51
4.5 Creux de tension et coupures brèves	55
4.6 Déséquilibre de tension	55
4.7 Surtensions transitoires	55
4.8 Variations temporaires de la fréquence du réseau	55
4.9 Composantes continues	55
4.10 Signaux émis par les systèmes de transmission de signaux sur communication par le réseau d'alimentation jusqu'à 150 kHz	56
4.10.1 Généralités	56
4.10.2 Systèmes de télécommande centralisée (de 110 Hz à 3 000 Hz)	56
4.10.3 Systèmes de courants porteurs en ligne moyenne fréquence (de 3 kHz à 20 kHz) communication par le réseau d'alimentation (bande de 3 kHz à 9 kHz)	58
4.10.4 Systèmes de marquage d'ordre de communication par le réseau d'alimentation (bande de 95 kHz à 150 kHz)	59
4.10.5 Systèmes de marquage d'ordre de communication par le réseau d'alimentation (bande de 95 kHz à 150 kHz)	59
4.11 Distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz	52
4.12 Distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 150 kHz	54
4.12.1 Généralités	54
4.12.2 Bande de fréquences de 9 kHz à 30 kHz	54
4.12.3 Bande de fréquences de 30 kHz à 150 kHz	54
Annexe A (informative) Le rôle des niveaux de compatibilité et de planification en CEM	60
A.1 Le besoin de niveaux de compatibilité	60
A.2 Relation entre niveau de compatibilité et niveaux d'immunité	60
A.3 Relation entre niveau de compatibilité et limites d'émission	61
A.4 Niveaux de planification	62
A.5 Illustration des niveaux de compatibilité, d'émission, d'immunité et de planification	63
Annexe B (informative) Présentation de quelques phénomènes de perturbation	64
B.1 Décomposition de tensions et courants non sinusoïdaux	64
B.2 Inter-harmoniques et composantes de tension aux fréquences supérieures à celle du rang 50	66
B.3 Creux de tension et coupures brèves de l'alimentation	70

B.4	Surtensions transitoires	71
B.5	Composantes continues	71
Annexe C (informative) Justification des niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 30 kHz		72
C.1	Effets des composantes de tension aux fréquences supérieures au rang 40	72
C.2	Courbes des niveaux de compatibilité au-dessus du rang 40 et jusqu'à 30 kHz	72
Bibliographie		74
Figure 1 – Courbe unitaire de sévérité du flicker ($P_{st} = 1$) pour des variations rectangulaires de tension sur les réseaux d'alimentation basse tension		50
Figure 2 – Niveaux de compatibilité pour les tensions inter-harmoniques liées au flicker (effet de battement).....		52
Figure 3 – Courbe «de Meister» pour les systèmes de télécommande centralisée sur 100 110 Hz à 3 000 Hz)		58
Figure A.1 – Relation entre niveaux de compatibilité, d'immunité, de planification et d'émission.....		63
Figure C.1 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz		72
Figure C.2 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 30 kHz.....		73
Tableau 1 – Niveaux de compatibilité pour les tensions harmoniques individuelles dans les réseaux basse tension (valeurs efficaces en pourcentage de la valeur efficace de la composante fondamentale)		51
Tableau 2 – Niveaux de compatibilité pour la distorsion de tension en mode différentiel $u_{b,f}$ au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz		53
Tableau 3 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 30 kHz.....		54
Tableau B.1 – Valeurs indicatives de la tension inter-harmonique dans les réseaux basse tension correspondant au niveau de compatibilité en ce qui concerne l'effet flicker.....		68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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**

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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 61000-2-2 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2002-03) [documents 77A/367/FDIS et 77A/376/RVD] et son amendement 1 (2017-06) [documents 77A/958/FDIS et 77A/962/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61000-2-2 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM conformément au guide 107 de l'IEC.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 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 des comités de produits)

Partie 4: Techniques d'essais et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guides 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. D'autres seront publiées sous le numéro de la partie, suivi d'un tiret et complété d'un second chiffre identifiant la subdivision (exemple: 61000-6-1).

Des informations détaillées sur les différents types de perturbations que l'on peut s'attendre à trouver sur les réseaux publics d'alimentation électrique figurent dans l'IEC 61000-2-1.

INTRODUCTION à l'Amendement 1

Le présent amendement concerne les niveaux de compatibilité dans la bande de fréquences de 2 kHz à 150 kHz. Il contient:

- les niveaux de compatibilité pour les signaux émis par les systèmes de communication par le réseau d'alimentation jusqu'à 150 kHz;
- les niveaux de compatibilité pour les émissions non intentionnelles entre 2 kHz et 30 kHz.

Un deuxième amendement est attendu à court terme, comprenant:

- les niveaux de compatibilité pour les émissions non intentionnelles entre 30 kHz et 150 kHz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

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

1 Domaine d'application et objet

~~La présente norme est relative aux perturbations conduites dans le domaine de fréquences de 0 kHz à 9 kHz, avec une extension jusqu'à 148,5 kHz pour les systèmes de transmission de signaux sur le réseau.~~ La présente partie de l'IEC 61000 est relative aux phénomènes électromagnétiques conduits (perturbations et signaux émis par les systèmes de communication par le réseau d'alimentation) dans la bande de fréquences comprise entre 0 kHz et 150 kHz. Elle fournit les ~~valeurs numériques des~~ niveaux de compatibilité pour les réseaux de distribution publics alternatifs basse tension, dont la tension nominale ~~maximale~~ est au plus de 420 V en monophasé, ou de 690 V en triphasé, et dont la fréquence nominale est de 50 Hz ou de 60 Hz.

Les niveaux de compatibilité spécifiés dans ~~cette norme~~ le présent document s'appliquent au point de couplage commun. Aux bornes d'entrée d'un matériel alimenté par les réseaux décrits ci-dessus, ~~la sévérité des~~ les niveaux des perturbations électromagnétiques conduites peuvent, dans la plupart des cas, être considérés comme ~~égale à celle~~ égaux aux niveaux au point de couplage commun. Il en va différemment dans certaines situations, notamment dans le cas d'une ~~longue~~ ligne de grande longueur dédiée à l'alimentation d'une installation ~~définie~~ donnée, ou dans le cas ~~d'une perturbation d'un phénomène électromagnétique générée ou amplifiée~~ dans l'installation dont l'équipement fait partie.

Les niveaux de compatibilité sont ~~donnés~~ spécifiés pour les ~~perturbations~~ phénomènes électromagnétiques conduits auxquelles on peut s'attendre sur les réseaux de distribution publics basse tension, dans le but d'aider à définir:

- les limites ~~devant être établies à établir~~ pour les émissions ~~perturbatrices~~ conduites sur les réseaux publics de distribution d'énergie (comprenant les niveaux de planification tels qu'ils sont définis en 3.1.5);
- les limites d'immunité ~~devant être établies à établir~~ par les comités de produits ou autres concernant les équipements soumis aux ~~perturbations~~ phénomènes électromagnétiques conduites ~~par~~ existant sur les réseaux publics de distribution d'énergie.

NOTE Pour plus d'informations sur les niveaux de compatibilité et les autres principaux concepts fondamentaux en CEM, voir l'IEC TR 61000-1-1.

Les phénomènes ~~perturbateurs~~ électromagnétiques considérés sont:

- les fluctuations de tension et le flicker;
- les harmoniques jusques et y compris le rang ~~50~~ 40;
- les inter-harmoniques jusqu'au rang ~~50~~ 40;
- les distorsions de tension en mode différentiel aux fréquences supérieures (au-dessus du rang ~~50~~ 40 et jusqu'à 150 kHz);
- les creux de tension et les coupures brèves;
- le déséquilibre de tension;
- les surtensions transitoires;
- les variations de la fréquence ~~fondamentale~~ du réseau;
- les composantes continues;

- les signaux émis par les systèmes de ~~transmission de signaux sur~~ communication par le réseau d'alimentation (MCS).

La plupart de ces phénomènes sont décrits dans l'IEC TR 61000-2-1. Pour les cas où il n'est pas encore possible ~~maintenant~~ d'établir des niveaux de compatibilité, quelques informations sont fournies dans l'Annexe B.

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).

IEC 60050-101, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 101: Mathématiques*

IEC 60050-161, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

IEC/TR3 61000-2-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 1: Description de l'environnement – Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation*

IEC 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 3: Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé ≤ 16 A*

IEC 61000-3-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 8: Transmission de signaux dans les installations électriques à basse tension – Niveaux d'émission, bandes de fréquences et niveaux de perturbations électromagnétiques*

IEC 61000-4-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 7: 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*

IEC 61000-4-15, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 15: Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*

CISPR 16-1-1, *Spécification des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-2-1, *Spécification des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesure des perturbations conduites*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'IEC 61000, les définitions données dans la IEC 60050-101, l'IEC 60050-161 et ses amendements 1 et 2 ainsi que les suivantes s'appliquent.

3.1 Définitions générales

3.1.1

perturbation (électromagnétique)

tout phénomène électromagnétique qui, de par sa présence dans l'environnement électromagnétique, peut faire dévier un équipement électrique de sa performance attendue

[VEI 161-01-05, modifiée]

3.1.2

niveau de perturbation

amplitude d'une perturbation électromagnétique, mesurée et évaluée au moyen d'une méthode spécifiée

[VEI 161-03-01, modifiée]

3.1.3

compatibilité électromagnétique, CEM (abréviation)

aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement

NOTE 1 La compatibilité électromagnétique est une condition de l'environnement électromagnétique telle que, pour chaque phénomène, le niveau d'émission perturbateur est suffisamment bas et les niveaux d'immunité sont suffisamment élevés pour que tous les matériels, équipements et systèmes fonctionnent comme prévu.

NOTE 2 La compatibilité électromagnétique n'est assurée que si les niveaux d'émission et d'immunité sont contrôlés de telle sorte que les niveaux d'immunité des matériels, équipements et systèmes, en n'importe quel point, ne sont pas dépassés par le niveau de perturbation en cet endroit, résultant de l'émission cumulée de toutes les sources et d'autres facteurs, tels que l'impédance des circuits. Conventionnellement, on dit qu'il y a compatibilité électromagnétique si la probabilité d'écart par rapport à la performance attendue, ou d'apparition d'un comportement perturbé est suffisamment basse. Voir article 4 de l'IEC 61000-2-1.

NOTE 3 Lorsque le contexte le rend nécessaire, la compatibilité électromagnétique peut être prise en référence à une seule perturbation ou à une classe de perturbations.

NOTE 4 La compatibilité électromagnétique est un terme également utilisé pour décrire le champ d'investigations relatif aux comportements perturbés que les matériels, équipements ou systèmes subissent du fait d'autres matériels, équipements ou systèmes, ou du fait de phénomènes électromagnétiques.

[VEI 161-01-07, modifiée]

3.1.4

niveau de compatibilité (électromagnétique)

niveau de perturbation électromagnétique spécifié utilisé en tant que niveau de référence dans un environnement spécifié pour la coordination des limites d'émission et d'immunité

NOTE Le niveau de compatibilité électromagnétique est, par convention, choisi de telle sorte que la probabilité de dépassement de ce niveau par les perturbations réelles soit très faible.

[VEI 161-03-10, modifiée]

3.1.5

niveau de planification

niveau affecté à une perturbation donnée dans un environnement donné, adopté comme référence pour déterminer les limites d'émission applicables aux charges de grande puissance et aux installations, dans le but de coordonner ces limites avec toutes les autres limites adoptées pour les équipements destinés à être raccordés au réseau de distribution d'énergie

NOTE Le niveau de planification est spécifique du lieu où on l'applique, et il est utilisé par les responsables de la planification et de l'exploitation du réseau de distribution d'énergie de l'endroit considéré. D'autres explications sont données à l'annexe A.

3.1.6

point de couplage commun

PCC (abréviation)

point électriquement le plus proche d'une charge particulière, situé sur le réseau public de distribution d'énergie, auquel d'autres charges sont raccordées ou sont susceptibles de l'être

[VEI 161-07-15, modifiée]

3.1.7

émission non intentionnelle

émission conduite qui n'est pas destinée à être utilisée à des fins de communication

Note 1 à l'article: Dans le cadre du présent document, les émissions non intentionnelles ne concernent que les phénomènes conduits.

3.1.8

système de communication par le réseau d'alimentation

MCS

système électrique qui utilise les lignes du réseau d'alimentation pour transmettre des signaux d'informations, soit sur le réseau public de distribution d'électricité, soit à l'intérieur d'installations d'utilisateurs du réseau

Note 1 à l'article: L'abréviation "MCS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "mains communicating system".

3.1.9

tension en mode différentiel

tension entre deux des conducteurs de phase ou entre un des conducteurs de phase et le conducteur de neutre

Note 1 à l'article: Cette note ne s'applique qu'à la langue anglaise.

3.1.10

tension dissymétrique

tension entre un des conducteurs du réseau d'alimentation (phase ou neutre) et la terre

3.2 Définitions relatives aux phénomènes

Les définitions ci-dessous, relatives aux harmoniques, sont fondées sur l'analyse des systèmes de tensions ou des systèmes de courants au moyen de la transformée de Fourier discrète (DFT). Il s'agit de l'application pratique de la transformée de Fourier telle qu'elle est définie dans le VEI 101-13-09. Voir annexe B.

NOTE La transformée de Fourier appliquée à une fonction du temps, qu'elle soit périodique ou non, est une fonction dans le domaine fréquentiel appelée spectre fréquentiel de la fonction du temps, ou plus simplement spectre. Si la fonction du temps est périodique, le spectre est constitué de raies distinctes (ou composantes). Si la fonction du temps n'est pas périodique, le spectre est une fonction continue, qui présente des composantes à toutes les fréquences.

D'autres définitions relatives aux harmoniques ou inter-harmoniques sont données dans le VEI et dans d'autres normes. Certaines de ces autres définitions, bien qu'elles ne soient pas utilisées dans la présente norme, sont présentées à l'annexe B.

3.2.1

fréquence fondamentale

fréquence, dans le spectre obtenu au moyen de la transformée de Fourier, d'une fonction du temps, à laquelle toutes les fréquences du spectre sont référencées. Pour les besoins de cette norme, la fréquence fondamentale est la même que la fréquence du réseau de distribution d'énergie

[VEI 101-14-50, modifiée]

NOTE 1 Dans le cas d'une fonction périodique, la fréquence fondamentale est généralement égale à celle de la fonction elle-même. (Voir B.1).

NOTE 2 Dans le cas où il subsisterait un risque d'ambiguïté, il est recommandé que la fréquence du réseau de distribution d'énergie soit définie en référence à la polarité et à la vitesse de rotation du ou des alternateurs synchrones alimentant le système.

3.2.2

composante fondamentale

composante dont la fréquence est la fréquence fondamentale

3.2.3

fréquence harmonique

fréquence qui est un multiple entier de la fréquence fondamentale. Le rapport de la fréquence harmonique à la fréquence fondamentale est nommé *rang harmonique* (notation recommandée: h)

3.2.4

composante harmonique

n'importe laquelle des composantes ayant une fréquence harmonique. Sa valeur est normalement exprimée en valeur efficace

De façon concise, une telle composante peut être simplement dénommée «harmonique».

3.2.5

fréquence inter-harmonique

toute fréquence qui n'est pas un multiple entier de la fréquence fondamentale

NOTE 1 Par extension du *rang harmonique*, le *rang inter-harmonique* est le rapport de la fréquence inter-harmonique à la fréquence fondamentale. Ce rapport n'est pas un entier (notation recommandée: m).

NOTE 2 Dans le cas où $m < 1$, le terme *fréquence sous-harmonique* peut être également utilisé.

3.2.6

composante inter-harmonique

composante dont la fréquence est à une fréquence inter-harmonique. Sa valeur est normalement exprimée en valeur efficace

De façon concise, une telle composante peut être simplement dénommée «inter-harmonique».

NOTE Pour les besoins de la présente norme, et comme décrit dans l'IEC 61000-4-7, la fenêtre temporelle a une largeur de 10 (réseaux à 50 Hz) ou de 12 (réseaux à 60 Hz) périodes fondamentales, c'est-à-dire environ 200 ms. L'intervalle de fréquence entre deux composantes inter-harmoniques consécutives est donc d'environ 5 Hz.

3.2.7

taux de distorsion harmonique total

THD

rapport de la valeur efficace de la somme des composantes harmoniques à la valeur efficace de la composante fondamentale. La sommation est limitée à un rang défini (notation recommandée «H»).

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

où

Q représente soit le courant soit la tension;

Q_1 est la valeur efficace de la composante fondamentale;

h est le rang harmonique;

Q_h est la valeur efficace de la composante harmonique de rang h ;

H est généralement égal à ~~50~~ 40, mais peut être égal à 25 dans les cas où le risque de résonance sur les rangs supérieurs est faible.

NOTE Le *THD* ne prend en compte que les harmoniques. Si les inter-harmoniques doivent également être pris en considération, voir «résidu total de distorsion» en B.1.2.1.

3.2.8

déséquilibre de tension

situation dans laquelle les valeurs efficaces des composantes fondamentales des tensions entre phases d'un système polyphasé, ou les angles entre tensions entre phases consécutives, ne sont pas tous égaux. On exprime habituellement le degré d'inégalité par le rapport de la composante inverse à la composante directe et le rapport de la composante homopolaire à la composante directe

[VEI 161-08-09, modifiée]

NOTE 1 Dans cette norme, le déséquilibre de tension ne s'applique qu'aux réseaux triphasés et n'est exprimé qu'en termes de composante inverse.

NOTE 2 Plusieurs approximations donnent des résultats suffisamment précis pour les taux de déséquilibre (rapport des tensions inverse et directe) couramment rencontrés. Par exemple:

$$\text{déséquilibre} = \sqrt{\frac{6 \times (U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)}{(U_{12} + U_{23} + U_{31})^2}}$$

où U_{12} , U_{23} et U_{31} sont les trois tensions entre phases.

4 Niveaux de compatibilité

4.1 Commentaires généraux

Les niveaux de compatibilité indiqués dans les paragraphes suivants s'appliquent aux diverses perturbations, considérées individuellement. En pratique, toutefois, plusieurs perturbations surviennent simultanément dans l'environnement électromagnétique. Des combinaisons particulières de perturbations peuvent détériorer les performances de certains équipements. Voir annexe A.

4.2 Fluctuations de tension et flicker

Sur les réseaux basse tension, les fluctuations de tension sont produites par des charges fluctuantes, par le fonctionnement des régleurs en charge des transformateurs ou par d'autres réglages fonctionnels du réseau de distribution ou des équipements qui y sont raccordés.

Dans des conditions normales, l'amplitude des variations rapides de tension est limitée à 3 % de la tension d'alimentation nominale. Toutefois, des à-coups de tension supérieurs à 3 % peuvent exceptionnellement se produire sur le réseau de distribution public.

De plus, consécutivement à des variations de charge exceptionnelles ou à des manœuvres d'enclenchement, des excursions de la tension en dehors des tolérances de service normales (par exemple ± 10 % de la tension d'alimentation déclarée) sont possibles pendant quelques dizaines de secondes, jusqu'à ce que les régleurs en charge des transformateurs haute tension / moyenne tension soient mis en œuvre.

Sur les réseaux basse tension, les variations de tension peuvent provoquer l'apparition de flicker. La sévérité du flicker est mesurée selon les prescriptions de l'IEC 61000-4-15 et estimée selon les prescriptions de l'IEC 61000-3-3. Elle est calculée au regard des effets à court et à long terme.

La sévérité à court terme, notée P_{st} , est calculée sur une période de 10 min. La courbe de la figure 1 définit le niveau maximal admissible, pour une lampe standard, du flicker résultant de

fluctuations rectangulaires de tension à différents taux de répétition. Cette courbe correspond au seuil $P_{st} = 1$.

La sévérité du flicker résultant de fluctuations de tension non rectangulaires peut être déterminée, soit par la mesure avec un flickermètre, soit en appliquant un facteur de correction défini dans l'IEC 61000-3-3.

La sévérité à long terme, notée P_{lt} , est calculée sur une période de 2 h. Elle se déduit des valeurs de P_{sti} issues de 12 périodes consécutives de 10 min par la relation:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3}$$

où P_{sti} ($i = 1, 2, \dots, 12$) sont 12 valeurs consécutives de P_{st} (voir l'IEC 61000-4-15).

Les niveaux de compatibilité sont les suivants:

court terme: $P_{st} = 1$;

long terme: $P_{lt} = 0,8$.

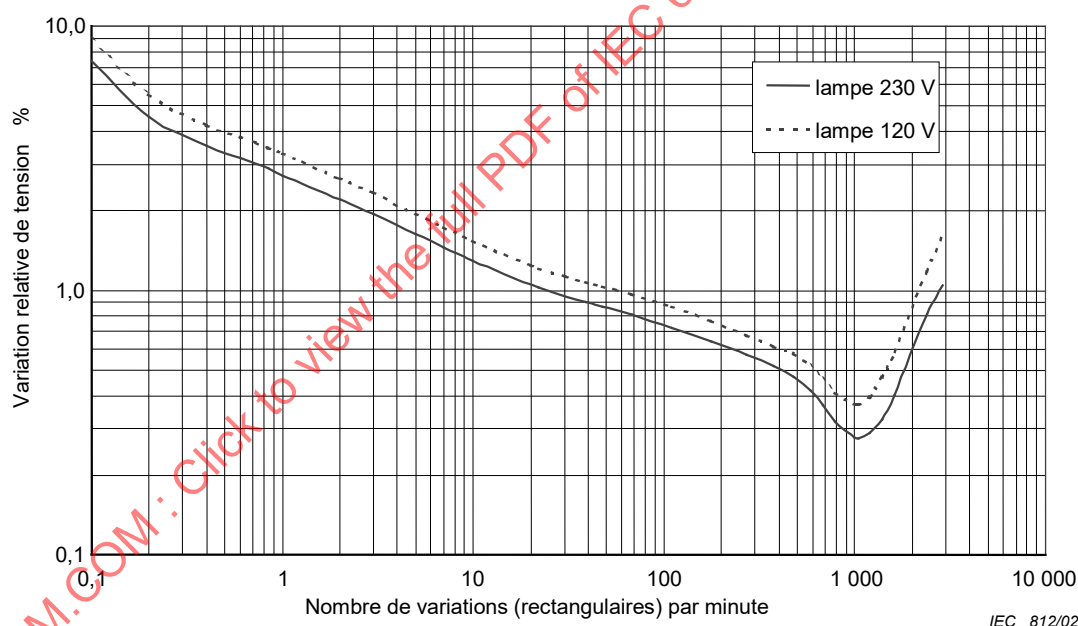


Figure 1 – Courbe unitaire de sévérité du flicker ($P_{st} = 1$) pour des variations rectangulaires de tension sur les réseaux d'alimentation basse tension

4.3 Harmoniques

Il faut prendre en compte deux éléments pour la définition de niveaux de compatibilité relatifs aux harmoniques. La première est l'augmentation du nombre de sources perturbatrices. La seconde est la diminution de la part des charges purement résistives (chauffage), tenant lieu d'éléments amortissants, dans la charge totale. On peut donc s'attendre à une augmentation des niveaux harmoniques sur les réseaux de distribution tant que les émissions d'harmoniques ne seront pas efficacement limitées.

Les niveaux de compatibilité indiqués dans ce document doivent être compris comme relatifs aux états stationnaires ou quasi stationnaires. Ils sont donnés en tant que valeurs de référence pour les effets à long terme et pour les effets à très court terme.

- Les effets à long terme concernent principalement les conséquences thermiques sur les câbles, les transformateurs, les moteurs, les condensateurs, etc. Ils proviennent de niveaux harmoniques maintenus pendant 10 min ou plus.
- Les effets à très court terme concernent principalement la perturbation de dispositifs électroniques qui peuvent être sensibles à des niveaux harmoniques maintenus pendant 3 s ou moins. Les régimes transitoires ne sont pas compris dans ces effets.

Les niveaux de compatibilité relatifs aux tensions harmoniques individuelles pour les effets à long terme sont donnés dans le tableau 1. Le niveau de compatibilité correspondant au taux de distorsion harmonique total est $THD = 8 \%$.

Tableau 1 – Niveaux de compatibilité pour les tensions harmoniques individuelles dans les réseaux basse tension (valeurs efficaces en pourcentage de la valeur efficace de la composante fondamentale)

Harmoniques impairs non multiples de 3		Harmoniques impairs multiples de 3 ^a		Harmoniques pairs	
Rang harmonique h	Tension harmonique %	Rang harmonique h	Tension harmonique %	Rang harmonique h	Tension harmonique %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,4	6	0,5
13	3	21	0,3	8	0,5
$17 \leq h \leq 49$ 37	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$21 < h \leq 45$ 39	0,2	$10 \leq h \leq 59$ 40	$0,25 \times (10/h) + 0,25$
^a Les niveaux donnés pour les harmoniques de rangs impairs multiples de trois s'appliquent aux harmoniques homopolaires. Ainsi, sur un réseau triphasé sans conducteur de neutre ou en l'absence de charge raccordée entre une phase et la terre, la valeur des harmoniques de rangs 3 et 9 peut être nettement inférieure aux niveaux de compatibilité, suivant le déséquilibre du réseau.					

En ce qui concerne les effets à très court terme, les niveaux de compatibilité relatifs aux composantes harmoniques individuelles de la tension sont égaux aux valeurs données dans le tableau 1, multipliées par un coefficient k calculé comme indiqué ci-dessous:

$$k = 1,3 + \frac{0,7}{45} \times (h - 5)$$

Pour le taux de distorsion harmonique total, le niveau de compatibilité correspondant est $THD = 11 \%$.

NOTE Les niveaux de compatibilité donnés ci-dessus s'appliquent également aux encoches de commutation, dans la mesure où elles contribuent au contenu harmonique de la tension d'alimentation. Toutefois, en ce qui concerne leurs autres effets, y compris leur influence sur la commutation d'autres convertisseurs, ou leur influence sur d'autres équipements impliquant les rangs les plus élevés du spectre une description dans le domaine temporel est requise, voir la norme de produits correspondante.

4.4 Inter-harmoniques

L'état des connaissances concernant perturbations électromagnétiques impliquées dans les inter-harmoniques est toujours en développement. Voir l'annexe B pour une discussion plus approfondie.

La présente norme ne donne des niveaux de compatibilité que dans le cas de tensions inter-harmoniques à une fréquence proche de la fréquence fondamentale (50 Hz ou 60 Hz), donnant lieu à une modulation de l'amplitude de la tension d'alimentation.

Dans ce cas, certaines charges sensibles au carré de la tension, et notamment les systèmes d'éclairage, présentent un phénomène de battement qui se traduit par du flicker (voir 4.2). La fréquence de battement est égale à la différence entre les fréquences des deux tensions coexistantes, c'est-à-dire la fréquence fondamentale et la fréquence inter-harmonique.

Le niveau de compatibilité relatif à une tension inter-harmonique individuelle exprimé comme le rapport entre l'amplitude des tensions inter-harmonique et fondamentale est donné par la figure 2 en fonction de la fréquence de battement. Comme en 4.2, il est fondé sur une sévérité du flicker telle que $P_{st} = 1$ pour les lampes 120 V et 230 V. (Des mesures montrent souvent que plusieurs inter-harmoniques sont présentes).

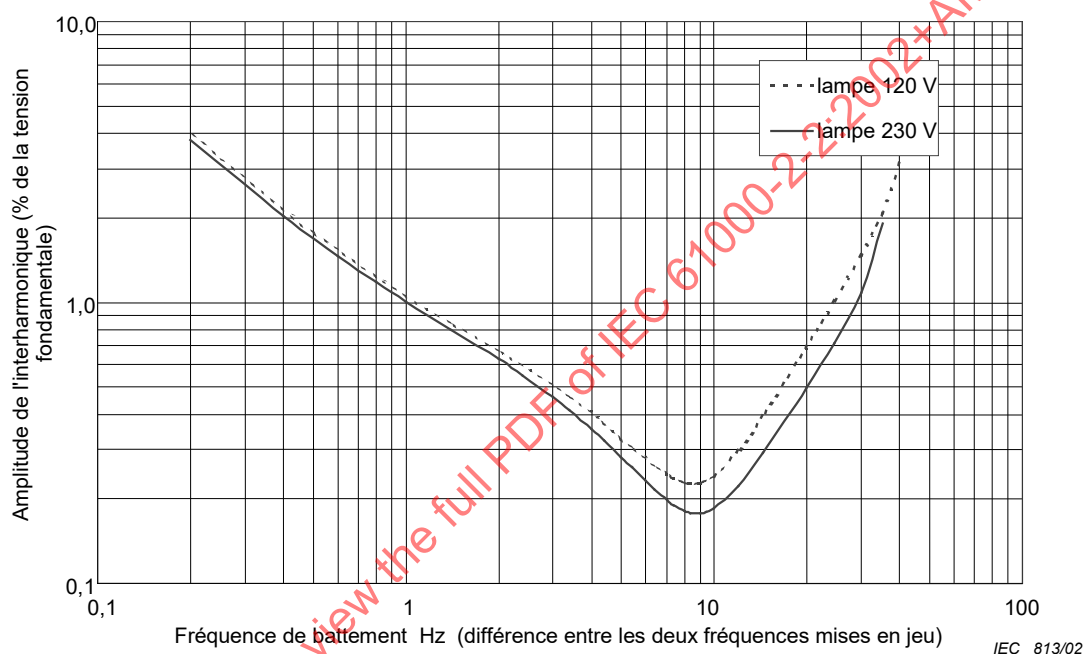


Figure 2 – Niveaux de compatibilité pour les tensions inter-harmoniques liées au flicker (effet de battement)

NOTE 1 Une situation semblable peut apparaître lorsqu'une tension harmonique d'amplitude significative (particulièrement de rang 3 ou 5) coïncide avec une tension inter-harmonique de fréquence proche. Dans ce cas, il convient que le phénomène soit également évalué conformément à la figure 2, en prenant pour amplitude le produit des amplitudes relatives des tensions harmonique et inter-harmonique qui donnent naissance à la fréquence de battement. Le résultat est rarement significatif.

NOTE 2 En dessous du rang inter-harmonique 0,2, les niveaux de compatibilité sont déterminés par similitude avec les exigences correspondant au flicker. Dans ce but, il est recommandé que la sévérité du flicker soit calculée conformément à l'annexe A de l'IEC 61000-3-7 en utilisant le facteur de forme fourni pour des fluctuations de tension périodiques sinusoïdales. On peut prudemment fixer la valeur du facteur de forme à 0,8 pour $0,04 < m \leq 0,2$ et à 0,4 pour $m \leq 0,04$.

4.11 Distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz

Dans le présent document, les distorsions de tension au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz sont considérées vis-à-vis de leurs effets à long terme, c'est-à-dire pour des durées d'au moins 10 min.

Dans le cas de distorsions de tension à des fréquences au-dessus du rang 40, il importe généralement peu qu'il s'agisse de fréquences harmoniques ou inter-harmoniques. Elles

peuvent apparaître à la fois à des fréquences discrètes et dans des bandes de fréquences relativement larges.

Le Tableau 2 fournit les niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 (exclu) et jusqu'à 9 kHz. Ces niveaux de compatibilité sont relatifs aux niveaux de distorsion de tension entre deux des conducteurs de phase ou entre un des conducteurs de phase et le conducteur de neutre, dans une bande de 200 Hz de largeur, définis comme suit:

$$u_{b,F} = \frac{100}{U_1} \times \sqrt{\sum_{n=1}^{100/\Delta f} U^2(F + n \cdot \Delta f)}$$

où

F (en Hz) est la fréquence centrale de la bande de 200 Hz considérée (F est comprise entre 2 100 Hz et 8 900 Hz pour les réseaux à 50 Hz et entre 2 500 Hz et 8 900 Hz pour les réseaux à 60 Hz);

$u_{b,F}$ est le niveau de distorsion de tension dans la bande de 200 Hz de largeur autour de la fréquence centrale F (exprimé en pourcentage de la composante fondamentale de la tension U_1);

U_1 (en V) est la valeur efficace de la composante fondamentale de la tension;

$U(F + n \cdot \Delta f)$ (en V) est la valeur efficace de la composante de la tension à la fréquence $f = F + n \cdot \Delta f$ mesurée avec une résolution en fréquence de Δf (en Hz).

NOTE 1 La bande de 200 Hz de largeur a été choisie pour être en accord avec la largeur de bande spécifiée dans la CISPR 16-1-1 pour les fréquences supérieures à 9 kHz.

Tableau 2 – Niveaux de compatibilité pour la distorsion de tension en mode différentiel $u_{b,F}$ au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz

Bande de fréquences kHz	Niveaux de compatibilité %
2 (2,4) ^a à 3	1,4
3 à 9	1,4 à 0,65 ^b
^a La bande de fréquences est de 2 kHz à 3 kHz pour les réseaux à 50 Hz et de 2,4 kHz à 3 kHz pour les réseaux à 60 Hz. ^b Le logarithme du niveau décroît linéairement avec le logarithme de la fréquence dans la bande comprise entre 3 kHz et 9 kHz.	

Ces niveaux de compatibilité sont des niveaux de référence pour la coordination CEM lors de la définition des limites d'émission en mode différentiel pour les émissions non intentionnelles.

NOTE 2 Compte tenu des hypothèses suivantes, une marge d'émission supérieure ou égale à 3 dB entre les limites d'émission par appareil en mode différentiel pour les émissions non intentionnelles et les niveaux de compatibilité correspondants est suffisante:

- pour chaque bande de 200 Hz de largeur, la probabilité de dépassement du niveau de compatibilité est inférieure à 5 %;
- à un emplacement donné, le niveau de perturbation dans une même bande de 200 Hz de largeur n'est pas dû à plus de deux appareils générant en même temps des émissions non intentionnelles proches de la limite d'émission;
- les émissions non intentionnelles provenant d'appareils distincts sont générées indépendamment les unes des autres.

Lors de la définition des exigences d'immunité pour les appareils, les niveaux de compatibilité pour les émissions non intentionnelles indiqués au Tableau 2 sont des niveaux de référence pour la coordination CEM qu'il convient de prendre en compte avec les niveaux de compatibilité définis en 4.10.2 et 4.10.3 pour les signaux émis par les MCS.

4.12 Distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 150 kHz

4.12.1 Généralités

Dans le présent document, les distorsions de tension de 9 kHz à 150 kHz sont considérées vis-à-vis de leurs effets à long terme, c'est-à-dire pour des durées d'au moins 10 min.

Les niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 150 kHz, donnés en 4.12.2 et 4.12.3, sont relatifs aux niveaux de perturbation entre un des conducteurs de phase et le conducteur de neutre, mesurés avec un détecteur de quasi-crête et avec une largeur de bande de 200 Hz conformément à la CISPR 16-1-1.

Ces niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension sont des niveaux de référence pour la coordination CEM lors de la définition des limites d'émission en mode différentiel pour les émissions non intentionnelles. Cependant, si les limites d'émission sont relatives aux niveaux de distorsion de tension mesurés entre un des conducteurs du réseau d'alimentation (phase ou neutre) et la terre (tensions dissymétriques) conformément à la CISPR 16-2-1, les niveaux de référence pour la coordination CEM lors de la définition des limites d'émission pour les distorsions de tensions dissymétriques sont inférieurs de 6 dB aux niveaux de compatibilité donnés en 4.12.2 et 4.12.3 pour les distorsions de tension en mode différentiel.

NOTE Compte tenu des hypothèses suivantes, une marge d'émission supérieure ou égale à 3 dB entre les limites d'émission par appareil en mode différentiel pour les émissions non intentionnelles et les niveaux de compatibilité correspondants, ou une différence supérieure ou égale à 9 dB (3 dB pour la marge d'émission + 6 dB pour le facteur de conversion entre les tensions dissymétriques et la tension en mode différentiel) entre les limites d'émission par appareil pour les distorsions de tensions dissymétriques et les niveaux de compatibilité en mode différentiel donnés en 4.12.2 et en 4.12.3, est suffisante:

- pour chaque bande de 200 Hz de largeur, la probabilité de dépassement du niveau de compatibilité est inférieure à 5 %;
- à un emplacement donné, le niveau de perturbation dans une même bande de 200 Hz de largeur n'est pas dû à plus de deux appareils générant en même temps des émissions non intentionnelles proches de la limite d'émission;
- les émissions non intentionnelles provenant d'appareils distincts sont générées indépendamment les unes des autres.

Lors de la définition des exigences d'immunité pour les appareils, les niveaux de compatibilité pour les émissions non intentionnelles indiqués en 4.12 sont des niveaux de référence pour la coordination CEM qu'il convient de prendre en compte avec les niveaux de compatibilité définis en 4.10.4 et 4.10.5 pour les signaux émis par les MCS.

4.12.2 Bande de fréquences de 9 kHz à 30 kHz

Le Tableau 3 fournit les niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 30 kHz.

Tableau 3 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 30 kHz^a

Bande de fréquences	Niveaux de compatibilité
kHz	dB(μV)
9 à 30	129,5 à 122 ^b
^a Pour la coordination CEM lors de la définition des limites d'émission pour les distorsions de tension dissymétriques, voir 4.12.1.	
^b Le niveau décroît linéairement avec le logarithme de la fréquence dans la bande comprise entre 9 kHz et 30 kHz.	

4.12.3 Bande de fréquences de 30 kHz à 150 kHz

(A l'étude)

4.5 Creux de tension et coupures brèves

Ces phénomènes sont présentés à l'annexe B ainsi que dans l'IEC 61000-2-8.

4.6 Déséquilibre de tension

Dans cette norme, le déséquilibre de tension n'est considéré que pour les effets longs termes, c'est-à-dire sur 10 min ou plus. On ne considère dans cette norme que le déséquilibre de tension relativement à la composante inverse qui est pertinente lorsqu'on s'intéresse aux interférences possibles avec les équipements raccordés aux réseaux de distribution d'énergie basse tension.

NOTE Pour les réseaux où le point neutre est directement relié à la terre, le taux de déséquilibre homopolaire peut également être approprié.

Le déséquilibre de tension causé par une charge monophasée raccordée entre deux phases est pratiquement égal au rapport de la puissance de cette charge à la puissance de court-circuit du réseau triphasé.

Le niveau de compatibilité correspond à une composante inverse égale à 2 % de la composante directe. Des valeurs jusqu'à 3 % peuvent apparaître, spécialement dans certaines zones où il est courant de raccorder de fortes charges monophasées.

4.7 Surtensions transitoires

Ces phénomènes sont présentés à l'annexe B.

Compte tenu des différences qui existent en termes d'amplitude et d'énergie entre les surtensions transitoires de différentes origines (principalement la foudre et les manœuvres), aucun niveau de compatibilité n'est spécifié. Voir l'IEC 60664-1 pour la coordination d'isolement.

4.8 Variations temporaires de la fréquence du réseau

Dans les réseaux publics d'alimentation, la fréquence est maintenue aussi proche que possible de sa valeur nominale, dans une mesure qui dépend principalement de la taille totale des systèmes électriques interconnectés de manière synchrone. Dans la plupart des cas, la largeur de l'intervalle de variation de la fréquence nominale est inférieure à 1 Hz. Lorsqu'une interconnexion synchrone est mise en place à l'échelle d'un continent, les variations sont habituellement beaucoup plus faibles. Les réseaux insulaires, non reliés de manière synchrone avec un grand système peuvent subir des variations de fréquence plus importantes.

Le niveau de compatibilité relatif aux variations temporaires de fréquence est fixé à ± 1 Hz.

En régime permanent, l'écart entre la fréquence et la fréquence nominale est beaucoup plus faible.

NOTE Pour certains équipements, la vitesse d'évolution de la fréquence est importante.

4.9 Composantes continues

Sur les réseaux publics d'alimentation objets de cette norme, la tension ne contient normalement pas de composante continue significative. Cela peut toutefois se produire en présence de charges absorbant des courants non symétriques. Les événements incontrôlables tels que les orages géomagnétiques sont exclus.

La grandeur critique est le niveau de courant continu. La valeur de la tension continue dépend du courant continu, mais aussi d'autres paramètres et notamment de la résistance du réseau

au point considéré. De ce fait, aucun niveau de compatibilité n'est spécifié pour le niveau de tension continu. Voir annexe B.

4.10 Signaux émis par les systèmes de ~~transmission de signaux sur~~ communication par le réseau d'alimentation jusqu'à 150 kHz

4.10.1 Généralités

Bien que les réseaux publics aient pour fin principale l'alimentation des clients en énergie électrique, les gestionnaires de réseau les utilisent également pour la transmission de signaux ~~dans le but à des fins de gestion du réseau, comme~~ par exemple, le pilotage de ~~piloter~~ certains types de charges. Ces réseaux ne sont pas utilisés pour la transmission de signaux entre usagers privés.

~~Techniquement, les systèmes de télécommande consistent en une source de tension inter-harmonique, voir 4.4 et annexe B. Dans ce cas, la tension de signalisation est émise intentionnellement sur une portion déterminée de réseau. La fréquence et la tension du signal émis sont prédéterminées et le signal est émis à des heures particulières.~~

~~Il est nécessaire de prendre en considération le niveau de tension des signaux de télécommande pour coordonner l'immunité des équipements raccordés aux réseaux sur lesquels ces signaux sont émis.~~

~~La conception d'un système de transmission de signaux sur le réseau doit répondre à trois contraintes:~~

- ~~— assurer la compatibilité entre installations voisines;~~
- ~~— éviter les interférences entre le système de transmission de signaux et ses éléments et les équipements raccordés au réseau ou faisant partie du réseau;~~
- ~~— empêcher le système de transmission de signaux de perturber les équipements raccordés au réseau ou faisant partie du réseau.~~

~~Quatre systèmes de transmission de signaux sur le réseau sont décrits à l'article 10 de l'IEC 61000-2-1. (Les plages de fréquences mentionnées sont des valeurs nominales; elles relèvent de la pratique).~~

Techniquement, les signaux des MCS sont émis intentionnellement sur une portion déterminée du réseau d'alimentation. Les fréquences et les tensions du signal émis sont prédéterminées et le signal est émis à des heures particulières.

Lors de la définition des exigences d'immunité pour les appareils raccordés à des réseaux sur lesquels un MCS est utilisé, les niveaux de compatibilité indiqués de 4.10.2 à 4.10.5 pour les signaux émis par les MCS sont des niveaux de référence pour la coordination CEM qu'il convient de prendre en compte avec les niveaux de compatibilité définis en 4.3, 4.4, 4.11 et 4.12 pour les émissions non intentionnelles.

Il convient que la conception des MCS réponde à trois objectifs:

- assurer la compatibilité entre des MCS voisins;
- éviter que les MCS ne soient perturbés par d'autres appareils raccordés au réseau;
- éviter que les MCS ne perturbent d'autres appareils raccordés au réseau.

Les niveaux de compatibilité pour les signaux émis par les MCS dans les différentes bandes de fréquences sont indiqués de 4.10.2 à 4.10.5.

4.10.2 Systèmes de télécommande centralisée (de 110 Hz à 3 000 Hz)

Les signaux de télécommande centralisée sont transmis sous forme de suite d'impulsions. La durée de chaque impulsion est comprise entre 0,1 s et 7 s, et la durée de l'ensemble de la

séquence est comprise entre 6 s et 180 s. Typiquement, une impulsion a une durée d'environ 0,5 s et la séquence une durée d'environ 30 s.

Ces systèmes fonctionnent généralement dans la ~~plage~~ bande de fréquences comprise entre 110 Hz et 3 000 Hz. L'amplitude des signaux sinusoïdaux injectés est de l'ordre de 2 % à 5 % de la tension d'alimentation nominale, en fonction des pratiques locales mais des phénomènes de résonance peuvent entraîner une amplification des niveaux jusqu'à 9 %. Dans les systèmes les plus récemment installés, les signaux sont habituellement compris entre 110 Hz et 500 Hz.

~~Dans certains pays, la courbe dite «de Meister», donnée à la figure 3, est officiellement reconnue. Lorsque la courbe «de Meister» n'est pas utilisée, l'amplitude des signaux émis dans cette gamme de fréquence ne devrait pas dépasser les niveaux figurant dans le tableau 1 pour les harmoniques impaires (non multiples de 3).~~

Les niveaux de compatibilité pour les signaux de télécommande centralisée sont fournis par la courbe dite «de Meister» de la Figure 3, où U_s/U_n est le niveau de signal (U_s) exprimé en pourcentage de la tension nominale (U_n) du réseau d'alimentation.

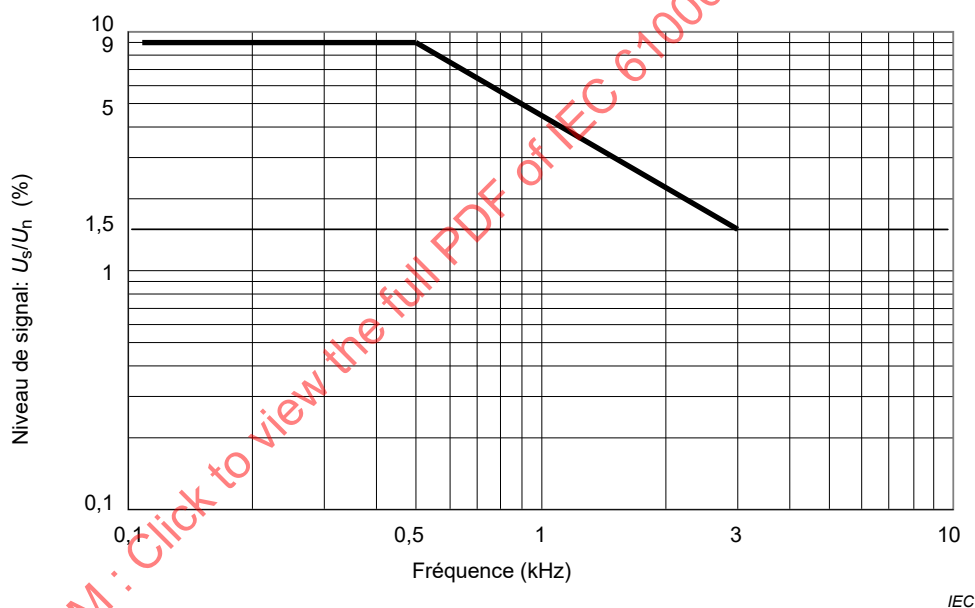
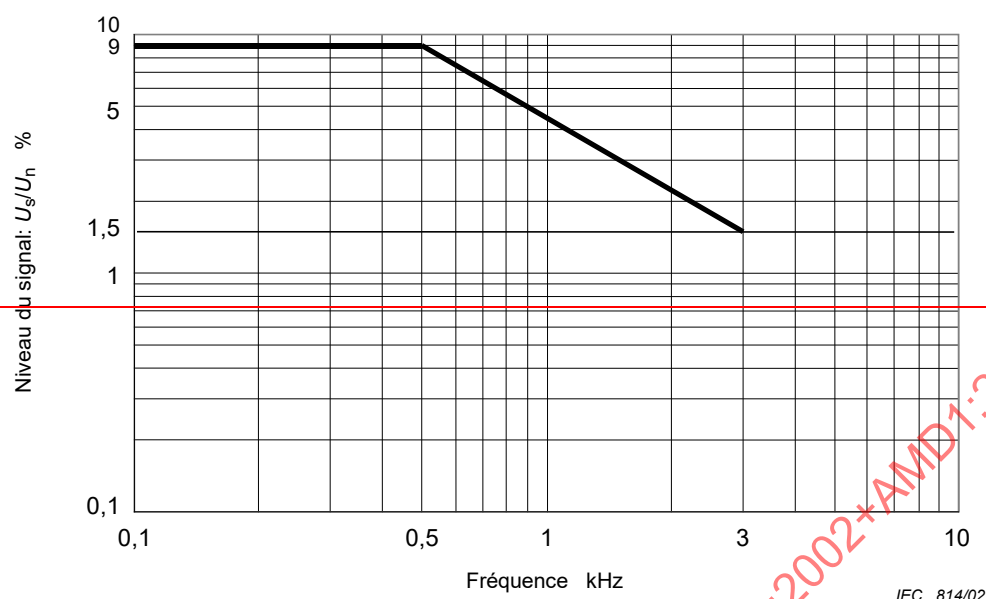


Figure 3 – Courbe «de Meister» pour les systèmes de télécommande centralisée ~~dans~~ sur les réseaux publics (100 110 Hz à 3 000 Hz)

4.10.3 Systèmes de ~~courants porteurs en ligne moyenne fréquence (de 3 kHz à 20 kHz)~~ communication par le réseau d'alimentation (bande de 3 kHz à 9 kHz)

~~A l'étude.~~

Le niveau de compatibilité pour les signaux émis par les MCS dans la bande de fréquences de 3 kHz à 9 kHz est égal à 140 dB(μV). Ce niveau de compatibilité est relatif aux niveaux des signaux émis par les MCS, entre un des conducteurs de phase et le conducteur de neutre (tension en mode différentiel), mesurés avec un détecteur de crête et avec une bande de 200 Hz de largeur conformément à la CISPR 16-1-1.

NOTE Les signaux des MCS sont émis en mode différentiel. Par conséquent, les niveaux des signaux émis par les MCS entre un conducteur de phase et le conducteur de neutre (tension en mode différentiel) sont supérieurs de 6 dB aux niveaux des signaux émis par les MCS mesurés conformément à l'IEC 61000-3-8 entre un des conducteurs du réseau d'alimentation (phase ou neutre) et la terre (tensions dissymétriques). Comme en principe

une seule source de signal est active à un instant donné, la marge d'émission supplémentaire de 3 dB (voir la note en 4.12.1) n'est pas nécessaire ici, et le niveau de compatibilité en mode différentiel donné en 4.10.3 est juste supérieur de 6 dB au niveau maximal du signal de sortie défini dans l'IEC 61000-3-8.

4.10.4 Systèmes de ~~courants porteurs en ligne~~ radiofréquence (de 20 kHz à 148,5 kHz) communication par le réseau d'alimentation (bande de 9 kHz à 95 kHz)

~~A l'étude.~~

Le niveau de compatibilité pour les signaux émis par les MCS dans la bande de fréquences de 9 kHz à 95 kHz est égal à 140 dB(μV) à 9 kHz et décroît linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 126 dB(μV) à 95 kHz. Ce niveau de compatibilité est relatif aux niveaux des signaux émis par les MCS, entre un des conducteurs de phase et le conducteur de neutre (tension en mode différentiel), mesurés avec un détecteur de crête et avec une bande de 200 Hz de largeur conformément à la CISPR 16-1-1.

NOTE Les signaux des MCS sont émis en mode différentiel. Par conséquent, les niveaux des signaux émis par les MCS entre un conducteur de phase et le conducteur de neutre (tension en mode différentiel) sont supérieurs de 6 dB aux niveaux des signaux émis par les MCS mesurés conformément à l'IEC 61000-3-8 entre un des conducteurs du réseau d'alimentation (phase ou neutre) et la terre (tensions dissymétriques). Comme en principe une seule source de signal est active à un instant donné, la marge d'émission supplémentaire de 3 dB (voir la note en 4.12.1) n'est pas nécessaire ici, et le niveau de compatibilité en mode différentiel donné en 4.10.4 est juste supérieur de 6 dB au niveau maximal du signal de sortie défini dans l'IEC 61000-3-8.

4.10.5 Systèmes ~~à marquage d'ordre~~ de communication par le réseau d'alimentation (bande de 95 kHz à 150 kHz)

~~En raison des caractéristiques très hétérogènes des différents systèmes, aucune recommandation générale ne peut être donnée, et il appartient aux constructeurs de garantir la compatibilité entre leurs systèmes et le réseau d'alimentation.~~

Le niveau de compatibilité pour les signaux émis par les MCS dans la bande de fréquences de 95 kHz à 150 kHz est égal à 128 dB(μV). Ce niveau de compatibilité est relatif aux niveaux des signaux émis par les MCS, entre un des conducteurs de phase et le conducteur de neutre (tension en mode différentiel), mesurés avec un détecteur de crête et avec une bande de 200 Hz de largeur conformément à la CISPR 16-1-1.

NOTE 1 Les signaux des MCS sont émis en mode différentiel. Par conséquent, les niveaux des signaux émis par les MCS entre un conducteur de phase et le conducteur de neutre (tension en mode différentiel) sont supérieurs de 6 dB aux niveaux des signaux émis par les MCS mesurés conformément à l'IEC 61000-3-8 entre un des conducteurs du réseau d'alimentation (phase ou neutre) et la terre (tensions dissymétriques). Comme en principe une seule source de signal est active à un instant donné dans la même bande de 200 Hz de largeur, la marge d'émission supplémentaire de 3 dB (voir la note en 4.12.1) n'est pas nécessaire ici, et le niveau de compatibilité en mode différentiel donné en 4.10.5 est juste supérieur de 6 dB au niveau maximal du signal de sortie défini dans l'EN 50065-1.

NOTE 2 La bande de fréquences comprise entre 95 kHz et 150 kHz se compose de trois sous-bandes: 95 kHz à 125 kHz, 125 kHz à 140 kHz et 140 kHz à 150 kHz. Les exigences relatives aux signaux sont différentes dans chacune de ces trois sous-bandes.

Annexe A **(informative)**

Le rôle des niveaux de compatibilité et de planification en CEM

A.1 Le besoin de niveaux de compatibilité

La compatibilité électromagnétique (CEM) traite de la dégradation possible des performances d'un matériel électrique ou électronique en raison des perturbations présentes dans l'environnement électromagnétique où le matériel fonctionne. Deux conditions sont essentielles pour garantir la compatibilité:

- il est nécessaire que l'émission de perturbations dans l'environnement électromagnétique soit maintenue en dessous du niveau qui conduirait à une dégradation inacceptable des performances du matériel fonctionnant dans cet environnement;
- il est nécessaire que tout matériel fonctionnant dans l'environnement électromagnétique possède une immunité suffisante à toutes les perturbations, pour les niveaux qui sont les leurs dans l'environnement.

Les limites d'émission et d'immunité ne peuvent être fixées indépendamment l'une de l'autre. Évidemment, plus les émissions sont efficacement contrôlées et moins les exigences d'immunité concernant le matériel sont strictes. De la même manière, il n'est pas nécessaire d'imposer des limites d'émission très strictes si le matériel est fortement immunisé aux perturbations.

Il est donc nécessaire de bien coordonner les limites d'émission et d'immunité. C'est la principale fonction des niveaux de compatibilité indiqués dans cette norme.

Les perturbations concernées sont les phénomènes conduits sur les réseaux publics alternatifs de distribution basse tension. En effet, le réseau d'alimentation dont le rôle est de transporter l'énergie électrique depuis les centrales de production jusqu'aux équipements consommateurs, conduit également et fortuitement les perturbations électromagnétiques depuis leur source vers le matériel qui y est sensible.

Trois facteurs ont été pris en compte lors de la définition des niveaux de compatibilité relatifs aux différents phénomènes:

- le niveau de compatibilité est le niveau de perturbation susceptible d'apparaître dans l'environnement, avec une faible probabilité de dépassement ($< 5\%$). Pour certaines perturbations, les niveaux observés sont en augmentation et une vision à long terme est donc nécessaire;
- il s'agit d'un niveau de perturbation qui peut être maintenu en appliquant des règles réalistes de limitation des émissions;
- il s'agit du niveau de perturbation auquel un matériel fonctionnant dans l'environnement correspondant nécessite d'être immunisé, avec une marge convenable.

A.2 Relation entre niveau de compatibilité et niveaux d'immunité

Pour chaque phénomène, il faut considérer le niveau de compatibilité comme le niveau de perturbation susceptible d'apparaître dans l'environnement correspondant. Tout matériel destiné à fonctionner dans cet environnement nécessite une immunité supérieure ou égale à ce niveau de perturbation. Une marge adaptée au matériel en question sera normalement conservée entre les niveaux de compatibilité et d'immunité.

De plus, les niveaux de compatibilité ont été fixés pour les perturbations, considérées individuellement et, dans le cas des harmoniques et des inter-harmoniques, pour des fréquences individuelles. En pratique, il faut admettre que plusieurs perturbations coexistent généralement dans l'environnement et que les performances de certains matériels peuvent être dégradées en présence d'une combinaison particulière de perturbations, même si chacune est inférieure au niveau de compatibilité correspondant.

Par exemple, dans le cas des harmoniques et des inter-harmoniques, certaines combinaisons de fréquences, d'amplitudes et de phases peuvent considérablement modifier la valeur crête de la tension, et/ou son point de passage par zéro. La présence d'autres perturbations peut encore compliquer la situation.

Dans la mesure où le nombre de combinaisons possibles est infini, il est impossible de fixer des niveaux de compatibilité pour les combinaisons de perturbations.

Ainsi, s'il existe une combinaison de perturbations (inférieures aux niveaux de compatibilité) conduisant à une dégradation des performances d'un produit donné, cette combinaison nécessite d'être identifiée afin que l'immunité du produit soit spécifiée en conséquence.

A.3 Relation entre niveau de compatibilité et limites d'émission

Il faut tout d'abord noter que certaines perturbations trouvent leur origine dans des phénomènes atmosphériques, notamment la foudre, ou dans la réponse normale et inévitable du réseau d'alimentation, correctement conçu, aux défauts électriques ou à l'enclenchement de charges et d'équipements particuliers. Dans cette catégorie figurent les surtensions transitoires, les creux de tension et les coupures brèves de l'alimentation. Aucune limite d'émission ne peut être définie pour ces phénomènes dans la mesure où les sources de perturbation sont incontrôlables. Dans ce cas, les niveaux de compatibilité reflètent la sévérité des perturbations qui peuvent être attendues en pratique.

Toutefois, de nombreuses perturbations trouvent leur origine dans les applications de l'électricité raccordées au réseau public ou, dans une moindre mesure, dans le matériel de réseau lui-même. Les perturbations surviennent lorsque de tels équipements absorbent un courant qui n'est pas une fonction constante ou régulière de la tension d'alimentation, mais qui présente des variations soudaines ou qui ne suit pas le cycle complet de l'onde de tension. Ces courants déformés circulent à travers les impédances du réseau d'alimentation et engendrent des déformations analogues sur la tension.

Bien que la réduction de l'impédance du réseau soit parfois nécessaire pour atténuer les effets de certaines sources de perturbations particulières, ces impédances sont le plus souvent fixées sur la base de considérations telles que le réglage de tension et d'autres considérations sans relation avec l'atténuation des perturbations.

Les déformations de la tension sont, à leur tour, conduites vers d'autres équipements dont certains y sont sensibles. Les niveaux de perturbations présents aux bornes de ces équipements dépendent du type, du nombre, et de l'emplacement des équipements perturbateurs fonctionnant à un instant donné et également de la manière dont les perturbations issues de ces diverses sources se combinent de façon telle qu'elles engendrent des niveaux de perturbation particuliers à des emplacements spécifiques. Il convient que ces niveaux restent inférieurs aux niveaux de compatibilité.

La relation qui existe entre le niveau de compatibilité et les limites d'émission est donc plus complexe que celle qui existe entre le niveau de compatibilité et le niveau d'immunité. D'une part, les sources de perturbations sont très variées, d'autre part, et tout particulièrement dans le cas de perturbations basse fréquence, la limite imposée à chaque source tient compte du fait que les perturbations émises par une source se combinent avec celles produites par un grand nombre de sources semblables. C'est le niveau de perturbation résultant qui sera comparé au niveau de compatibilité. De plus, beaucoup de limites d'émission sont exprimées en courant, alors que les niveaux de compatibilité sont exprimés en tension pour la plupart des perturbations. Cela rend nécessaire la prise en compte de l'impédance du réseau.

Néanmoins, l'application de limites d'émission permet de garantir que le niveau de perturbation réel ne dépassera pas le niveau de compatibilité, en dehors des cas faiblement probables acceptés en CEM.

Cela signifie que les limites d'émission relatives à un type d'équipement donné ne peuvent pas être définies indépendamment mais nécessitent, pour chaque perturbation, d'être coordonnées avec les limites imposées à tous les autres équipements générant cette perturbation. Il est important que la coordination soit telle que, lorsque toutes les sources respectent les limites qui leur sont individuellement imposées et fonctionnent avec une simultanéité normale pour l'environnement correspondant, le niveau de perturbation résultant soit inférieur au niveau de compatibilité.

Les sources de perturbations sont extrêmement variées, mais il est utile de les diviser en deux grandes catégories:

- **Installations et équipements de forte puissance:** Par le passé, cette catégorie constituait pratiquement les seules sources de perturbations basse fréquence, comme les harmoniques et les fluctuations de tension. Une caractéristique importante de ces installations est que leur existence est toujours portée à la connaissance du fournisseur d'électricité qui a alors la possibilité, en collaboration avec le propriétaire ou l'exploitant de l'installation, de définir des conditions de fonctionnement permettant de limiter les émissions à un niveau acceptable et des conditions d'alimentation permettant de garantir que les perturbations produites ne perturberont pas d'autres équipements raccordés au réseau d'alimentation. La solution dépend du lieu considéré.
- **Appareils de faible puissance:** Dans une mesure toujours croissante, les appareils de relativement faible puissance, largement utilisés dans les installations domestiques, tertiaires et dans la petite industrie constituent des sources significatives de perturbations basse fréquence. Ces appareils sont achetés librement et installés généralement à l'insu du distributeur d'électricité. Dans l'absolu, l'émission d'un de ces appareils, pris individuellement, est faible, mais un grand nombre d'entre eux est raccordé au réseau. Dans la plupart des pays, ils représentent 50 % de la consommation d'électricité. De plus, l'émission de la plupart de ces appareils est importante, comparativement à leur puissance nominale. Ce type de matériel est donc devenu une source importante et croissante de perturbations basse fréquence. La seule solution permettant de contrôler ces émissions est de s'assurer que les appareils sont conçus et construits conformément aux normes fixant les limites d'émission correspondantes.

Ainsi, dans le but de conserver le niveau de compatibilité comme une indication réaliste du niveau de perturbation maximal probable dans l'environnement électromagnétique, il est nécessaire de coordonner de manière cohérente les limites d'émission adoptées pour cette large gamme de produits, depuis les installations de forte puissance portées à la connaissance du fournisseur d'électricité jusqu'aux appareils de faible puissance que les utilisateurs installent à discrétion.

NOTE Les installations considérées spécifiquement par le fournisseur d'électricité peuvent comporter un grand nombre d'équipements professionnels de faible puissance. Dans ce cas, cependant, les émissions sont ramenées à l'ensemble de l'installation et on n'applique pas de limites individuelles aux équipements.

A.4 Niveaux de planification

En ce qui concerne les installations et les charges de forte puissance, un rôle particulier est dévolu aux responsables du réseau d'alimentation. Ils utilisent la notion de niveau de planification (voir définition 3.1.5) pour déterminer les limites d'émission applicables à ces installations.

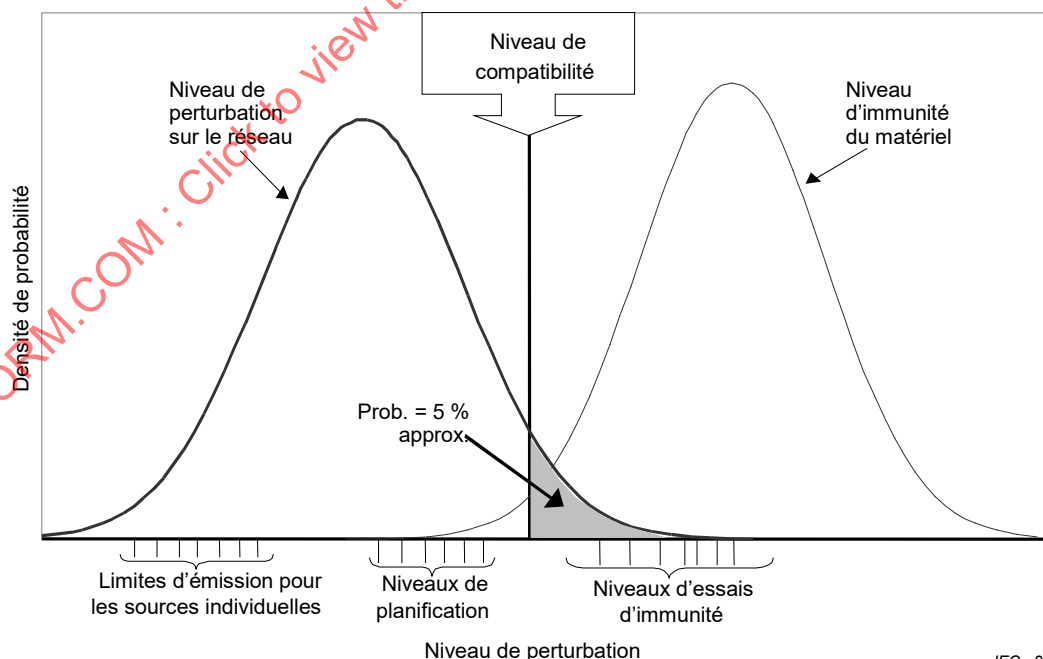
Les niveaux de planification s'appliquent en premier lieu aux réseaux moyenne et haute tension. Cependant, les perturbations conduites basse fréquence se propagent à la fois vers les réseaux basse tension et vers les niveaux de tension supérieurs. La coordination des limites d'émission prendra donc en compte l'ensemble des niveaux de tension.

L'utilisation des niveaux de planification est décrite dans les rapports techniques IEC/TR3 61000-3-6 et IEC/TR3 61000-3-7. Les points les plus importants sont les suivants.

- Le niveau de planification est une valeur choisie par l'entité responsable de la planification et de l'exploitation du réseau d'alimentation dans une zone donnée. Il est utilisé pour fixer les limites d'émission applicables aux installations et aux charges de forte puissance devant être raccordées au réseau dans cette zone. Il aide à partager le droit à perturber aussi équitablement que possible.
- Le niveau de planification sera inférieur au niveau de compatibilité. On conserve généralement entre ces deux niveaux une marge établie en fonction de certains facteurs comme le type de perturbation concerné, la structure et les caractéristiques électriques du réseau d'alimentation (correctement conçu et entretenu), les niveaux de perturbation préexistants sur le réseau, la possibilité d'une résonance et les profils de charge. Il dépend donc du point considéré.
- Bien que le niveau de planification soit principalement lié aux installations et aux équipements de forte puissance, il faut également prendre en compte la présence de nombreuses autres sources perturbatrices, notamment celle d'un grand nombre d'appareils de faible puissance raccordés en basse tension. La marge disponible pour tolérer l'émission des installations de forte puissance dépend en pratique de l'efficacité des limites imposées aux appareils de faible puissance. Toute difficulté sur ce plan est le signe qu'il est nécessaire d'appliquer des règles d'émission plus strictes aux appareils de faible puissance. Il s'agit principalement de s'assurer que le niveau de perturbation prévu ne dépasse pas le niveau de compatibilité.

A.5 Illustration des niveaux de compatibilité, d'émission, d'immunité et de planification

Les diverses limites et niveaux CEM sont représentés sur la figure A.1. Bien qu'elle ne soit pas exacte d'un point de vue mathématique, cette figure illustre les relations entre les différentes valeurs. La figure tente d'avoir une signification schématique seulement. En particulier, les positions relatives des deux courbes montrent qu'un recouvrement peut se produire, mais ne devraient pas être interprété comme une indication précise de l'extension du recouvrement.



IEC 815/02

Figure A.1 – Relation entre niveaux de compatibilité, d'immunité, de planification et d'émission

Annexe B (informative)

Présentation de quelques phénomènes de perturbation

B.1 Décomposition de tensions et courants non sinusoïdaux

La distorsion de la tension d'alimentation – par rapport à la forme d'onde sinusoïdale – est équivalente à la superposition sur la tension idéale d'une ou plusieurs tensions sinusoïdales à des fréquences indésirables. Il en va de même pour les courants. Dans la suite de cette annexe, tensions et courants sont désignés par le terme «grandeurs».

L'analyse en série de Fourier (VEI 101-13-08) permet de décomposer une fonction non sinusoïdale mais périodique en une somme de composantes, l'une continue, et les autres sinusoïdales à des fréquences croissantes. La fréquence la plus basse de la série est nommée fréquence fondamentale f_f (VEI 101-14-49). Les autres fréquences de la série sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale et sont nommées fréquences harmoniques. On fait référence à ces composantes de la quantité périodique respectivement en tant que composante fondamentale et composantes harmoniques.

La transformée de Fourier (VEI 101-13-09) peut être appliquée à une fonction quelconque, périodique ou non périodique. Le résultat de la transformation est un spectre dans le domaine fréquentiel qui, dans le cas d'une fonction du temps non périodique, est une fonction continue sans composante fondamentale. Le cas particulier de l'application à une fonction périodique montre des raies spectrales dans le domaine fréquentiel, où les raies du spectre sont le fondamental et les harmoniques de la série de Fourier correspondante.

La transformée de Fourier discrète (DFT – Discrete Fourier Transform) est l'application pratique de la transformée de Fourier. Dans la pratique, le signal est analysé sur une période de temps limité (une fenêtre d'observation de durée T_W) qui utilise un nombre fini d'échantillons du signal mesuré (M). Le résultat de la DFT dépend du choix des paramètres T_W et M . L'inverse de T_W est la fréquence de base f_b de la DFT.

La DFT est appliquée au signal mesuré à l'intérieur de la fenêtre d'observation. Le signal n'est pas analysé en dehors de la fenêtre d'observation, mais il est supposé s'y répéter identique à lui-même. Il en résulte une approximation du signal réel au moyen d'un signal virtuel qui est rigoureusement périodique et dont la période est la durée de la fenêtre d'observation.

La transformée rapide de Fourier (FFT – Fast Fourier Transform) est un algorithme particulier, permettant de réduire significativement les temps de calcul. Cet algorithme demande que le nombre d'échantillons (M) soit un multiple entier de 2 ($M = 2^l$). (En d'autres termes, que la fréquence d'échantillonnage soit égale à une puissance fixe de 2 fois la fréquence fondamentale.) Cependant, les processeurs modernes permettant le traitement numérique des signaux ont de telles performances que les calculs supplémentaires liés à la DFT (tables de fonctions sinus et cosinus) peuvent s'avérer plus simples et économiques que la mise en œuvre d'une FFT asservie en fréquence.

Pour que le résultat de la DFT appliquée à une fonction considérée comme périodique (voir B.1.1) soit le même que le résultat donné par une analyse en série de Fourier, il est nécessaire que la fréquence fondamentale soit un multiple entier de la fréquence de base (cela exige que la fréquence d'échantillonnage soit rigoureusement un multiple entier de la fréquence de base [$f_s = M \times f_b$]). La synchronisation de l'échantillonnage est essentielle. En effet, une perte de synchronisme peut altérer le spectre, ajouter des raies supplémentaires et changer l'amplitude des raies réelles.

En conséquence, les techniques de mesure définies dans l'IEC 61000-4-7, ainsi que la définition de la fréquence fondamentale en 3.2.1, sont cohérentes pour l'application au domaine de l'électrotechnique et de l'électronique de puissance. Les autres cas demandent un examen complémentaire.

Pour illustrer ces propos, on peut examiner la superposition d'un système de télécommande centralisée dont le signal serait sinusoïdal à 175 Hz, sur la tension sinusoïdale à 50 Hz d'un réseau de distribution d'énergie.

Il en résulte un signal périodique dont la période est de 40 ms, soit une fréquence de 25 Hz. L'application de l'analyse en série de Fourier à cette tension conduit à une composante fondamentale de 25 Hz d'amplitude nulle et deux composantes harmoniques d'amplitude non nulle, l'harmonique de rang 2 (50 Hz) avec une amplitude égale à celle de la tension d'alimentation et l'harmonique de rang 7 (175 Hz) avec une amplitude égale à celle du système de télécommande centralisée. Les définitions données en 3.2 évitent la confusion implicite résultant de cette analyse et fournissent un résultat conforme à la pratique de la DFT (telle qu'elle est décrite dans l'IEC 61000-4-7), établissant le fondamental à 50 Hz et un inter-harmonique d'ordre 3,5.

NOTE 1 Lorsqu'on analyse la tension d'un système de distribution d'énergie, la composante à la fréquence fondamentale est la composante de plus grande amplitude. Ce n'est pas nécessairement la première raie du spectre obtenue en appliquant une DFT à la fonction temporelle.

NOTE 2 Lorsqu'on analyse un courant, la composante à la fréquence fondamentale n'est pas nécessairement la composante de plus grande amplitude.

B.1.1 Phénomènes variables avec le temps

Les tensions et courants d'un réseau de distribution d'électricité sont typiquement affectés par des commutations incessantes et des variations de charge aussi bien linéaires que non linéaires. Cependant, à des fins d'analyse, ils sont considérés comme stationnaires à l'intérieur de la fenêtre d'observation (approximativement 200 ms), qui est un multiple entier de la période de la tension d'alimentation. Les analyseurs d'harmoniques sont conçus pour donner le meilleur compromis que la technologie peut offrir (voir l'IEC 61000-4-7).

B.1.2 Définition de termes complémentaires

Les définitions suivantes sont complémentaires de celles données en 3.2 et peuvent être d'un usage commode.

B.1.2.1 résidu total de distorsion

grandeur obtenue en retranchant d'une grandeur alternative sa composante fondamentale, toutes les grandeurs étant traitées en tant que fonctions du temps

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

où

Q est la valeur efficace totale de la grandeur (tension ou courant);

Q_1 est la valeur efficace de la composante fondamentale.

Le résidu total de distorsion inclut à la fois les composantes harmoniques et les composantes inter-harmoniques. Voir également VEI 101-14-54 et VEI 551-20-11.

B.1.2.2

taux de distorsion total

TDR

rapport de la valeur efficace du résidu total de distorsion à la valeur efficace de la composante fondamentale d'une grandeur alternative
[VEI 551-20-14, modifiée]

$$TDR = \frac{TDC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

avec les mêmes notations qu'en B.1.2.1.

B.2 Inter-harmoniques ~~et composantes de tension aux fréquences supérieures à celle du rang 50~~

B.2.1 Sources de tensions et de courants ~~indésirables~~ inter-harmoniques

Les réseaux de distribution publics en courant alternatif sont conçus pour délivrer ~~une des~~ tensions ~~alternative~~ à la fréquence de 50 Hz ou 60 Hz. Dans la mesure du possible, il est souhaitable d'éviter sur ces réseaux la présence de tensions à d'autres fréquences. Toutefois, les nouvelles applications de l'électricité tendent à ~~superposer~~ accroître la superposition de tensions à des fréquences indésirables à l'onde de tension initiale ~~des fréquences indésirables~~. Ces fréquences indésirables sont ~~principalement~~ de plus en plus produites par les modules de conversion à électronique de puissance qui sont de plus en plus souvent inclus dans les équipements électriques.

Quelques exemples typiques de sources sont donnés ci-dessous:

- La plupart des composants électroniques nécessitent une alimentation à courant continu. A défaut de batteries ou d'une autre forme d'alimentation continue, il est habituel d'utiliser un module électronique qui extrait la puissance nécessaire de l'alimentation alternative et la restitue aux composants via une tension continue. L'alimentation à découpage est le dispositif le plus fréquemment utilisé pour cela. Cette technique entraîne cependant une absorption largement non linéaire de puissance sur le réseau d'alimentation en courant alternatif, ce qui se traduit par l'émission d'un grand nombre de fréquences harmoniques et inter-harmoniques, parfois ~~au-delà du 50^{ème}~~ au-dessus du rang 40. Lorsque ces courants circulent à travers les impédances du réseau, ils donnent naissance à des tensions aux fréquences correspondantes. Celles-ci se superposent alors à la tension d'alimentation délivrée à l'ensemble des utilisateurs. ~~Aux fréquences élevées, les émetteurs peuvent généralement être modélisés comme des sources de tension.~~
- Certaines applications électriques ~~nécessitent~~ ont besoin d'une tension alternative à une fréquence d'alimentation différente de celle du réseau d'alimentation. C'est notamment le cas des équipements à vitesse variable. Ici encore, la conversion est réalisée par ~~un des~~ dispositifs électroniques qui extraient la puissance nécessaire de l'alimentation et la restituent en aval via une tension à la fréquence voulue. Vus du réseau d'alimentation, ces dispositifs sont sources de courants à de nombreuses fréquences en plus de la fréquence d'alimentation. Bien que les fréquences harmoniques soient généralement les plus significatives, certains types de convertisseurs produisent également des inter-harmoniques.
- Les onduleurs ~~fonctionnant en~~ à source de tension et équipés de convertisseurs commandés par modulation de durée (largeur) d'impulsion côté réseau génèrent des harmoniques de la fréquence de modulation, qui n'est pas synchronisée avec la fréquence du réseau. ~~La fréquence de ces harmoniques est~~ Elles sont généralement à des fréquences élevées: fréquence de commutation et ses harmoniques. Les équipements de forte puissance, typiquement au-dessus de 1 MW et, connectés aux réseaux moyenne ou haute tension peuvent utiliser ~~des cycloconvertisseurs ou~~ des onduleurs fonctionnant ~~en source de courant~~ (à une fréquence sans synchronisation avec celle du réseau). Ils

peuvent produire des inter-harmoniques liés aux interactions entre le côté charge et le côté réseau.

D'un point de vue général, les convertisseurs électroniques de fréquence peuvent produire des fréquences discrètes entre ~~0 Hz et 2 500 Hz, voire au-delà~~ 0 Hz et 2 000 Hz (réseaux à 50 Hz) ou 2 400 Hz (réseaux à 60 Hz). (Voir l'IEC 61000-2-4, Annexe C).

- Les fours à arc ~~produisent~~ peuvent produire une grande quantité d'inter-harmoniques ~~et de composantes à des fréquences supérieures au rang 50~~. Il s'agit également d'équipements de forte puissance et donc non destinés à être connectés aux réseaux publics basse tension.
- Les machines ~~à souder par points~~ de soudage à l'arc produisent un spectre continu à large bande, associé à un processus intermittent lié aux opérations individuelles de soudage, d'une durée ~~de l'ordre de la~~ variant entre une et plusieurs secondes.
- Les moteurs asynchrones peuvent absorber un courant magnétisant irrégulier en raison des encoches rotor et stator et éventuellement de la saturation du fer. À la vitesse de rotation ~~nominale~~ normale du moteur, cela génère des inter-harmoniques à des fréquences ~~émises~~ comprises entre ~~les rangs~~ 10 fois et 40 fois la fréquence du réseau, mais lors du démarrage, elles parcourent tout le spectre de fréquence pour atteindre leur valeur finale.
- L'alimentation des réseaux de traction ferroviaire peut générer des inter-harmoniques à fréquence fixe, par exemple 16,7 Hz.

Les sources mentionnées ci-dessus sont raccordées aux réseaux basse, moyenne et haute tension. Leurs émissions provoquent l'apparition de tensions inter-harmoniques ~~et haute fréquence~~ qui se propagent à tous les niveaux de tension en fonction de l'impédance des réseaux. ~~Elles peuvent atteindre 0,5 % mais des valeurs supérieures peuvent également être observées, notamment en présence de phénomènes de résonances. Le bruit de fond inter-harmonique est de l'ordre de 0,02 % de la tension d'alimentation ; il est mesuré, dans ce cas, avec une bande passante de 10 Hz.~~

Les systèmes de ~~télécommande centralisée~~ transmission de signaux sur le réseau constituent une autre source ~~d'~~ de tensions inter-harmoniques, mais dans ce cas, les émissions sont intentionnelles et ~~elles sont soigneusement contrôlées~~ par les gestionnaires de réseaux et les utilisateurs pour assurer la compatibilité (voir 4.10).

B.2.2 Effets des tensions ~~indésirables~~ inter-harmoniques

Le phénomène de battement qui apparaît en présence d'une tension à une fréquence proche ~~du~~ de la fréquence fondamentale a été présenté en 4.4. Le tableau B.1 donne les niveaux de tensions inter-harmoniques correspondant aux niveaux de compatibilité donnés à la figure 2.

Tableau B.1 – Valeurs indicatives de la tension inter-harmonique dans les réseaux basse tension correspondant au niveau de compatibilité en ce qui concerne l'effet flicker

Rang m	Réseaux 50 Hz			Réseaux 60 Hz		
	Fréquence inter-harmonique f_m Hz	U_m %		Fréquence inter-harmonique f_m Hz	U_m %	
		Réseau 120 V	Réseau 230 V		Réseau 120 V	Réseau 230 V
$0,2 < m \leq 0,6$	$10 < f_m \leq 30$	0,68	0,51	$12 < f_m \leq 36$	0,95	0,69
$0,60 < m \leq 0,64$	$30 < f_m \leq 32$	0,57	0,43	$36 < f_m \leq 38,4$	0,79	0,58
$0,64 < m \leq 0,68$	$32 < f_m \leq 34$	0,46	0,35	$38,4 < f_m \leq 40,8$	0,64	0,48
$0,68 < m \leq 0,72$	$34 < f_m \leq 36$	0,37	0,28	$40,8 < f_m \leq 43,2$	0,50	0,38
$0,72 < m \leq 0,76$	$36 < f_m \leq 38$	0,29	0,23	$43,2 < f_m \leq 45,6$	0,39	0,30
$0,76 < m \leq 0,84$	$38 < f_m \leq 42$	0,23	0,18	$45,6 < f_m \leq 50,4$	0,23	0,18
$0,84 < m \leq 0,88$	$42 < f_m \leq 44$	0,23	0,18	$50,4 < f_m \leq 52,8$	0,22	0,18
$0,88 < m \leq 0,92$	$44 < f_m \leq 46$	0,28	0,24	$52,8 < f_m \leq 55,2$	0,22	0,20
$0,92 < m \leq 0,96$	$46 < f_m \leq 48$	0,40	0,36	$55,2 < f_m \leq 57,6$	0,34	0,30
$0,96 < m < 1,04$	$48 < f_m \leq 52$	0,67	0,64	$57,6 < f_m \leq 62,4$	0,59	0,56
$1,04 < m \leq 1,08$	$52 < f_m \leq 54$	0,40	0,36	$62,4 < f_m \leq 64,8$	0,34	0,30
$1,08 < m \leq 1,12$	$54 < f_m \leq 56$	0,28	0,24	$64,8 < f_m \leq 67,2$	0,22	0,20
$1,12 < m \leq 1,16$	$56 < f_m \leq 58$	0,23	0,18	$67,2 < f_m \leq 69,6$	0,22	0,18
$1,16 < m \leq 1,24$	$58 < f_m \leq 62$	0,23	0,18	$69,6 < f_m \leq 74,4$	0,23	0,18
$1,24 < m \leq 1,28$	$62 < f_m \leq 64$	0,29	0,23	$74,4 < f_m \leq 76,8$	0,39	0,30
$1,28 < m \leq 1,32$	$64 < f_m \leq 66$	0,37	0,28	$76,8 < f_m \leq 79,2$	0,50	0,38
$1,32 < m \leq 1,36$	$66 < f_m \leq 68$	0,46	0,35	$79,2 < f_m \leq 81,6$	0,64	0,48
$1,36 < m \leq 1,40$	$68 < f_m \leq 70$	0,57	0,43	$81,6 < f_m \leq 84$	0,79	0,58
$1,4 < m \leq 1,8$	$70 < f_m \leq 90$	0,68	0,51	$84 < f_m \leq 108$	0,95	0,69

Les inter-harmoniques peuvent également avoir d'autres effets:

- la circulation de courants indésirables dans les réseaux d'alimentation entraîne des pertes énergétiques supplémentaires. Il en résulte une augmentation des émissions gazeuses des centrales de production;
- les tensions inter-harmoniques peuvent perturber l'éclairage fluorescent et les équipements électroniques tels que les téléviseurs. En pratique, toute application de l'électricité pour laquelle la tension de crête, le carré de la tension ou les instants de passage par zéro sont importants peut être perturbée si une combinaison de fréquences indésirables modifie ces paramètres de la tension d'alimentation;
- plus la bande des fréquences présentes est large et plus les amplitudes des tensions à ces fréquences sont élevées, plus le risque de résonance imprévisible pouvant amplifier la distorsion de la tension est important. Il peut en résulter une surcharge ou une perturbation des éléments du équipements sur le réseau d'alimentation ou des dans les installations des utilisateurs;
- un autre effet est la production de bruit acoustique. Ceci est causé par des tensions dans la gamme bande de 1 kHz à 15 kHz, voire au-delà, avec une amplitude à partir de 0,5 % en fonction de la valeur de la fréquence et du type d'équipement considéré.

B.2.3 Nécessité de fixer des niveaux de compatibilité pour les tensions ~~indésirables~~ inter-harmoniques

Compte tenu des effets possibles des tensions ~~aux fréquences~~ inter-harmoniques ~~et de fréquences supérieures au rang 50~~, il est souhaitable, du point de vue de la compatibilité électromagnétique, d'établir des niveaux de référence pour la coordination des émissions et de l'immunité. Toutefois, la connaissance des ~~ces~~ fréquences inter-harmoniques sur les réseaux publics n'est pas encore suffisante pour ~~pouvoir~~ fixer des niveaux de compatibilité, en dehors du cas ci-dessus de flicker résultant de fréquences de battement. Cette situation devra être ~~révisée dans~~ ~~attentivement~~ suivie à l'avenir.

D'un côté, il est clair ~~que~~ qu'il convient de ne pas autoriser l'injection de tensions inter-harmoniques ~~à des fréquences indésirables ne peut pas être autorisée~~ à croître sans limite. D'un autre côté, ces tensions étant de plus en plus répandues, il est important que l'immunité des équipements raccordés aux réseaux publics soit suffisante pour qu'ils ~~fonctionnent~~ ~~continuent à fonctionner~~ de manière satisfaisante en leur présence.

Il semble prudent de ne pas envisager de niveaux de compatibilité supérieurs à ceux des harmoniques adjacents. Par exemple, il n'y a aucune raison d'accepter un niveau de tension plus élevé à 95 Hz qu'à 100 Hz sur un réseau à 50 Hz, ou plus élevé à 115 Hz qu'à 120 Hz sur un réseau à 60 Hz. Ainsi, il est proposé que le niveau de référence pour une fréquence inter-harmonique donnée soit égal au niveau de compatibilité donné au tableau 1 pour l'harmonique pair immédiatement supérieur.

Les récepteurs de télécommande centralisée constituent un cas particulier. Leur seuil de fonctionnement peut descendre jusqu'à 0,3 % de la tension nominale d'alimentation. Une tension inter-harmonique ~~involontairement~~ non intentionnelle supérieure à cette valeur peut donc perturber le fonctionnement ~~du~~ de récepteurs de télécommande centralisée si sa fréquence est égale à celle du système de télécommande centralisée. Dans ces conditions, il convient que le niveau de référence relatif à la fréquence en question soit ~~de~~ égal à 0,2 % de la tension d'alimentation nominale. Cette fréquence dépend de la zone géographique considérée.

~~Le fait que de telles tensions à des fréquences supérieures au rang 50 soient des harmoniques ou des inter-harmoniques n'a que peu d'importance. Elles peuvent apparaître à des fréquences discrètes et dans des bandes de fréquence relativement larges.~~

~~Pour une fréquence discrète comprise entre le rang 50 et 9 kHz, le niveau de référence proposé de u , exprimé comme le rapport de la valeur efficace de la tension à cette fréquence, à la valeur efficace de la composante fondamentale est donné par:~~

$$u = 0,2 \%$$

~~Pour une bande de fréquences comprise entre le rang harmonique 50 et jusqu'à 9 kHz, le niveau de référence proposé correspondant à une quelconque bande de fréquence, centrée à la fréquence F et d'une largeur de 200 Hz est donné par:~~

$$u_b = 0,3 \%$$

où ~~$$u_b = \frac{1}{U_1} \times \sqrt{\frac{1}{200 \text{ Hz}} \times \frac{F+100 \text{ Hz}}{F-100 \text{ Hz}} \times \int U_f^2 \times df}$$~~

et

~~U_1 est la valeur efficace de la tension nominale (composante fondamentale);~~

~~U_f est la valeur efficace à la fréquence f ;~~

~~F est la fréquence centrale de la bande (la bande étant située au-dessus du rang 50).~~

~~Bien que des cas de perturbations causés par des tensions inter-harmoniques comparables aux niveaux de référence indiqués ci-dessus aient été rapportés, il n'est pas exclu que des résultats de mesures plus complets puissent montrer que des niveaux de compatibilité plus élevés sont mieux adaptés pour les fréquences au-delà du rang 50.~~

B.3 Creux de tension et coupures brèves de l'alimentation

Les creux de tension et les coupures brèves de l'alimentation sont des événements imprévisibles, largement aléatoires, principalement liés aux défauts électriques survenant sur le réseau de distribution d'énergie ou à l'intérieur des grandes installations. Il est préférable de les décrire en termes statistiques.

Un creux de tension est un phénomène bidimensionnel, car le niveau de perturbation augmente à la fois avec la profondeur et avec la durée du creux.

La profondeur du creux dépend de la distance entre le point d'observation et le point du réseau où le court-circuit se produit. A ce point, la tension chute à une valeur proche de zéro, de sorte que la profondeur du creux est proche de 100 %. Si l'origine du creux est différente, par exemple démarrage d'un moteur de forte puissance, il est probable que sa profondeur soit moindre.

Un creux de tension peut avoir une durée inférieure à un dixième de seconde si le défaut survient dans le réseau de transport et s'il est éliminé par un dispositif de protection très rapide, ou bien s'il s'agit d'un défaut fugitif. Si le défaut affecte un niveau de tension inférieur du réseau et est éliminé par certains dispositifs de protection utilisés sur ce réseau, il peut durer jusqu'à quelques secondes. La plupart des creux de tension ont une durée comprise entre une demi-période et 1 000 ms.

Le nombre de creux de tension n'est significatif que lorsque l'immunité d'un équipement est insuffisante pour le couple profondeur – durée considéré, ou lorsqu'il s'agit de déterminer le niveau d'immunité requis par un processus donné.

Pour un départ donné, ce nombre comprend les creux de tension résultant de défauts sur les départs adjacents et les creux de tension provenant des réseaux en amont. Dans les zones rurales, alimentées par des lignes aériennes, le nombre annuel de creux de tension peut atteindre plusieurs centaines, en fonction notamment du nombre d'impacts de foudre et d'autres conditions météorologiques propres à la zone considérée. Sur les réseaux principalement constitués de câbles, les informations les plus récentes montrent qu'un utilisateur particulier raccordé en basse tension peut observer des creux de tension survenant à une cadence allant de 10 à 100 par an, en fonction des conditions locales.

Les coupures brèves peuvent durer jusqu'à 180 s, en fonction des dispositifs de réenclenchement ou de transfert utilisés dans les réseaux aériens. Les coupures brèves sont fréquemment précédées de creux de tension (voir également l'IEC 61000-2-8).

Le principal objectif des niveaux de compatibilité en cas de creux de tension est de permettre la coordination des niveaux d'immunité. Le niveau de compatibilité devrait toutefois être exprimé de manière bidimensionnelle pour refléter le niveau de perturbation. Les données nécessaires pour cela ne sont pas encore disponibles.

Plus particulièrement dans le cas des coupures brèves, mais aussi dans celui des creux les plus sévères, l'immunité des équipements électriques n'est pas, au sens le plus strict, un concept approprié car aucun appareil électrique ne peut continuer indéfiniment à fonctionner correctement en l'absence d'alimentation. L'immunité à ces perturbations est donc liée à la rapidité avec laquelle on peut restaurer l'alimentation à partir d'une autre source, ou bien à la possibilité d'adapter le comportement de l'équipement et des processus associés en cas de disparition brève ou de diminution de l'alimentation. Il s'agit de plus souvent de limiter les dommages et les conséquences en termes de sécurité. Voir également l'IEC 61000-2-8.

B.4 Surtensions transitoires

Plusieurs phénomènes, incluant les manœuvres d'interrupteurs, les déclenchements de fusibles et le foudroiement à proximité des réseaux d'alimentation, donnent naissance à des surtensions transitoires dans les réseaux de distribution basse tension et dans les installations qui y sont raccordées. Les surtensions qui peuvent être oscillatoires ou non sont habituellement fortement amorties et comportent des temps de montée allant de moins d'une microseconde à quelques millisecondes. Leurs amplitudes et leurs durées peuvent parfois être limitées par l'installation de parasurtenseurs au point de couplage commun, mais aussi en réseau.

L'amplitude, la durée et l'énergie des surtensions transitoires varient en fonction de leur origine. Les surtensions d'origine atmosphérique ont généralement la plus grande amplitude, et celles dues aux manœuvres sont de durée plus longue et de plus forte énergie. Il est nécessaire que les équipements critiques soient protégés au moyen de dispositifs contre les surtensions et il convient généralement de les choisir afin qu'ils puissent supporter la plus grande énergie correspondant aux surtensions de manœuvres.

L'enclenchement de batteries de condensateurs est une source classique de surtensions. Typiquement, leur amplitude au point où elles sont créées est inférieure à deux fois la tension nominale. Toutefois, des phénomènes d'amplification de la tension et de réflexion d'ondes peuvent apparaître lors de la propagation du transitoire sur les lignes, augmentant la surtension appliquée au matériel raccordé au réseau. Cela nécessite d'être pris en compte lors de l'examen de l'immunité d'un équipement ou d'une installation donnée.

L'enclenchement synchronisé est un moyen d'atténuer les transitoires consécutifs à l'enclenchement de réactances, de condensateurs ou de transformateurs. Cette technique est surtout utilisée en moyenne et en haute tension.

La valeur de 2 kV est généralement considérée comme l'amplitude type des transitoires d'origine atmosphérique, mais des valeurs supérieures à 6 kV ont été enregistrées.

Voir également l'IEC 60664-1 pour la coordination d'isolement.

B.5 Composantes continues

Sur les réseaux publics d'alimentation, la tension ne contient normalement pas de composante continue significative. Cela peut toutefois se produire en présence de charges absorbant des courants dissymétriques.

La présence d'une composante continue peut entraîner une magnétisation dissymétrique des transformateurs de distribution, ce qui produit un échauffement supplémentaire. D'autre part, ces courants entraînent une corrosion supplémentaire des structures métalliques souterraines en s'écoulant vers la terre.

La valeur de ce courant dépend de la résistance continue du circuit concerné et de la tension continue du composant. Elle est donc largement variable. Le niveau de tension continue acceptable ne peut donc être déterminé qu'au cas par cas.

Annexe C (informative)

Justification des niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 30 kHz

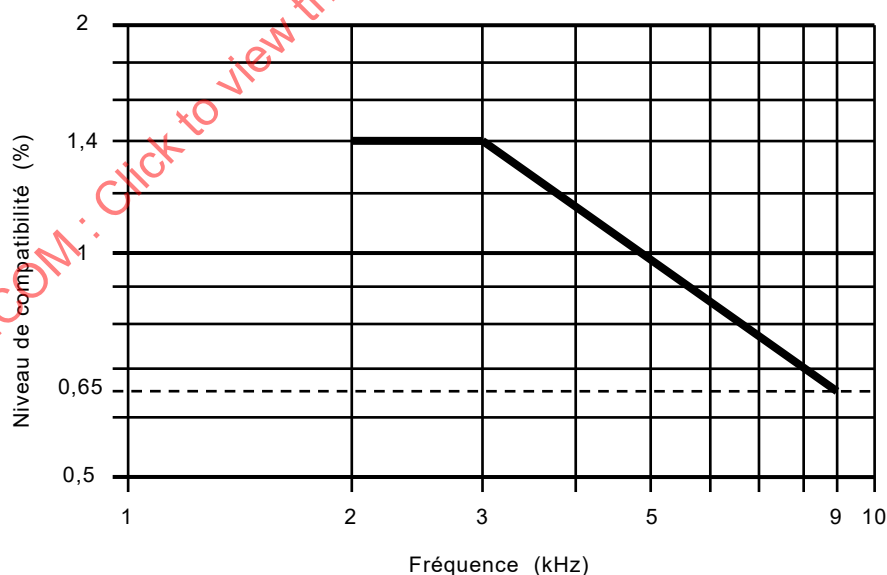
C.1 Effets des composantes de tension aux fréquences supérieures au rang 40

Les effets des composantes de tension aux fréquences supérieures au rang 40 comprennent:

- La production de bruit acoustique. Ceci provient de composantes de tension allant jusqu'à environ 15 kHz, avec une amplitude à partir de 0,5 % qui dépend de la valeur de la fréquence et du type d'équipement considéré.
- La dégradation des performances des compteurs électroniques d'électricité. L'affichage de l'énergie électrique mesurée sur certains compteurs électroniques était incorrect (problème de métrologie) en raison de perturbations conduites dans cette bande de fréquences.
- Le vieillissement accéléré de certains produits de grande consommation, comme les LED.
- L'augmentation des perturbations émises par certains types d'appareils, due au vieillissement accéléré des condensateurs de filtrage. Dans ce cas, les filtres perdront leur efficacité. De ce fait, l'appareil pourrait ne plus être conforme aux normes de CEM après un certain temps et des brouillages électromagnétiques pourraient se produire.

C.2 Courbes des niveaux de compatibilité au-dessus du rang 40 et jusqu'à 30 kHz

Les courbes qui représentent les niveaux de compatibilité définis dans le présent document pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz et de 9 kHz à 30 kHz sont données dans la Figure C.1 et dans la Figure C.2.



IEC

Figure C.1 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz

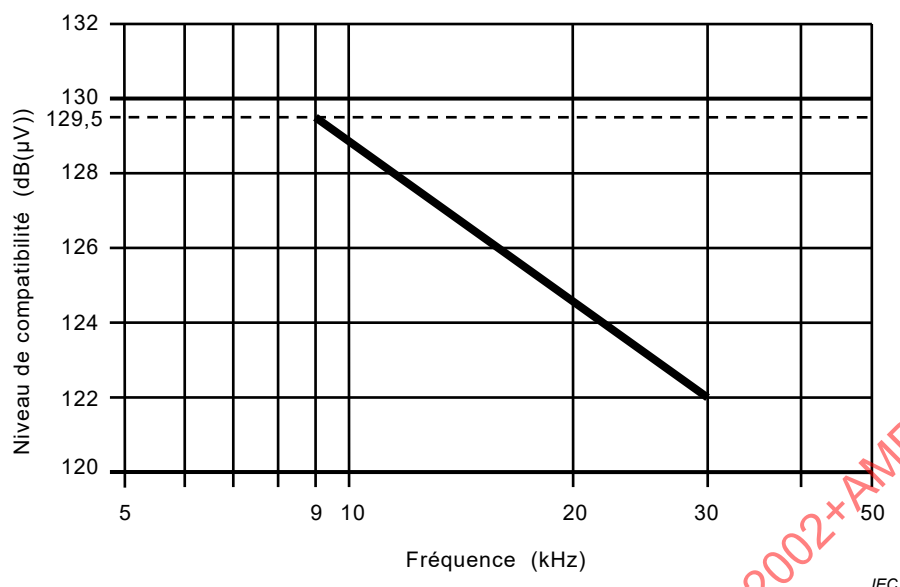


Figure C.2 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 30 kHz

Les principales raisons ayant abouti à ces niveaux de compatibilité sont les suivantes:

- Les niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension au-dessus du rang 40 sont en accord avec les niveaux de compatibilité pour les harmoniques de tension jusqu'au rang 40. Les niveaux de compatibilité fournis au Tableau 1 concernent des composantes spectrales individuelles, alors que les niveaux de compatibilité fournis au Tableau 2 concernent l'ensemble des composantes spectrales contenues dans une bande de 200 Hz de largeur. Le niveau de compatibilité donné pour le rang harmonique impair, non multiple de trois et le plus élevé (< 40) est égal à 0,7 %. Une bande de 200 Hz peut contenir deux composantes harmoniques impaires non multiples de trois, aboutissant à un niveau harmonique global égal à $\sqrt{2} \times 0,7 \% = 1,0 \%$. Si l'on suppose aussi qu'il y a autant de perturbation due aux harmoniques qu'aux inter-harmoniques à une valeur proche de 2 kHz, cela aboutit à un niveau de perturbation global égal à $\sqrt{2} \times 1,0 \% = 1,4 \%$ pour une bande de 200 Hz de largeur.
- Pour éviter la surchauffe des composants capacitifs, il convient que la composante du courant qui traverse un condensateur à une fréquence donnée ne soit pas trop élevée par rapport à sa composante fondamentale. La valeur de la composante de courant à 5 kHz à travers un condensateur (exprimée en pourcentage de sa composante à 50 Hz) est égale à 100 fois la valeur de la composante de tension à 5 kHz appliquée à ses bornes (exprimée en pourcentage de la tension fondamentale à 50 Hz). Le niveau de compatibilité à 5 kHz est égal à 1 % afin de limiter la composante de courant à cette fréquence à travers un condensateur à la valeur de sa composante fondamentale.
- Dans la bande de fréquences comprise entre 9 kHz et 30 kHz, les niveaux de compatibilité sont supérieurs de 9 dB à la courbe C1 définie dans l'IEC TS 62578 et inférieurs de ~12 dB aux niveaux d'immunité définis pour la classe 3 d'environnement dans l'IEC 61000-4-19.

Bibliographie

IEC 60038:1983, *Tensions normales de l'IEC*
Amendement 1 (1994)
Amendement 2 (1997)

IEC 60050-551:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 551: Électronique de puissance*

IEC/TR2 60868:1986, *Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*
Amendement 1 (1990)

IEC /TR2 60868-0 :1991, *Flickermètre – Partie 0: Evaluation de la sévérité du flicker*

IEC TR 61000-1-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 1: Généralités – Section 1: Application et interprétation de définitions et termes fondamentaux*

IEC 61000-2-4:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 4: Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

IEC 61000-2-8, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-8: Environnement – Creux de tension et coupures brèves sur les réseaux d'électricité publics incluant des résultats de mesures statistiques*¹

IEC 61000-3-2:2000, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*
Amendement 1 (2001)

IEC/TR3 61000-3-6:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 6: Evaluation des limites d'émission pour les charges déformantes raccordées aux réseaux MT et HT – Publication fondamentale en CEM*

IEC/TR3 61000-3-7:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 7: Evaluation des limites d'émission des charges fluctuantes sur les réseaux MT et HT – Publication fondamentale en CEM*

IEC 61000-4-19, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-19: Techniques d'essai et de mesure – Essai pour l'immunité aux perturbations conduites en mode différentiel et à la signalisation dans la gamme de fréquence de 2 kHz à 150 kHz, aux accès de puissance à courant alternatif*

IEC 61037:1990, *Récepteurs électroniques de télécommande centralisée pour tarification et contrôle de charge*²
Amendement 1 (1996)
Amendement 2 (1998)

IEC TS 62578, *Systèmes et équipements électroniques de puissance – Conditions de fonctionnement et caractéristiques des convertisseurs à alimentation active (AIC), y compris les recommandations de conception pour leurs valeurs d'émission inférieures à 150 kHz*

CLC/TR 50627, November 2015, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range Below 150 kHz* (Disponible en anglais seulement)

¹ A l'étude.

² Il existe une édition consolidée 1.2 (1998) comprenant l'édition 1.0 et ses amendements.

Future CLC/TR 50669, *Investigation Results on Electromagnetic Interference in the Frequency Range below 150 kHz* (Disponible en anglais seulement)

CENELEC SC205A/Sec0260/R, April 2010, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment / Systems in the Frequency Range below 150 kHz* (Disponible en anglais seulement)

CENELEC SC205A/Sec0339/R, April 2013, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment / Systems in the Frequency Range below 150 kHz, Ed. 2* (Disponible en anglais seulement)

CENELEC SC205A/Sec0400/R, October 2015, *Study Report – Electromagnetic Interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range below 150 kHz, Edition 3* (Disponible en anglais seulement)

EN 50065-1, *Transmission de signaux sur les réseaux électriques basse tension dans la bande de fréquences de 3 kHz à 148,5 kHz – Partie 1: Règles générales, bandes de fréquences et perturbations électromagnétiques*

UIE:1992, *Mesure et évaluation du flicker* (en anglais)

UIE:1988, *Raccordement des charges fluctuantes* (en anglais)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

FINAL VERSION**VERSION FINALE**

BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

**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**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
INTRODUCTION to Amendment 1.....	7
1 Scope and object.....	8
2 Normative references.....	9
3 Definitions	9
3.1 General definitions	9
3.2 Phenomena related definitions	11
4 Compatibility levels	13
4.1 General comment.....	13
4.2 Voltage fluctuations and flicker.....	13
4.3 Harmonics	14
4.4 Interharmonics	15
4.5 Voltage dips and short supply interruptions.....	18
4.6 Voltage unbalance.....	18
4.7 Transient overvoltages	19
4.8 Temporary power frequency variation	19
4.9 DC component.....	19
4.10 Signals from mains communicating systems up to 150 kHz.....	19
4.10.1 General	19
4.10.2 Ripple control systems (110 Hz to 3 000 Hz)	20
4.10.3 Mains communicating systems (band 3 kHz up to 9 kHz).....	20
4.10.4 Mains communicating systems (band 9 kHz up to 95 kHz).....	21
4.10.5 Mains communicating systems (band 95 kHz up to 150 kHz)	21
4.11 Voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz.....	16
4.12 Voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 150 kHz.....	17
4.12.1 General	17
4.12.2 Frequency range from 9 kHz to 30 kHz.....	18
4.12.3 Frequency range from 30 kHz to 150 kHz.....	18
Annex A (informative) The function of compatibility levels and planning levels in EMC	22
A.1 The need for compatibility levels.....	22
A.2 Relation between compatibility level and immunity levels	22
A.3 Relation between compatibility level and emission limits	23
A.4 Planning levels.....	24
A.5 Illustration of compatibility, emission, immunity and planning levels	25
Annex B (informative) Discussion of some disturbance phenomena	26
B.1 Resolution of non-sinusoidal voltages and currents.....	26
B.2 Interharmonics	28
B.3 Voltage dips and short supply interruptions.....	30
B.4 Transient overvoltages	31
B.5 DC component.....	31
Annex C (informative) Rationale for the compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40 th harmonic up to 30 kHz	33
C.1 Effects of voltage components at frequencies above the 40th harmonic frequency.....	33
C.2 Compatibility level curves above the 40th harmonic up to 30 kHz.....	33

Bibliography	35
--------------------	----

Figure 1 – Flicker - Curve of equal severity ($P_{st} = 1$) for rectangular voltage changes on LV power supply systems.	14
--	----

Figure 2 – Compatibility level for interharmonic voltages relating to flicker (beat effect).....	16
--	----

Figure 3 – Meister curve for ripple control systems in public networks (110 Hz to 3 000 Hz)	20
---	----

Figure A.1 – Relation between compatibility, immunity, planning and emission levels	25
---	----

Figure C.1 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz.....	33
--	----

Figure C.2 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 30 kHz	34
--	----

Table 1 – Compatibility levels for individual harmonic voltages in low voltage networks (r.m.s. values as percent of r.m.s. value of the fundamental component)	15
---	----

Table 2 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode $u_{b,F}$ above the 40th harmonic up to 9 kHz.....	17
---	----

Table 3 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 30 kHz	18
---	----

Table B.1 – Indicative values of interharmonic voltage in low voltage networks corresponding to the compatibility level with respect to the flicker effect.....	29
---	----

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems**

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.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 61000-2-2 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2002-03) [documents 77A/367/FDIS and 77A/376/RVD] and its amendment 1 (2017-06) [documents 77A/958/FDIS and 77A/962/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 61000-2-2 has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC guide 107.

This second edition constitutes a technical revision.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

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

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 completed by a second number identifying the subdivision (example: 61000-6-1).

Detailed information on the various types of disturbances that can be expected on public power supply systems can be found in IEC 61000-2-1.

INTRODUCTION to Amendment 1

This amendment is related to compatibility levels in the frequency range from 2 kHz to 150 kHz. It contains:

- compatibility levels for signals from mains communicating systems up to 150 kHz;
- compatibility levels for non-intentional emissions between 2 kHz and 30 kHz.

A second amendment is expected soon, containing:

- compatibility levels for non-intentional emissions between 30 kHz and 150 kHz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 2-2 : Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems

1 Scope and object

This part of IEC 61000 is concerned with conducted electromagnetic phenomena (disturbances and signals from mains communicating systems) in the frequency range from 0 kHz to 150 kHz. It gives compatibility levels for public low voltage a.c. distribution systems having a nominal voltage up to 420 V, single-phase, or 690 V, three-phase, and a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz.

The compatibility levels specified in this document apply at the point of common coupling. At the power input terminals of equipment receiving its supply from the above systems the levels of the conducted electromagnetic disturbances can, for the most part, be taken to be the same as the levels at the point of common coupling. In some situations this is not so, particularly in the case of a long line dedicated to the supply of a particular installation, or in the case of an electromagnetic phenomenon generated or amplified within the installation of which the equipment forms a part.

Compatibility levels are specified for conducted electromagnetic phenomena of the types which can be expected in public low voltage power supply systems, for guidance in the definition of:

- the limits to be set for conducted emissions into public power supply systems (including the planning levels defined in 3.1.5).
- the immunity limits to be set by product committees and others for the equipment exposed to the conducted electromagnetic phenomena present in public power supply systems.

NOTE More information on compatibility levels and other main basic EMC concepts is given in IEC TR 61000-1-1.

The electromagnetic phenomena considered are:

- voltage fluctuations and flicker;
- harmonics up to and including order 40;
- interharmonics up to the 40th harmonic;
- voltage distortion in differential mode at higher frequencies (above the 40th harmonic up to 150 kHz);
- voltage dips and short supply interruptions;
- voltage unbalance;
- transient overvoltages;
- power frequency variation;
- d.c. components;
- signals from mains communicating systems (MCS).

Most of these phenomena are described in IEC TR 61000-2-1. In cases where it is not yet possible to establish compatibility levels, some information is provided in Annex B.

2 Normative references

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

IEC 60050-101, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 101: Mathematics*

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

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC/TR3 61000-2-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A*

IEC 61000-3-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 8: Signalling on low-voltage electrical installations – Emission levels, frequency bands and electromagnetic disturbance levels*

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*

CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-2-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 61000, the definitions given in IEC 60050-101, IEC 60050-161 and its amendments 1 and 2, as well as the following, apply.

3.1 General definitions

3.1.1

(electromagnetic) disturbance

any electromagnetic phenomenon which, by being present in the electromagnetic environment, can cause electrical equipment to depart from its intended performance

[IEV 161-01-05, modified]

3.1.2

disturbance level

the amount or magnitude of an electromagnetic disturbance, measured and evaluated in a specified way

[IEV 161-03-01, modified]

3.1.3

electromagnetic compatibility

EMC (abbreviation)

the ability of an equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment

NOTE 1 Electromagnetic compatibility is a condition of the electromagnetic environment such that, for every phenomenon, the disturbance emission level is sufficiently low and immunity levels are sufficiently high so that all devices, equipment and systems operate as intended.

NOTE 2 Electromagnetic compatibility is achieved only if emission and immunity levels are controlled such that the immunity levels of the devices equipment and systems at any location are not exceeded by the disturbance level at that location resulting from the cumulative emissions of all sources and other factors such as circuit impedances. Conventionally, compatibility is said to exist if the probability of the departure from intended performance is sufficiently low. See 61000-2-1 clause 4.

NOTE 3 Where the context requires it, compatibility may be understood to refer to a single disturbance or class of disturbances.

NOTE 4 Electromagnetic compatibility is a term used also to describe the field of study of the adverse electromagnetic effects which devices, equipment and systems undergo from each other or from electromagnetic phenomena.

[IEV 161-01-07, modified]

3.1.4

(electromagnetic) compatibility level

the specified electromagnetic disturbance level used as a reference level in a specified environment for co-ordination in the setting of emission and immunity limits

NOTE By convention, the compatibility level is chosen so that there is only a small probability that it will be exceeded by the actual disturbance level.

[IEV 161-03-10, modified]

3.1.5

planning level

a level of a particular disturbance in a particular environment, adopted as a reference value for the limits to be set for the emissions from large loads and installations, in order to co-ordinate those limits with all the limits adopted for equipment intended to be connected to the power supply system

NOTE The planning level is locally specific, and is adopted by those responsible for planning and operating the power supply network in the relevant area. For further information, see Annex A.

3.1.6

point of common coupling

PCC (abbreviation)

the point on a public power supply network, electrically nearest to a particular load, at which other loads are, or could be, connected

[IEV 161-07-15 modified]

3.1.7

non-intentional emission

conducted emission which is not intended for communication purposes

Note 1 to entry: For the purposes of this document, non-intentional emissions only refer to conducted phenomena.

3.1.8

mains communicating system

MCS

electrical system using mains power lines to transmit information signals, either on the public electricity distribution network or within installations of network users

3.1.9

differential mode voltage

voltage in differential mode

voltage between any two phase conductors or between any phase conductor and the neutral conductor

Note 1 to entry: The voltage distortion in differential mode is the distortion of the voltage in differential mode.

3.1.10

unsymmetrical voltage

voltage between any mains conductor (phase or neutral) and the earth

3.2 Phenomena related definitions

The definitions below that relate to harmonics are based on the analysis of system voltages or currents by the discrete Fourier transform method (DFT). This is the practical application of the Fourier transform as defined in IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV. See annex B.

NOTE The Fourier transform of a function of time, whether periodic or non-periodic, is a function in the frequency domain and is referred to as the frequency spectrum of the time function, or simply spectrum. If the time function is periodic, the spectrum is constituted of discrete lines (or components). If the time function is not periodic, the spectrum is a continuous function, indicating components at all frequencies.

Other definitions related to harmonics or interharmonics are given in the IEC and other standards. Some of those other definitions, although not used in this standard, are discussed in annex B.

3.2.1

fundamental frequency

a frequency in the spectrum obtained from a Fourier transform of a time function, to which all the frequencies of the spectrum are referred. For the purpose of this standard, the fundamental frequency is the same as the power supply frequency

[IEV 101-14-50, modified]

NOTE 1 In the case of a periodic function, the fundamental frequency is generally equal to the frequency of the function itself. (See B.1).

NOTE 2 In case of any remaining risk of ambiguity, the power supply frequency should be referred to the polarity and speed of rotation of the synchronous generator(s) feeding the system.

3.2.2

fundamental component

the component whose frequency is the fundamental frequency

3.2.3**harmonic frequency**

a frequency which is an integer multiple of the fundamental frequency. The ratio of the harmonic frequency to the fundamental frequency is the *harmonic order* (recommended notation: *h*)

3.2.4**harmonic component**

any of the components having a harmonic frequency. Its value is normally expressed as an r.m.s. value

For brevity, such a component may be referred to simply as an harmonic.

3.2.5**interharmonic frequency**

any frequency which is not an integer multiple of the fundamental frequency

NOTE 1 By extension from *harmonic order*, the *interharmonic order* is the ratio of an interharmonic frequency to the fundamental frequency. This ratio is not an integer. (Recommended notation : *m*)

NOTE 2 In the case where $m < 1$ the term *subharmonic frequency* may be used.

3.2.6**interharmonic component**

a component having an interharmonic frequency. Its value is normally expressed as an r.m.s. value

For brevity, such a component may be referred to simply as an “*interharmonic*”.

NOTE For the purpose of this standard and as stated in IEC 61000-4-7, the time window has a width of 10 fundamental periods (50 Hz systems) or 12 fundamental periods (60 Hz systems), i.e. approximately 200 ms. The frequency interval between two consecutive interharmonic components is, therefore, approximately 5 Hz.

3.2.7**total harmonic distortion****(THD)**

the ratio of the r.m.s. value of the sum of all the harmonic components up to a specified order (recommended notation: *H*) to the r.m.s. value of the fundamental component

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{h=H} \left(\frac{Q_h}{Q_1} \right)^2}$$

where

Q represents either current or voltage

*Q*₁ is the r.m.s. value of the fundamental component

h is the harmonic order

*Q*_{*h*} is the r.m.s. value of the harmonic component of order *h*

H is generally equal to 40, but equal to 25 when the risk of resonance at higher orders is low.

NOTE *THD* takes account of harmonics only. In the case where interharmonics are to be included, see B.1.2.1.

3.2.8

voltage unbalance (imbalance)

a condition in a polyphase system in which the r.m.s. values of the line-to-line voltages (fundamental component), or the phase angles between consecutive line voltages, are not all equal. The degree of the inequality is usually expressed as the ratios of the negative and zero sequence components to the positive sequence component

[IEV 161-08-09 modified]

NOTE 1 In this standard, voltage unbalance is considered in relation to three-phase systems and negative phase sequence only.

NOTE 2 Several approximations give reasonably accurate results for the levels of unbalance normally encountered (ratio of negative to positive sequence components), e.g.:

$$\text{voltage unbalance} = \sqrt{\frac{6 \times (U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)}{(U_{12} + U_{23} + U_{31})^2} - 2}$$

Where U_{12} , U_{23} and U_{31} are the three line-to-line voltages.

4 Compatibility levels

4.1 General comment

The following subclauses set down compatibility levels for the various disturbances on an individual basis only. However, the electromagnetic environment usually contains several disturbances simultaneously, and the performance of some equipment can be degraded by particular combinations of disturbances. See Annex A.

4.2 Voltage fluctuations and flicker

Voltage fluctuations on low voltage networks are produced by fluctuating loads, operation of transformer tap changers and other operational adjustments of the supply system or equipment connected to it.

In normal circumstances the value of rapid voltage changes is limited to 3 % of nominal supply voltage. However step voltage changes exceeding 3 % can occur infrequently on the public supply network.

Furthermore, following exceptional load changes or switching operations, voltage excursions outside the normal operational tolerances (for example ± 10 % of the declared supply voltage) are possible for a few tens of seconds until on-load tap-changers on the high voltage-medium voltage transformers have operated.

Voltage fluctuations in low voltage networks can cause flicker. Flicker severity is measured in accordance with IEC 61000-4-15 and assessed in accordance with IEC 61000-3-3. Flicker severity is calculated with respect to both short and long term effects.

The short term severity level, denoted by P_{st} , is determined for a 10-minute period. Figure 1 shows the threshold curve of permissible flicker for standard lamps, arising from rectangular voltage changes at different repetition rates. This curve corresponds to $P_{st} = 1$.

The severity of flicker resulting from non-rectangular voltage fluctuations may be found either by measurement with a flickermeter or by the application of correction factors, as indicated in IEC standard 61000-3-3.

The long-term severity level, denoted by P_{lt} , is calculated for a two-hour period. It is derived as follows from the values of P_{st} for 12 consecutive 10-minute periods.

$$P_{lt} = 3 \sqrt{\frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3}$$

where P_{sti} ($i = 1, 2, \dots, 12$) are 12 consecutive values of P_{st} (See IEC 61000-4-15)

Compatibility levels are as follows:

short-term: $P_{st} = 1$;

long-term: $P_{lt} = 0,8$.

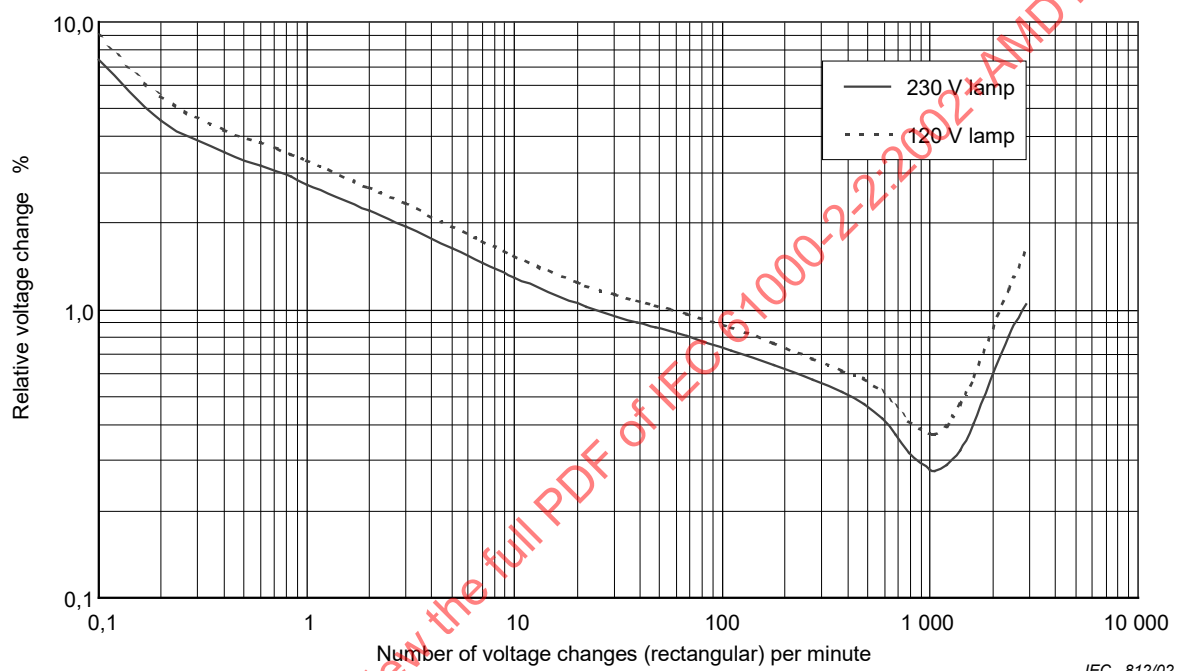


Figure 1 – Flicker - Curve of equal severity ($P_{st} = 1$) for rectangular voltage changes on LV power supply systems.

4.3 Harmonics

In specifying compatibility levels for harmonics, two facts must be considered. One is the increase of the number of harmonic sources. The other is the decrease of the proportion of purely resistive loads (heating loads), which function as damping elements, in relation to the overall load. Therefore increasing harmonic levels are to be expected in power supply systems until the sources of harmonic emissions are brought under effective limits.

The compatibility levels in this standard shall be understood to relate to quasi-stationary or steady-state harmonics, and are given as reference values for both long-term effects and very short-term effects.

- The long-term effects relate mainly to thermal effects on cables, transformers, motors, capacitors, etc. They arise from harmonic levels that are sustained for 10 min or more.
- Very short-term effects relate mainly to disturbing effects on electronic devices that may be susceptible to harmonic levels sustained for 3 seconds or less. Transients are not included.

With reference to long-term effects the compatibility levels for individual harmonic components of the voltage are given in Table 1. The corresponding compatibility level for the total harmonic distortion is $THD = 8 \%$.

Table 1 – Compatibility levels for individual harmonic voltages in low voltage networks
(r.m.s. values as percent of r.m.s. value of the fundamental component)

Odd harmonics non-multiple of 3		Odd harmonics multiple of 3 ^a		Even harmonics	
Harmonic Order h	Harmonic Voltage %	Harmonic Order h	Harmonic Voltage %	Harmonic Order h	Harmonic Voltage %
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1,5	4	1
11	3,5	15	0,4	6	0,5
13	3	21	0,3	8	0,5
$17 \leq h \leq 37$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$21 < h \leq 39$	0,2	$10 \leq h \leq 40$	$0,25 \times (10/h) + 0,25$
^a The levels given for odd harmonics that are multiples of three apply to zero sequence harmonics. Also, on a three-phase network without a neutral conductor or without load connected between line and ground, the values of the 3rd and 9th harmonics may be much lower than the compatibility levels, depending on the unbalance of the system.					

With reference to very short-term effects, the compatibility levels for individual harmonic components of the voltage are the values given in table 1, multiplied by a factor k , where k is calculated as follows:

$$k = 1,3 + \frac{0,7}{45} \times (h - 5)$$

The corresponding compatibility level for the total harmonic distortion is $THD = 11 \%$.

NOTE Commutation notches, in so far as they contribute to harmonic levels in the supply voltage, are covered by the compatibility levels given above. In relation to their other effects, however, including their influence on the commutation of other converters and their effects on other equipment involving the higher order harmonic components, a time-domain description is required, see the relevant product standard.

4.4 Interharmonics

Knowledge of the electromagnetic disturbance involved in interharmonic voltages is still developing. See annex B for further discussion.

In this standard compatibility levels are given only for the case of an interharmonic voltage occurring at a frequency close to the fundamental frequency (50 Hz or 60 Hz), resulting in amplitude modulation of the supply voltage.

In these conditions certain loads that are sensitive to the square of the voltage, especially lighting devices, exhibit a beat effect, resulting in flicker (see 4.2). The beat frequency is the difference between the frequencies of the two coincident voltages, i.e. between the interharmonic and fundamental frequencies.

The compatibility level for a single interharmonic voltage in the above case, expressed as the ratio of its amplitude to that of the fundamental, is shown in figure 2 as a function of the beat frequency. As in 4.2, it is based on a flicker level of $P_{st} = 1$ for lamps operated at 120 V and 230 V. (Measurements often show several interharmonics to be present).

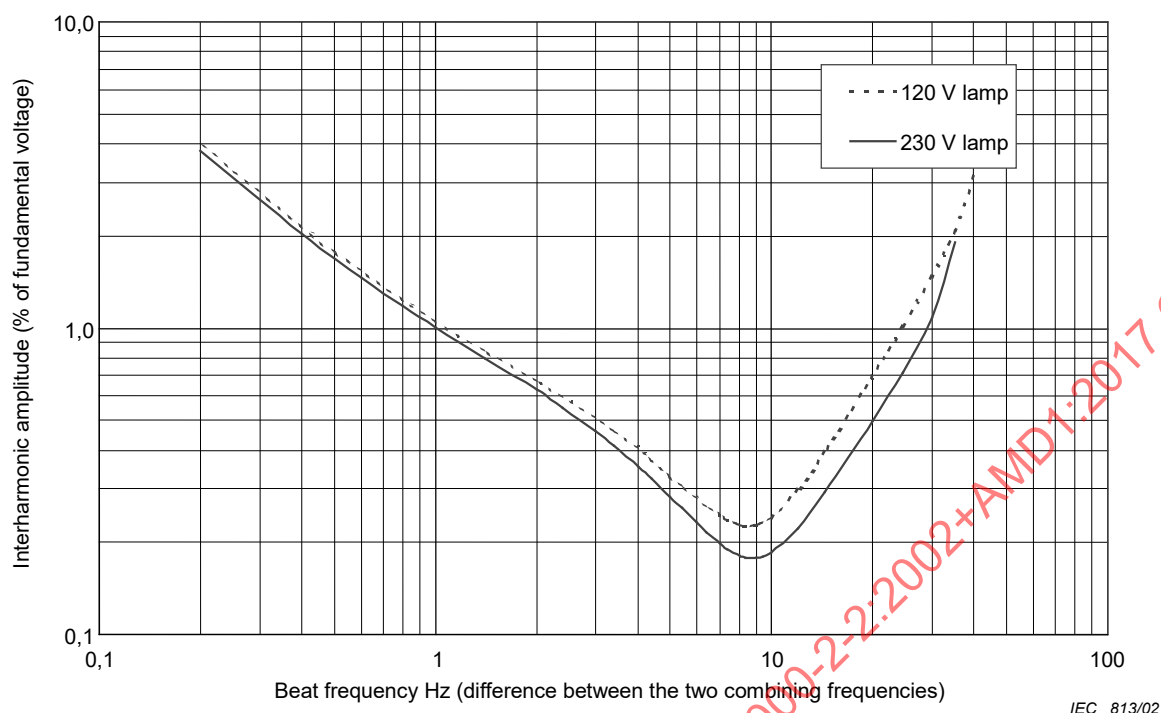


Figure 2 – Compatibility level for interharmonic voltages relating to flicker (beat effect)

NOTE 1 A similar situation is possible when there is an appreciable level of voltage at a harmonic frequency (particularly of order 3 or 5) coincident with an interharmonic voltage at a nearby frequency. In this case the effect should also be assessed in accordance with figure 2, with the amplitude given by the product of the relative amplitudes of the harmonic and interharmonic voltages giving rise to the beat frequency. The result is rarely significant.

NOTE 2 Below interharmonic order 0,2 compatibility levels are determined by similar flicker requirements. For this purpose the flicker severity should be calculated in accordance with annex A of IEC 61000-3-7 using the shape factor given for periodic and sinusoidal voltage fluctuations. The conservative value of the shape factor is 0,8 for $0,04 < m \leq 0,2$, and 0,4 for $m \leq 0,04$.

4.11 Voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz

In this document, voltage distortion above the 40th harmonic up to 9 kHz is considered in relation to long-term effects, i.e. for a duration of 10 min or longer.

In the case of voltage distortion at frequencies above the 40th harmonic, it is generally not relevant whether they are at harmonic or interharmonic frequencies. They can occur both at discrete frequencies and in relatively broad bands of frequencies.

The compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic (exclusive) up to 9 kHz are given in Table 2. These compatibility levels are related to voltage distortion levels between any two phase conductors or between any phase conductor and the neutral conductor, in a bandwidth of 200 Hz, defined as follows:

$$u_{b,F} = \frac{100}{U_1} \times \sqrt{\sum_{n=1-(100/\Delta f)}^{100/\Delta f} U^2(F + n \cdot \Delta f)}$$

where

F (in Hz) is the centre frequency of the 200 Hz band under consideration (F is between 2 100 Hz and 8 900 Hz for 50 Hz systems and between 2 500 Hz and 8 900 Hz for 60 Hz systems);

$u_{b,F}$ is the voltage distortion level in the bandwidth of 200 Hz around centre frequency F (expressed in percent of the fundamental component of the voltage U_1);

U_1 (in V) is the r.m.s. value of the fundamental component of the voltage;

$U(F + n \cdot \Delta f)$ (in V) is the r.m.s. value of the component of the voltage at frequency $f = F + n \cdot \Delta f$ measured with the frequency resolution of Δf (in Hz).

NOTE 1 The 200 Hz bandwidth has been chosen such that it is in accordance with the bandwidth specified in CISPR 16-1-1 for frequencies above 9 kHz.

Table 2 – Compatibility levels for voltage distortion in differential mode $u_{b,F}$ above the 40th harmonic up to 9 kHz

Frequency range kHz	Compatibility levels %
2 (2,4) ^a to 3	1,4
3 to 9	1,4 to 0,65 ^b
^a The frequency range is 2 kHz to 3 kHz for 50 Hz systems and 2,4 kHz to 3 kHz for 60 Hz systems. ^b The logarithm of the level decreases linearly with the logarithm of the frequency in the range 3 kHz to 9 kHz.	

These compatibility levels are reference levels for EMC coordination in the setting of emission limits in differential mode for non-intentional emissions.

NOTE 2 Based on the following assumptions, an emission margin equal to or higher than 3 dB between the equipment emission limits in differential mode for non-intentional emissions and the corresponding compatibility levels is sufficient:

- for each bandwidth of 200 Hz, the probability that the compatibility level is exceeded is lower than 5 %;
- at a given location, the disturbance level in a same bandwidth of 200 Hz does not result from more than two pieces of equipment generating non-intentional emissions close to the emission limit at the same time;
- non-intentional emissions from different equipment are generated independently from each other.

For EMC coordination in the setting of immunity requirements for equipment, the compatibility levels for non-intentional emissions given in Table 2 are reference levels which should be taken into account together with the compatibility levels for MCS signals given in 4.10.2 and 4.10.3.

4.12 Voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 150 kHz

4.12.1 General

In this document, voltage distortion from 9 kHz to 150 kHz is considered in relation to long-term effects, i.e. for a duration of 10 min or longer.

The compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 150 kHz, given in 4.12.2 and 4.12.3, are related to disturbance levels between any phase conductor and the

neutral conductor measured with a quasi-peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

These compatibility levels for voltage distortion are reference levels for EMC coordination in the setting of emission limits in differential mode for non-intentional emissions. However, if the emission limits are related to voltage distortion levels measured between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages) in accordance with CISPR 16-2-1, the reference levels for EMC coordination in the setting of emission limits for unsymmetrical voltage distortion are 6 dB lower than the compatibility levels given in 4.12.2 and 4.12.3 for voltage distortion in differential mode.

NOTE Based on the following assumptions, an emission margin equal to or higher than 3 dB between the equipment emission limits in differential mode for non-intentional emissions and the corresponding compatibility levels, or a difference equal to or higher than 9 dB (3 dB for the emission margin + 6 dB for the conversion factor between the unsymmetrical voltages and the voltage in differential mode) between the equipment emission limits for unsymmetrical voltage distortion and the compatibility levels in differential mode given in 4.12.2 and 4.12.3, is sufficient:

- for each bandwidth of 200 Hz, the probability that the compatibility level is exceeded is lower than 5 %;
- at a given location, the disturbance level in a same bandwidth of 200 Hz does not result from more than two pieces of equipment generating non-intentional emissions close to the emission limit at the same time;
- non-intentional emissions from different equipment are generated independently from each other.

For EMC coordination in the setting of immunity requirements for equipment, the compatibility levels for non-intentional emissions given in 4.12 are reference levels which should be taken into account together with the compatibility levels for MCS signals given in 4.10.4 and 4.10.5.

4.12.2 Frequency range from 9 kHz to 30 kHz

The compatibility levels for voltage distortion in differential mode from 9 kHz to 30 kHz are given in Table 3.

**Table 3 – Compatibility levels for voltage distortion
in differential mode from 9 kHz to 30 kHz^a**

Frequency range kHz	Compatibility levels dB(μV)
9 to 30	129,5 to 122 ^b
^a For EMC coordination in the setting of emission limits for unsymmetrical voltage distortion, see 4.12.1.	
^b The level decreases linearly with the logarithm of the frequency in the range 9 kHz to 30 kHz.	

4.12.3 Frequency range from 30 kHz to 150 kHz

(Under consideration)

4.5 Voltage dips and short supply interruptions

For a discussion of these phenomena, see annex B and IEC 61000-2-8.

4.6 Voltage unbalance

In this standard, voltage unbalance is considered in relation to long term effects, i.e. for durations of 10 min or longer. In this standard, voltage unbalance is considered only in relation to the negative phase sequence component, this being the component relevant to possible interference with equipment connected to public low voltage distribution systems.

NOTE For systems with the neutral point directly connected to earth, the zero-sequence unbalance ratio can be relevant.

The voltage unbalance caused by a single-phase load connected line-to-line is in practice equal to the ratio of the load power to the network three-phase short circuit power.

The compatibility level for unbalance is a negative sequence component of 2 % of the positive sequence component. In some areas, especially where it is the practice to connect large single-phase loads, values up to 3 % may occur.

4.7 Transient overvoltages

For a discussion of these phenomena, see annex B.

Having regard to the differences, in respect of amplitude and energy content, between transient overvoltages of different origins (mainly lightning and switching surges), a compatibility level is not specified. For insulation co-ordination, see IEC 60664-1.

4.8 Temporary power frequency variation

In public power supply systems the frequency is maintained as close as possible to the nominal frequency, but the extent to which that is possible depends mainly on the aggregate size of the systems which are interconnected synchronously. For the most part, the range is within 1 Hz of the nominal frequency. Where synchronous interconnection is implemented on a continental scale, the variation is usually very much less. Island systems, not synchronously connected to large systems, can undergo somewhat greater variation.

The compatibility level for the temporary variation of frequency from the nominal frequency is ± 1 Hz.

The steady-state deviation of frequency from the nominal frequency is much less.

NOTE For some equipment the rate of change of frequency is significant.

4.9 DC component

The voltage of public power supply systems covered by this standard does not normally have a d.c. component at a significant level. That can arise, however, when certain non-symmetrically controlled loads are connected. Uncontrollable events such as geomagnetic storms are discounted.

The critical point is the level of d.c. current. The value of the d.c. voltage depends upon not only d.c. current but also other factors, especially the resistance of the network at the point to be considered. Therefore a compatibility level for the d.c. voltage is not specified. See annex B.

4.10 Signals from mains communicating systems up to 150 kHz

4.10.1 General

Although public networks are intended primarily for the supply of electric energy to customers, the suppliers also use them for the transmission of signals for network management purposes such as the control of some categories of load. These networks are not used for the transmission of signals between private users.

Technically, MCS signals are intentionally impressed on a selected part of the supply system. The voltages and frequencies of the emitted signal are pre-determined, and the signal is transmitted at particular times.

For EMC co-ordination in the setting of immunity requirements for equipment connected to networks where an MCS is operated, the compatibility levels for MCS signals given in 4.10.2 to 4.10.5 are reference levels which should be taken into account together with the compatibility levels for non-intentional emissions defined in 4.3, 4.4, 4.11 and 4.12.

The design of MCSs should meet three objectives:

- ensure compatibility between neighbouring MCSs;
- prevent the MCS from being disturbed by other equipment connected to the network;
- prevent the MCSs from disturbing other equipment connected to the network.

The compatibility levels for MCS signals in the different frequency bands are given in 4.10.2 to 4.10.5.

4.10.2 Ripple control systems (110 Hz to 3 000 Hz)

Ripple control signals are transmitted as a sequence of pulses, each pulse having a duration in the range of 0,1 s to 7 s, the duration of the entire sequence ranging from 6 s to 180 s. More usually, the pulse duration is about 0,5 s, and the sequence duration is about 30 s.

Generally, these systems operate in the frequency range of 110 Hz to 3000 Hz. The value of the injected sine wave signal is in the region of 2 % to 5 % of the nominal supply voltage, depending on local practice, but resonance can cause levels to rise to 9 %. On more recently installed systems the signals usually are in the range of 110 Hz to 500 Hz.

The compatibility levels for ripple control signals are given by the so-called Meister curve in Figure 3, where U_s/U_n is the signal level (U_s) expressed in percent of the nominal voltage (U_n) of the power supply system.

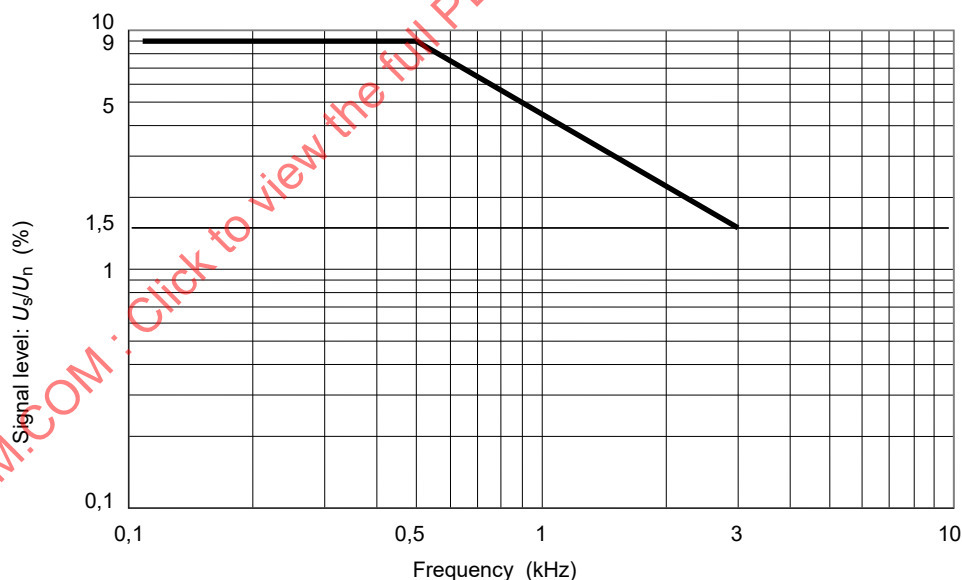


Figure 3 – Meister curve for ripple control systems in public networks (110 Hz to 3 000 Hz)

4.10.3 Mains communicating systems (band 3 kHz up to 9 kHz)

The compatibility level for MCS signals in the frequency band from 3 kHz to 9 kHz is equal to 140 dB(μ V). This compatibility level is related to MCS signal levels between any phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) measured with a peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

NOTE MCS signals are emitted in differential mode. Therefore, the MCS signal levels between one phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) are 6 dB higher than the MCS signal levels measured in accordance with IEC 61000-3-8 between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages). As in principle there is only one signal source operating at a given time, the additional emission margin of 3 dB (see the note in 4.12.1) is not necessary here, and the compatibility level in differential mode given in 4.10.3 is just 6 dB higher than the maximum output signal level defined in IEC 61000-3-8.

4.10.4 Mains communicating systems (band 9 kHz up to 95 kHz)

The compatibility level for MCS signals in the frequency band from 9 kHz to 95 kHz is equal to 140 dB(μ V) at 9 kHz decreasing linearly with the logarithm of the frequency to 126 dB(μ V) at 95 kHz. This compatibility level is related to MCS signal levels between any phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) measured with a peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

NOTE MCS signals are emitted in differential mode. Therefore, the MCS signal levels between one phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) are 6 dB higher than the MCS signal levels measured in accordance with IEC 61000-3-8 between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages). As in principle there is only one signal source operating at a given time, the additional emission margin of 3 dB (see the note in 4.12.1) is not necessary here, and the compatibility level in differential mode given in 4.10.4 is just 6 dB higher than the maximum output signal level defined in IEC 61000-3-8.

4.10.5 Mains communicating systems (band 95 kHz up to 150 kHz)

The compatibility level for MCS signals in the frequency band from 95 kHz to 150 kHz is equal to 128 dB(μ V). This compatibility level is related to MCS signal levels between any phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) measured with a peak detector and with a bandwidth of 200 Hz in accordance with CISPR 16-1-1.

NOTE 1 MCS signals are emitted in differential mode. Therefore, the MCS signal levels between one phase conductor and the neutral conductor (differential mode voltage) are 6 dB higher than the MCS signal levels measured in accordance with IEC 61000-3-8 between any mains conductor (phase or neutral) and the earth (unsymmetrical voltages). As in principle there is only one signal source operating at a given time in the same bandwidth of 200 Hz, the additional emission margin of 3 dB (see the note in 4.12.1) is not necessary here, and the compatibility level in differential mode given in 4.10.5 is just 6 dB higher than the maximum output signal level defined in EN 50065-1.

NOTE 2 The frequency band from 95 kHz to 150 kHz consists of three sub-bands, 95 kHz to 125 kHz, 125 kHz to 140 kHz and 140 kHz to 150 kHz, with different signal requirements.

Annex A

(informative)

The function of compatibility levels and planning levels in EMC

A.1 The need for compatibility levels

Electromagnetic compatibility (EMC) is concerned with the possible degradation of the performance of electrical and electronic equipment due to the disturbances present in the electromagnetic environment in which the equipment operates. For compatibility, there are two essential requirements:

- the emission of disturbances into the electromagnetic environment must be maintained below a level that would cause an unacceptable degradation of the performance of equipment operating in that environment;
- all equipment operating in the electromagnetic environment must have sufficient immunity from all disturbances at the levels at which they exist in the environment.

Limits for emission and immunity cannot be set independently of each other. Clearly, the more effectively emissions are controlled, the less restrictive are the immunity demands that have to be placed on equipment. Similarly, if equipment is highly immune, there is less need for stringent limits on the emission of disturbances.

There is a requirement, therefore, for close co-ordination between the limits adopted for emission and immunity. That is the principal function of the compatibility levels specified in this standard.

The disturbance phenomena covered are those that are conducted on the low voltage networks of public a.c. power supply systems. In effect, the supply system, which is intended to be the channel through which electrical energy is conveyed from the generating stations to the utilising equipment, also, unintentionally, is made the channel through which electromagnetic disturbances are conveyed from their sources to the equipment affected by them.

Three considerations have been borne in mind in setting the compatibility level for each phenomenon:

- the compatibility level is the level of the disturbance which can be expected in the environment, allowing for a small probability (< 5 %) of its being exceeded. For some disturbance phenomena severity levels are rising, and therefore a long-term perspective is required;
- it is a disturbance level which can be maintained by implementing practicable limits on emissions;
- it is the level of disturbance from which, with a suitable margin, equipment operating in the relevant environment must have immunity.

A.2 Relation between compatibility level and immunity levels

For each disturbance phenomenon, the compatibility level must be recognised as the level of severity which can exist in the relevant environment. All equipment intended for operation in that environment requires to have immunity at least at that level of disturbance. Normally a margin will be provided between the compatibility and immunity levels, appropriate to the equipment concerned.

Moreover, the compatibility levels have been set for the individual disturbance phenomena, and, in the case of harmonics and interharmonics, for individual frequencies. It must be recognised, however, that it is normal for several disturbance phenomena to coexist in the environment, and that it is possible that the performance of some equipment can be degraded by a particular combination of disturbances, although each is at a level less than the compatibility level.

For example, in the case of harmonics and interharmonics, certain combinations of frequency, magnitude, and phasing can substantially alter the magnitude of the voltage peak and/or the point of zero crossing. Further complications can be added by the presence of other disturbances.

Because the number of permutations is infinite, it is not possible to set compatibility levels for combinations of disturbances.

Therefore if, within the compatibility levels, there is some combination of disturbances which could degrade the performance of a particular product, that combination needs to be identified for the product concerned, so that its immunity requirements can be considered accordingly.

A.3 Relation between compatibility level and emission limits

It must first be noted that some disturbances have their sources in atmospheric phenomena, especially lightning, or in the normal and unavoidable response of a well-designed supply system to electrical faults or to the switching of load or of particular devices. The principal disturbances in this category are transient overvoltages, voltage dips and short supply interruptions. Emission limits cannot be assigned for these phenomena, since the emission sources are largely uncontrollable. In this case, the compatibility level is intended to reflect the level of severity which can be expected in practice.

Many disturbances, however, have their sources in the equipment by which the public electricity supply is utilised, or, to a small extent, in equipment forming part of the supply system itself. The disturbance arises when such equipment draws a current which is not a regular or constant function of the voltage supplied, but contains abrupt variations or fails to follow the complete cycle of the voltage waveform. These irregular currents flow through the impedances of the supply networks and create corresponding irregularities in the voltage.

Although reduction of some of the network impedances is sometimes considered in order to mitigate the effects of a specific source of disturbance, the general case is that they are fixed, largely on the basis of voltage regulation and other considerations not concerned with disturbance mitigation.

The voltage irregularities, in turn, are conducted to other equipment, some of which they can disturb. The severity levels at which they reach the other equipment depend on the types of equipment which form the sources of the emissions, the number and location of such sources operating at any given time, and on how the emissions from these diverse sources combine together to yield particular levels of disturbance at particular locations. These levels should not exceed the compatibility level.

Therefore, emission limits have a more complex relation with the compatibility level than immunity levels. Not only are the sources of emission highly diverse, but also, especially in the case of low-frequency disturbances, any source to which a limit is to be applied is only one of many sources combining together to produce the environmental disturbance level represented by the compatibility level. Moreover, many emission limits are expressed in terms of current, although the compatibility levels are expressed in terms of voltage for most types of disturbances. This makes it necessary to consider network impedances.

Nevertheless, the objective of setting emission limits is to ensure that actual disturbance levels will not exceed the compatibility level, apart from the low-probability events that are accepted in EMC.

This means that emission limits for equipment of any particular type cannot be established independently, but must, for each disturbance phenomenon, be co-ordinated with the limits set for all other sources of the same disturbance. The co-ordination must be such that when all sources comply with their individual limits, and are acting together to the degree that can be expected in the relevant environment, the resulting disturbance level is less than the compatibility level.

The sources of emission are extremely diverse, but it is useful to divide them into two broad categories:

- **Large equipment and installations:** at one time these were almost the only significant sources of low-frequency emissions such as harmonics and voltage fluctuations. The important point relating to them is that they are always brought to the attention of the electricity supplier, who therefore has the opportunity, together with the operator or owner of the disturbing equipment, to devise an operating regime intended to maintain emissions within acceptable limits, and a method of supply which can ensure that emissions within those limits are unlikely to disturb other equipment connected to the supply network. This solution is specific to the location involved.
- **Small equipment:** to an ever increasing extent equipment of relatively low power, widely used in domestic, commercial and the smaller industrial premises, is the source of high levels of low frequency disturbances. This equipment is purchased on the open market and is generally installed and operated without reference to the electricity supplier. The emissions from any single piece of equipment are small in absolute terms, but the total number connected is very large and may account for 50 % of system demand. Moreover, for much of this equipment the emissions are large relative to the rated power. Therefore this type of equipment has become a large and increasing source of low frequency disturbances. The only feasible method of controlling these emissions is to ensure that the equipment is designed and manufactured in compliance with appropriate emission limits.

Thus, in order to maintain the compatibility level as a true indication of the maximum probable level of disturbance in the electromagnetic environment, it is necessary to co-ordinate in a coherent manner the emission limits adopted for this wide range of products, including both the larger installations which are brought to the notice of the electricity supplier and the smaller equipment which the user installs at his own discretion.

NOTE Installations which are considered specifically by the electricity supplier may contain large numbers of low power professional equipment. In that case, however, emissions are considered in relation to the installation as a whole, without imposing limits on the individual items.

A.4 Planning levels

For large loads and installations those responsible for the power supply system have a particular role. In determining the appropriate emission limits for such installations they use the concept of planning level, as defined in 3.1.5.

Planning levels are relevant primarily to medium voltage and higher voltage networks. However, low frequency conducted disturbances pass in both directions between low voltage and the higher voltage networks. The co-ordination of emission limits must take account of all voltage levels.

The use of planning levels is described in IEC/TR3 61000-3-6 and IEC/TR3 61000-3-7. The important points are:

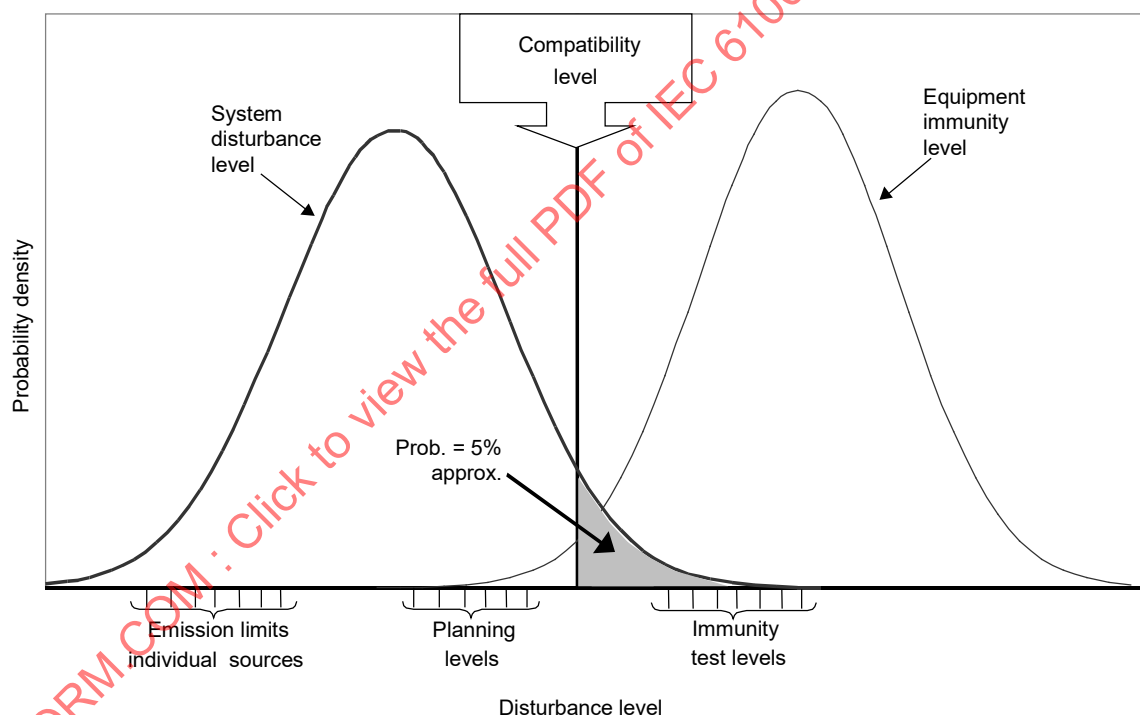
- The planning level is a value adopted by the body responsible for planning and operating the power supply system in a particular area, and is used in setting emission limits for large

loads and installations which are to be connected to the system in that area. It is used as an aid in distributing the emission limitation burden as equitably as possible.

- The planning level cannot be higher than the compatibility level. Generally, it is lower by a margin which depends on factors such as the disturbance phenomenon involved, the structure and electrical characteristics of the supply network (provided it is adequately designed and maintained), the background levels of disturbance, the possibility of resonance, and load profiles. It is, therefore, locally specific.
- Although the planning level is related mainly to large equipment and installations, account must be taken also of the many other sources of disturbance, notably numerous low-power equipment connected at low voltage. The margin available to accommodate emissions from large installations depends on how effectively limits are applied to the low power equipment. Any difficulty in this regard is an indication that a stricter approach to emissions from low power equipment is required. The over-riding objective is to ensure that the predicted level of disturbance does not exceed the compatibility level.

A.5 Illustration of compatibility, emission, immunity and planning levels

The various EMC levels and limits are shown in figure A.1. Although not mathematically exact, it illustrates the relationships between the values. The figure is intended to have schematic significance only. In particular, the relative positions of the two curves show that overlap can occur, but should not be interpreted as an accurate indication of the extent of the overlap.



IEC 815/02

Figure A.1 – Relation between compatibility, immunity, planning and emission levels

Annex B (informative)

Discussion of some disturbance phenomena

B.1 Resolution of non-sinusoidal voltages and currents

The distortion of the supply voltage from its intended sinusoidal wave shape is equivalent to the superposition on the intended voltage of one or more sinusoidal voltages at unwanted frequencies. The following is valid for both voltage and current, therefore the word “quantity” is used.

Fourier series analysis (IEV 101-13-08) enables any non-sinusoidal but periodic quantity to be resolved into truly sinusoidal components at a series of frequencies, and in addition, a d.c. component. The lowest frequency of the series is called the fundamental frequency f_f (IEV 101-14-49). The other frequencies in the series are integer multiples of the fundamental frequency, and are called harmonic frequencies. The corresponding components of the periodic quantity are referred to as the fundamental and harmonic components, respectively.

The Fourier transform (IEV 101-13-09) may be applied to any function, periodic or non-periodic. The result of the transform is a spectrum in the frequency domain, which in the case of a non-periodic time function is continuous and has no fundamental component. The particular case of application to a periodic function shows a lines spectrum in the frequency domain, where the lines of the spectrum are the fundamental and harmonics of the corresponding Fourier series.

The discrete Fourier transform (DFT) is the practical application of the Fourier transform. In practice the signal is analysed over a limited period of time (a *window* with duration T_w) using a limited number (M) of samples of the actual signal. The result of the DFT depends on the choice of these parameters, T_w and M . The inverse of T_w is the basic frequency of the DFT, f_b .

The DFT is applied to the actual signal inside the window. The signal is not processed outside the window but is assumed to be an identical repetition of the signal inside the window. Thus the actual signal is approximated by a virtual signal which is truly periodic and whose period is the time window.

The FFT (Fast Fourier Transform) is a special algorithm allowing short computation time. It requires the number of samples (M) to be an integer multiple of 2 ($M = 2^l$). (In other words, it requires the sampling frequency to be a locked integer power of 2 of the fundamental). However, modern digital signal processors have such capability that the extra complexity in a DFT (tables of sine and cosine functions) can be more economic and flexible than the frequency locked FFTs.

In order that the result of the DFT, applied to a function considered as periodic (see B.1.1), is the same as the result of a Fourier series analysis, the fundamental frequency f_f is made an integer multiple of the basic frequency (this requires the sampling frequency to be an exact integer multiple of the basic frequency [$f_s = M \times f_b$]). The synchronous sampling is essential. Loss of synchronism can change the spectrum result, making extra lines appear and changing the amplitudes of true lines.

Accordingly, the measurement techniques defined in IEC 61000-4-7 and the definition of the fundamental frequency in 3.2.1 are consistent for application to all electrotechnical and power electronics items. Other cases need further consideration.

As an illustration, the superposition of a sinusoidal ripple control signal at 175 Hz on a sinusoidal 50 Hz supply voltage may be considered.

This results in a periodic voltage having a period of 40 ms and a frequency of 25 Hz. A classical Fourier series analysis of this voltage yields a fundamental component of 25 Hz with zero amplitude and two components with non-zero amplitude, a 2nd harmonic (50 Hz) with amplitude equal to that of the supply voltage and a 7th harmonic (175 Hz) with an amplitude equal to that of the ripple control signal. The definitions in 3.2 avoid the confusion implicit in this approach, and produce a result in line with the common practice of the DFT (as described in IEC 61000-4-7), showing a fundamental at 50 Hz and an interharmonic of order 3,5.

NOTE 1 When analysing the voltage of a power supply system, the component at the fundamental frequency is the component of the highest amplitude. This is not necessarily the first line in the spectrum obtained when applying a DFT to the time function.

NOTE 2 When analysing a current, the component at the fundamental frequency is not necessarily the component of the highest amplitude.

B.1.1 Time varying phenomena

The voltages and currents of a typical electricity supply system are affected by incessant switching and variation of both linear and non-linear loads. However, for analysis purposes they are considered as stationary within the measurement window (approximately 200 ms), which is an integer multiple of the period of the power supply voltage. Harmonic analysers are designed to give the best compromise that technology can provide (see IEC 61000-4-7).

B.1.2 Definitions of additional terms

The following definitions are complementary to those given in 3.2, and may be of practical use.

B.1.2.1

total distortion content

quantity remaining when the fundamental component is subtracted from an alternating quantity, all being treated as functions of time

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

where

Q is the total r.m.s. value, representing either current or voltage

Q_1 is the r.m.s. value of the fundamental component;

Total distortion content includes both harmonic and interharmonic components. See also IEC 101-14-54 and IEC 551-20-11.

B.1.2.2

total distortion ratio

TDR

the ratio of the r.m.s. value of the total distortion content to the r.m.s. value of the fundamental component of an alternating quantity.

[IEC 551-20-14, mod]

$$TDR = \frac{TDC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

with the same notation as in B.1.2.1.

B.2 Interharmonics

B.2.1 Sources of interharmonic currents and voltages

The public a.c. distribution systems are intended to deliver voltages at the power frequency of 50 Hz or 60 Hz. The presence of voltages at other frequencies is, as far as possible, to be avoided. However, modern developments in electricity utilisation tend to increase the superposition on the supply voltage of voltages at unwanted frequencies. An increasingly important source of the unintended frequencies is the electronic power conditioning modules which are increasingly being incorporated in electricity utilisation devices.

The following are typical sources:

- Most electronic components require a d.c. supply. In the absence of or as an alternative to batteries or other d.c. supply, the common practice is to provide an electronic module that extracts the required energy from the a.c. supply and delivers it to the components by way of a d.c. voltage. The switched mode power supply is the most common device used for this purpose. The result, however, is that power is drawn from the a.c. system in a highly non-linear manner, resulting in currents at many harmonic and interharmonic frequencies, extending even to frequencies beyond that of the 40th harmonic. As these currents flow through the impedances of the supply system, they give rise to voltages at the corresponding frequencies, and these, in turn, are superimposed on the supply voltage delivered to users.
- In some cases the end-use of the electricity requires an a.c. voltage at a frequency other than the supply frequency, as in variable or adjustable speed drive systems. Again, this is accomplished by electronic devices that extract the required energy from the incoming supply and deliver it to the downstream components by way of a voltage at the required frequency. Viewed from the supply system, these devices are sources of current at many frequencies in addition to the supply frequency. While harmonic frequencies are generally prevalent, some types of converters produce interharmonics in addition.

Voltage source inverters, with pulse duration (width) modulated converters on the network side, produce harmonics of the modulation frequency, which has no synchronism with the network frequency. These are mainly at higher frequencies: switching frequency and its harmonics. High power equipment, typically above 1 MW and connected to a medium or high voltage power network, can use inverters, operated at any frequency without synchronism with the network frequency. They can produce interharmonics due to residual coupling between the motor side and the network.

As a general result, sources such as electronic frequency converters can produce discrete frequencies in the range of 0 Hz to 2 000 Hz (50 Hz systems) or 2 400 Hz (60 Hz systems). (See IEC 61000-2-4, annex C)

- Electrical arc-furnaces can be a source of a large amount of interharmonics. This is also high power equipment, which would not be connected to a public low voltage power network.
- Arc welding machines generate a continuous wide band frequency spectrum, associated with an intermittent process in which the duration of the individual welding actions varies between a second and several seconds.
- Induction motors can give rise to an irregular magnetising current due to the slots in the stator and rotor, possibly in association with saturation of the iron. At the normal speed of the motor, this generates interharmonics at frequencies between 10 to 40 times the power frequency, but during the starting period they run through the whole frequency range up to their final value.
- Power supplies to traction systems can result in interharmonics at fixed frequencies, for example 16,7 Hz.

Sources such as the above are connected to networks of low, medium and high voltage. Their emissions result in interharmonic voltages which are generated in and transmitted between all voltage levels and depend on the network impedances.

Mains signalling is also a source of interharmonic voltages, but in this case the emissions are intentional and utilities and users exercise careful control to ensure compatibility (see 4.10).

B.2.2 Effects of the interharmonic voltages

The case of a voltage having a frequency which combines with the fundamental frequency and results in a beat frequency has been dealt with in 4.4. Table B.1 indicates the interharmonic voltage levels corresponding to the compatibility level given in figure 2.

Table B.1 – Indicative values of interharmonic voltage in low voltage networks corresponding to the compatibility level with respect to the flicker effect

Order m	50 Hz system			60 Hz system		
	Interharmonic frequency f_m Hz	U_m %		Interharmonic frequency f_m Hz	U_m %	
		120 V system	230 V system		120 V system	230 V system
$0,2 < m \leq 0,6$	$10 < f_m \leq 30$	0,68	0,51	$12 < f_m \leq 36$	0,95	0,69
$0,60 < m \leq 0,64$	$30 < f_m \leq 32$	0,57	0,43	$36 < f_m \leq 38,4$	0,79	0,58
$0,64 < m \leq 0,68$	$32 < f_m \leq 34$	0,46	0,35	$38,4 < f_m \leq 40,8$	0,64	0,48
$0,68 < m \leq 0,72$	$34 < f_m \leq 36$	0,37	0,28	$40,8 < f_m \leq 43,2$	0,50	0,38
$0,72 < m \leq 0,76$	$36 < f_m \leq 38$	0,29	0,23	$43,2 < f_m \leq 45,6$	0,39	0,30
$0,76 < m \leq 0,84$	$38 < f_m \leq 42$	0,23	0,18	$45,6 < f_m \leq 50,4$	0,23	0,18
$0,84 < m \leq 0,88$	$42 < f_m \leq 44$	0,23	0,18	$50,4 < f_m \leq 52,8$	0,22	0,18
$0,88 < m \leq 0,92$	$44 < f_m \leq 46$	0,28	0,24	$52,8 < f_m \leq 55,2$	0,22	0,20
$0,92 < m \leq 0,96$	$46 < f_m \leq 48$	0,40	0,36	$55,2 < f_m \leq 57,6$	0,34	0,30
$0,96 < m < 1,04$	$48 < f_m \leq 52$	0,67	0,64	$57,6 < f_m \leq 62,4$	0,59	0,56
$1,04 < m \leq 1,08$	$52 < f_m \leq 54$	0,40	0,36	$62,4 < f_m \leq 64,8$	0,34	0,30
$1,08 < m \leq 1,12$	$54 < f_m \leq 56$	0,28	0,24	$64,8 < f_m \leq 67,2$	0,22	0,20
$1,12 < m \leq 1,16$	$56 < f_m \leq 58$	0,23	0,18	$67,2 < f_m \leq 69,6$	0,22	0,18
$1,16 < m \leq 1,24$	$58 < f_m \leq 62$	0,23	0,18	$69,6 < f_m \leq 74,4$	0,23	0,18
$1,24 < m \leq 1,28$	$62 < f_m \leq 64$	0,29	0,23	$74,4 < f_m \leq 76,8$	0,39	0,30
$1,28 < m \leq 1,32$	$64 < f_m \leq 66$	0,37	0,28	$76,8 < f_m \leq 79,2$	0,50	0,38
$1,32 < m \leq 1,36$	$66 < f_m \leq 68$	0,46	0,35	$79,2 < f_m \leq 81,6$	0,64	0,48
$1,36 < m \leq 1,40$	$68 < f_m \leq 70$	0,57	0,43	$81,6 < f_m \leq 84$	0,79	0,58
$1,4 < m \leq 1,8$	$70 < f_m \leq 90$	0,68	0,51	$84 < f_m \leq 108$	0,95	0,69

Some other effects of interharmonics include:

- unwanted currents flowing in the supply networks generate additional energy losses, with a consequent increase in the gaseous emissions from generating stations;
- interharmonic voltages can disturb the operation of fluorescent lamps and electronic equipment such as television receivers. In fact, any use of electricity where the crest voltage or the time of zero crossing is important can be disturbed if the combination of present unwanted frequencies alters these attributes of the supply voltage;
- the greater the range of frequencies present and the greater the amplitudes of the voltages at these frequencies, the greater the risk of unpredictable resonant effects which can amplify the voltage distortion and lead to overloading or disturbance of equipment on the supply networks and in electricity users' installations;

- another effect is the production of acoustic noise. This is caused by voltages in the range of 1 kHz to 15 kHz and even more, with amplitude from 0,5 % upwards and dependent upon the frequency value and upon the kind of equipment influenced.

B.2.3 Need for compatibility levels for the interharmonic voltages

Given the possible effects of voltages at interharmonic frequencies, it is desirable to establish reference levels for the co-ordination of emission and immunity in the interests of electromagnetic compatibility. However, knowledge of interharmonic frequencies on public power networks is not yet sufficient to permit agreement on the compatibility levels to be adopted, except in the above case of flicker arising from beat frequencies. It will be necessary to keep this situation under close review.

On the one hand, it is clear that the generation of interharmonic voltages should not be allowed to grow without limit. On the other hand, given that these voltages are becoming more prevalent, it is important that equipment to be connected to the public networks has sufficient immunity to continue to operate as intended in their presence.

It seems prudent to consider compatibility levels no higher than those for adjacent harmonics. For example, there can be no reason for accepting a higher voltage at 95 Hz than at 100 Hz on a 50 Hz system, or a higher voltage at 115 Hz than at 120 Hz on a 60 Hz system. Accordingly, it is suggested that the reference level for each interharmonic frequency be equal to the compatibility level given in table 1 for the next higher even harmonic.

Ripple control receivers are a special case. Their response level can be as low as 0,3 % of the nominal supply voltage. Therefore an unintended interharmonic voltage in excess of this value, on a network containing ripple control receivers, can cause disturbance if its frequency is the same as the defined operational frequency of the receivers. Based on this value, the reference level at the defined frequency should be 0,2 % of the nominal supply voltage. The defined frequency is locally specific.

B.3 Voltage dips and short supply interruptions

Voltage dips and short supply interruptions are unpredictable, largely random events arising mainly from electrical faults on the power supply system or large installations. They are best described in statistical terms.

A voltage dip is a two-dimensional disturbance phenomenon, since the level of the disturbance increases with both the depth and duration of the dip.

The depth of the voltage dip depends on the proximity of the observation point to the point on the network at which the short circuit occurs. At that point the voltage collapses to near zero, so that the depth of the dip approaches 100 %. In the case of other causative events, such as a large load fluctuation, the depth is likely to be less.

A voltage dip may last less than one tenth of a second if the incident occurs in the transmission system and is eliminated by very fast systems of protection or if a self-clearing fault is involved. If the fault affects a lower voltage level of the network and is cleared by certain protection systems used on those networks it may last up to a few seconds. Most voltage dips last between half a period and 1 000 ms.

The number of voltage dips is significant only when the immunity of a given device is insufficient for the depth-duration occurring, or when the question being considered is whether a given process needs a particular level of immunity.

The number, for a particular line, includes voltage dips produced by faults on other lines in the same network and voltage dips coming from upstream networks. In rural areas supplied by overhead lines the number of voltage dips can reach several hundreds per year, depending in

particular on the number of lightning strokes and other meteorological conditions in the area. On cable networks, the latest information indicates that an individual user of electricity connected at low voltage may be subjected to voltage dips occurring at a rate which extends from around ten per year to about a hundred per year, depending on local conditions.

Short supply interruptions can last up to 180 s according to the type of reclosing or transfer system used in overhead networks. Frequently, short supply interruptions are preceded by voltage dips, (see also IEC 61000-2-8).

As regards compatibility levels, the main requirement in the case of voltage dips is to enable immunity levels to be co-ordinated. However, the compatibility level would have to be expressed in a two-dimensional manner, to reflect the level of the disturbance. Sufficient data are not yet available to enable this to be done.

Moreover, in the case of short interruptions or the more severe voltage dips, immunity of electrical equipment is not, in the strict sense, an appropriate concept. That is because no electrical device can continue indefinitely to operate as intended in the absence of its energy supply. Immunity from these disturbances is therefore a matter of either the fast restoration of energy from an alternative source or arranging for the equipment and its associated process to adapt to the brief interruption or diminution of power in an intended manner, often with safety and damage limitation as the principal aims. See also IEC 61000-2-8.

B.4 Transient overvoltages

Several phenomena, including the operation of switches and fuses and the occurrence of lightning strokes in proximity to the supply networks, give rise to transient overvoltages in low-voltage power supply systems and in the installations connected to them. The overvoltages may be either oscillatory or non-oscillatory, are usually highly damped, and have rise times ranging from less than one microsecond to a few milliseconds. Their levels and durations can sometimes be limited by the use of surge arrestors throughout the system, and not only at the point of common coupling.

The magnitude, duration, and energy-content of transient overvoltages vary with their origin. Generally, those of atmospheric origin have the higher amplitude, and those due to switching are longer in duration and usually contain the greater energy. Critical equipment needs to be protected by individual surge protective devices, and these should generally be selected to cater for the greater energy content of the switching overvoltages.

Switching of capacitor banks is a common cause of transient overvoltages. Typically, their value at the point of incidence is less than twice the nominal voltage. However, wave reflections and voltage magnification can occur as the transient is propagated along a line, amplifying the overvoltage incident on connected equipment. This needs to be taken into account if immunity is being considered for particular equipment or installations.

Synchronised switching is a possible mitigation technique to minimise capacitor, reactor and transformer switching transients, more often applied at medium and higher voltages.

Magnitudes up to 2 kV are generally regarded as typical of transients of atmospheric origin, but values up to 6 kV and even higher have been recorded.

See also IEC 60664-1 in relation to insulation co-ordination.

B.5 DC component

While a significant level of d.c. component is not normally present in the voltage on public power supply systems, the connection of certain non-symmetrically controlled loads could bring about this phenomenon.

In the event that a d.c. component is present in the supply voltage, a d.c. current can cause unsymmetrical magnetisation in distribution transformers, leading to overheating. Moreover, in flowing through the earth, such a current leads to increased corrosion of metal fixtures underground.

The value of this current is quite variable, since it is determined by the d.c. resistance of the circuit concerned as well as by the voltage of the d.c. component. Therefore the tolerable d.c. voltage can only be determined case by case.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

Annex C (informative)

Rationale for the compatibility levels for voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 30 kHz

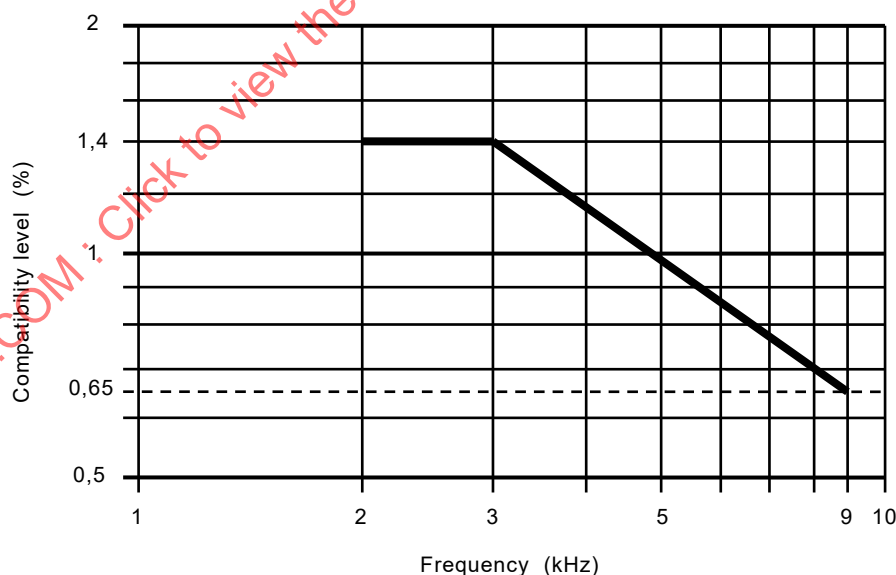
C.1 Effects of voltage components at frequencies above the 40th harmonic frequency

The effects of voltage components at frequencies above the 40th harmonic frequency include:

- The production of acoustic noise. This is caused by voltage components up to ~15 kHz, with amplitude from 0,5 % upwards and dependent upon the frequency value and upon the kind of equipment influenced.
- The degradation of performance of electronic electricity meters. Some electronic meters showed a wrong display of metered electric energy (metrology issue) due to conducted disturbances in this frequency range.
- The accelerated ageing of some mass-produced products, such as LEDs.
- The growth of disturbances emitted by some types of equipment, due to the accelerated ageing of filtering capacitors. In that case, filters will no longer be effective. Accordingly, the equipment might not comply with EMC standards after some time and electromagnetic interferences could occur.

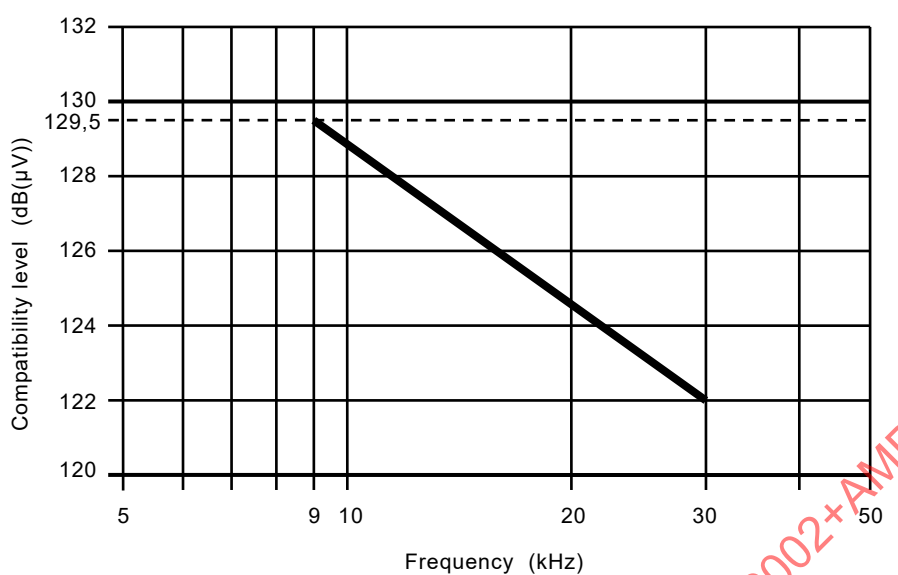
C.2 Compatibility level curves above the 40th harmonic up to 30 kHz

The curves showing the compatibility levels defined in this document for voltage distortion in differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz and from 9 kHz to 30 kHz are given in Figure C.1 and Figure C.2.



IEC

**Figure C.1 – Compatibility levels for voltage distortion in
differential mode above the 40th harmonic up to 9 kHz**



**Figure C.2 – Compatibility levels for voltage distortion
in differential mode from 9 kHz to 30 kHz**

The main reasons having led to these compatibility levels are the following:

- The compatibility levels for voltage distortion above the 40th harmonic are consistent with the compatibility levels for voltage harmonics up to order 40. The compatibility levels given in Table 1 are related to individual spectral components, whereas the compatibility levels given in Table 2 are related to all spectral components contained in a 200 Hz bandwidth. The compatibility level for the highest non-triplen odd harmonic order (< 40) is equal to 0,7 %. Within a band of 200 Hz, there can be two non-triplen odd harmonic components, leading to a global harmonic level equal to $\sqrt{2} \times 0,7 \% = 1,0 \%$. Assuming also that there is as much disturbance due to harmonics as to interharmonics near 2 kHz, this leads to a global disturbance level equal to $\sqrt{2} \times 1,0 \% = 1,4 \%$ within a band of 200 Hz.
- In order to avoid the overheating of capacitor components, the current component at a given frequency flowing through a capacitor should not be too high compared to its fundamental component. The value of the current component at 5 kHz through a capacitor (expressed in percent of its component at 50 Hz) is equal to 100 times the value of the voltage component at 5 kHz applied at its terminals (expressed in percent of the fundamental voltage at 50 Hz). The compatibility level at 5 kHz is equal to 1 % in order to limit the current component at this frequency flowing through a capacitor to the value of its fundamental component.
- In the frequency range from 9 kHz to 30 kHz, the compatibility levels are 9 dB above curve C1 defined in IEC TS 62578 and ~12 dB below the immunity levels defined for Class 3 environment in IEC 61000-4-19.

Bibliography

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*
Amendment 1 (1994)
Amendment 2 (1997)

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics*

IEC/TR2 60868:1986, *Flickermeter – Functional and design specifications*
Amendment 1 (1990)

IEC/TR2 60868-0:1991, *Flickermeter – Part 0: Evaluation of flicker severity*

IEC TR 61000-1-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1: General – Section 1: Application and interpretation of fundamental definitions and terms*

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

IEC 61000-2-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results*¹

IEC 61000-3-2:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC/TR3 61000-3-6:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems – Basic EMC Publication*

IEC/TR3 61000-3-7:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems – Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-19, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-19: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports*

IEC 61037:1990, *Electronic ripple control receivers for tariff and load control*²
Amendment 1 (1996)
Amendment 2 (1998)

IEC TS 62578, *Power electronics systems and equipment – Operation conditions and characteristics of active infeed converter (AIC) applications including design recommendations for their emission values below 150 kHz*

CLC/TR 50627, November 2015, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range Below 150 kHz*

Future CLC/TR 50669, *Investigation Results on Electromagnetic Interference in the Frequency Range below 150 kHz*

¹ Under consideration.

² There exists a consolidated edition 1.2 (1998) incorporating the edition 1.0 and its amendments.

CENELEC SC205A/Sec0260/R, April 2010, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment / Systems in the Frequency Range below 150 kHz*

CENELEC SC205A/Sec0339/R, April 2013, *Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment / Systems in the Frequency Range below 150 kHz, Ed. 2*

CENELEC SC205A/Sec0400/R, October 2015, *Study Report – Electromagnetic Interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range below 150 kHz, Edition 3*

EN 50065-1, *Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances*

UIE:1992, *Flicker measurement and evaluation*

UIE:1988, *Connection of fluctuating loads*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
INTRODUCTION	42
INTRODUCTION à l'Amendement 1	43
1 Domaine d'application et objet	44
2 Références normatives	45
3 Définitions	45
3.1 Définitions générales	45
3.2 Définitions relatives aux phénomènes	47
4 Niveaux de compatibilité	49
4.1 Commentaires généraux	49
4.2 Fluctuations de tension et flicker	49
4.3 Harmoniques	50
4.4 Inter-harmoniques	51
4.5 Creux de tension et coupures brèves	54
4.6 Déséquilibre de tension	55
4.7 Surtensions transitoires	55
4.8 Variations temporaires de la fréquence du réseau	55
4.9 Composantes continues	55
4.10 Signaux émis par les systèmes de communication par le réseau d'alimentation jusqu'à 150 kHz	56
4.10.1 Généralités	56
4.10.2 Systèmes de télécommande centralisée (de 110 Hz à 3 000 Hz)	56
4.10.3 Systèmes de communication par le réseau d'alimentation (bande de 3 kHz à 9 kHz)	57
4.10.4 Systèmes de communication par le réseau d'alimentation (bande de 95 kHz à 150 kHz)	57
4.10.5 Systèmes de communication par le réseau d'alimentation (bande de 95 kHz à 150 kHz)	57
4.11 Distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz	52
4.12 Distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 150 kHz	53
4.12.1 Généralités	53
4.12.2 Bande de fréquences de 9 kHz à 30 kHz	54
4.12.3 Bande de fréquences de 30 kHz à 150 kHz	54
Annexe A (informative) Le rôle des niveaux de compatibilité et de planification en CEM	59
A.1 Le besoin de niveaux de compatibilité	59
A.2 Relation entre niveau de compatibilité et niveaux d'immunité	59
A.3 Relation entre niveau de compatibilité et limites d'émission	60
A.4 Niveaux de planification	61
A.5 Illustration des niveaux de compatibilité, d'émission, d'immunité et de planification	62
Annexe B (informative) Présentation de quelques phénomènes de perturbation	63
B.1 Décomposition de tensions et courants non sinusoïdaux	63
B.2 Inter-harmoniques	65
B.3 Creux de tension et coupures brèves de l'alimentation	68
B.4 Surtensions transitoires	69
B.5 Composantes continues	70

Annexe C (informative) Justification des niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 30 kHz 71

C.1	Effets des composantes de tension aux fréquences supérieures au rang 40	71
C.2	Courbes des niveaux de compatibilité au-dessus du rang 40 et jusqu'à 30 kHz	71

Bibliographie	73
---------------------	----

Figure 1 – Courbe unitaire de sévérité du flicker ($P_{st} = 1$) pour des variations rectangulaires de tension sur les réseaux d'alimentation basse tension	50
---	----

Figure 2 – Niveaux de compatibilité pour les tensions inter-harmoniques liées au flicker (effet de battement).....	52
--	----

Figure 3 – Courbe «de Meister» pour les systèmes de télécommande centralisée sur les réseaux publics (110 Hz à 3 000 Hz)	57
--	----

Figure A.1 – Relation entre niveaux de compatibilité, d'immunité, de planification et d'émission.....	62
---	----

Figure C.1 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz	71
--	----

Figure C.2 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 30 kHz.....	72
---	----

Tableau 1 – Niveaux de compatibilité pour les tensions harmoniques individuelles dans les réseaux basse tension (valeurs efficaces en pourcentage de la valeur efficace de la composante fondamentale)	51
--	----

Tableau 2 – Niveaux de compatibilité pour la distorsion de tension en mode différentiel $u_{b,F}$ au-dessus du rang 40 et jusqu'à 9 kHz	53
---	----

Tableau 3 – Niveaux de compatibilité pour les distorsions de tension en mode différentiel de 9 kHz à 30 kHz.....	54
--	----

Tableau B.1 – Valeurs indicatives de la tension inter-harmonique dans les réseaux basse tension correspondant au niveau de compatibilité en ce qui concerne l'effet flicker.....	67
--	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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**

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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 61000-2-2 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2002-03) [documents 77A/367/FDIS et 77A/376/RVD] et son amendement 1 (2017-06) [documents 77A/958/FDIS et 77A/962/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61000-2-2 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM conformément au guide 107 de l'IEC.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 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 des comités de produits)

Partie 4: Techniques d'essais et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guides 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. D'autres seront publiées sous le numéro de la partie, suivi d'un tiret et complété d'un second chiffre identifiant la subdivision (exemple: 61000-6-1).

Des informations détaillées sur les différents types de perturbations que l'on peut s'attendre à trouver sur les réseaux publics d'alimentation électrique figurent dans l'IEC 61000-2-1.

INTRODUCTION à l'Amendement 1

Le présent amendement concerne les niveaux de compatibilité dans la bande de fréquences de 2 kHz à 150 kHz. Il contient:

- les niveaux de compatibilité pour les signaux émis par les systèmes de communication par le réseau d'alimentation jusqu'à 150 kHz;
- les niveaux de compatibilité pour les émissions non intentionnelles entre 2 kHz et 30 kHz.

Un deuxième amendement est attendu à court terme, comprenant:

- les niveaux de compatibilité pour les émissions non intentionnelles entre 30 kHz et 150 kHz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-2-2:2002+AMD1:2017 CSV

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

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 61000 est relative aux phénomènes électromagnétiques conduits (perturbations et signaux émis par les systèmes de communication par le réseau d'alimentation) dans la bande de fréquences comprise entre 0 kHz et 150 kHz. Elle fournit les niveaux de compatibilité pour les réseaux de distribution publics alternatifs basse tension, dont la tension nominale est au plus de 420 V en monophasé, ou de 690 V en triphasé, et dont la fréquence nominale est de 50 Hz ou de 60 Hz.

Les niveaux de compatibilité spécifiés dans le présent document s'appliquent au point de couplage commun. Aux bornes d'entrée d'un matériel alimenté par les réseaux décrits ci-dessus, les niveaux de perturbations électromagnétiques conduites peuvent, dans la plupart des cas, être considérés comme égaux aux niveaux au point de couplage commun. Il en va différemment dans certaines situations, notamment dans le cas d'une ligne de grande longueur dédiée à l'alimentation d'une installation donnée, ou dans le cas d'un phénomène électromagnétique généré ou amplifié dans l'installation dont l'équipement fait partie.

Les niveaux de compatibilité sont spécifiés pour les phénomènes électromagnétiques conduits auxquels on peut s'attendre sur les réseaux de distribution publics basse tension, dans le but d'aider à définir:

- les limites à établir pour les émissions conduites sur les réseaux publics de distribution d'énergie (comprenant les niveaux de planification tels qu'ils sont définis en 3.1.5);
- les limites d'immunité à établir par les comités de produits ou autres concernant les équipements soumis aux phénomènes électromagnétiques conduits existant sur les réseaux publics de distribution d'énergie.

NOTE Pour plus d'informations sur les niveaux de compatibilité et les autres principaux concepts fondamentaux en CEM, voir l'IEC TR 61000-1-1.

Les phénomènes électromagnétiques considérés sont:

- les fluctuations de tension et le flicker;
- les harmoniques jusques et y compris le rang 40;
- les inter-harmoniques jusqu'au rang 40;
- les distorsions de tension en mode différentiel aux fréquences supérieures (au-dessus du rang 40 et jusqu'à 150 kHz);
- les creux de tension et les coupures brèves;
- le déséquilibre de tension;
- les surtensions transitoires;
- les variations de la fréquence du réseau;
- les composantes continues;
- les signaux émis par les systèmes de communication par le réseau d'alimentation (MCS).

La plupart de ces phénomènes sont décrits dans l'IEC TR 61000-2-1. Pour les cas où il n'est pas encore possible d'établir des niveaux de compatibilité, quelques informations sont fournies dans l'Annexe B.