

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

**61000-2-2**

Deuxième édition  
Second edition  
2002-03

---

---

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM  
BASIC EMC PUBLICATION

---

---

**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**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –**

**Part 2-2:**

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



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61000-2-2:2002

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/catlg-f.htm](http://www.iec.ch/catlg-f.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/catlg-e.htm](http://www.iec.ch/catlg-e.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

61000-2-2

Deuxième édition  
Second edition  
2002-03

---

---

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM  
BASIC EMC PUBLICATION

---

---

**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**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –**

**Part 2-2:**

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

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

U

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                 | 4  |
| INTRODUCTION.....                                                                                  | 8  |
| 1 Domaine d'application et objet .....                                                             | 10 |
| 2 Références normatives .....                                                                      | 12 |
| 3 Définitions .....                                                                                | 12 |
| 3.1 Définitions générales .....                                                                    | 12 |
| 3.2 Définitions relatives aux phénomènes .....                                                     | 14 |
| 4 Niveaux de compatibilité .....                                                                   | 18 |
| 4.1 Commentaires généraux .....                                                                    | 18 |
| 4.2 Fluctuations de tension et flicker .....                                                       | 18 |
| 4.3 Harmoniques .....                                                                              | 20 |
| 4.4 Inter-harmoniques .....                                                                        | 22 |
| 4.5 Creux de tension et coupures brèves .....                                                      | 24 |
| 4.6 Déséquilibre de tension .....                                                                  | 26 |
| 4.7 Surtensions transitoires .....                                                                 | 26 |
| 4.8 Variations temporaires de la fréquence du réseau .....                                         | 26 |
| 4.9 Composantes continues.....                                                                     | 26 |
| 4.10 Systèmes de transmission de signaux sur le réseau.....                                        | 28 |
| Annexe A (informative) Le rôle des niveaux de compatibilité et de planification .....              | 32 |
| A.1 Le besoin de niveaux de compatibilité .....                                                    | 32 |
| A.2 Relation entre niveau de compatibilité et niveaux d'immunité .....                             | 32 |
| A.3 Relation entre niveau de compatibilité et limites d'émission .....                             | 34 |
| A.4 Niveaux de planification .....                                                                 | 36 |
| A.5 Illustration des niveaux de compatibilité, d'émission, d'immunité et de planification.....     | 38 |
| Annexe B (informative) Présentation de quelques phénomènes de perturbation .....                   | 40 |
| B.1 Décomposition de tensions et courants non sinusoïdaux .....                                    | 40 |
| B.2 Inter-harmoniques et composantes de tension aux fréquences supérieures à celle du rang 50..... | 44 |
| B.3 Creux de tension et coupures brèves de l'alimentation.....                                     | 52 |
| B.4 Surtensions transitoires.....                                                                  | 54 |
| B.5 Composantes continues .....                                                                    | 54 |
| Bibliographie .....                                                                                | 56 |

## CONTENTS

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                          | 5  |
| INTRODUCTION.....                                                                                      | 9  |
| 1 Scope and object.....                                                                                | 11 |
| 2 Normative references.....                                                                            | 13 |
| 3 Definitions .....                                                                                    | 13 |
| 3.1 General definitions.....                                                                           | 13 |
| 3.2 Phenomena related definitions.....                                                                 | 15 |
| 4 Compatibility levels.....                                                                            | 19 |
| 4.1 General comment.....                                                                               | 19 |
| 4.2 Voltage fluctuations and flicker .....                                                             | 19 |
| 4.3 Harmonics .....                                                                                    | 21 |
| 4.4 Interharmonics.....                                                                                | 23 |
| 4.5 Voltage dips and short supply interruptions .....                                                  | 25 |
| 4.6 Voltage unbalance .....                                                                            | 27 |
| 4.7 Transient overvoltages.....                                                                        | 27 |
| 4.8 Temporary power frequency variation.....                                                           | 27 |
| 4.9 DC component.....                                                                                  | 27 |
| 4.10 Mains signalling.....                                                                             | 29 |
| Annex A (Informative) The function of compatibility levels and planning levels in EMC .....            | 33 |
| A.1 The need for compatibility levels.....                                                             | 33 |
| A.2 Relation between compatibility level and immunity levels .....                                     | 33 |
| A.3 Relation between compatibility level and emission limits .....                                     | 35 |
| A.4 Planning levels .....                                                                              | 37 |
| A.5 Illustration of compatibility, emission, immunity and planning levels.....                         | 39 |
| Annex B (informative) Discussion of some disturbance phenomena .....                                   | 41 |
| B.1 Resolution of non-sinusoidal voltages and currents.....                                            | 41 |
| B.2 Interharmonics and voltage components at frequencies above that of the 50 <sup>th</sup> harmonic.. | 45 |
| B.3 Voltage dips and short supply interruptions .....                                                  | 53 |
| B.4 Transient overvoltages .....                                                                       | 55 |
| B.5 DC component .....                                                                                 | 55 |
| Bibliography .....                                                                                     | 57 |

# 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 CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1990. Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 77A/367/FDIS | 77A/376/RVD     |

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

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

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

## 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 IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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 cancels and replaces the first edition, published in 1990. This second edition constitutes a technical revision.

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

| FDIS         | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 77A/367/FDIS | 77A/376/RVD      |

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

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

Annexes A and B are for information only.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2012. A cette date, la publication sera

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2012. 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

## INTRODUCTION

La CEI 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 la CEI 61000-2-1.

## 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.

## **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. Elle fournit les valeurs numériques des niveaux de compatibilité pour les réseaux de distribution publics alternatifs basse tension, avec une tension nominale maximale de 420 V en monophasé, ou 690 V en triphasé, et une fréquence nominale de 50 Hz ou 60 Hz.

Les niveaux de compatibilité spécifiés dans cette norme s'appliquent au point de couplage commun. Aux bornes d'un matériel alimenté par les réseaux décrits ci-dessus, la sévérité des perturbations peut, dans la plupart des cas, être considérée comme égale à celle au point de couplage commun. Il en va différemment dans certaines situations, notamment dans le cas d'une longue ligne dédiée à l'alimentation d'une installation définie, ou dans le cas d'une perturbation générée ou amplifiée dans l'installation dont l'équipement fait partie.

Les niveaux de compatibilité sont donnés pour les perturbations électromagnétiques 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 pour les émissions perturbatrices 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 par les comités de produits ou autres concernant les équipements soumis aux perturbations conduites par les réseaux publics de distribution d'énergie.

Les phénomènes perturbateurs considérés sont:

- les fluctuations de tension et le flicker;
- les harmoniques jusques et y compris le rang 50;
- les inter-harmoniques jusqu'au rang 50;
- les distorsions de tension aux fréquences supérieures (au-dessus du rang 50);
- les creux de tension et les coupures brèves;
- le déséquilibre de tension;
- les surtensions transitoires;
- les variations de fréquence fondamentale;
- les composantes continues;
- les systèmes de transmission de signaux sur le réseau.

La plupart des ces phénomènes sont décrits dans la CEI 61000-2-1. Au cas où il n'est pas possible maintenant d'établir des niveaux de compatibilité, quelques informations sont fournies.

## 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 is concerned with conducted disturbances in the frequency range from 0 kHz to 9 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 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 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 generated or amplified within the installation of which the equipment forms a part.

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

- the limits to be set for disturbance emission 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 present in public power supply systems.

The disturbance phenomena considered are:

- voltage fluctuations and flicker;
- harmonics up to and including order 50;
- inter-harmonics up to the 50<sup>th</sup> harmonic;
- voltage distortions at higher frequencies (above the 50<sup>th</sup> harmonic);
- voltage dips and short supply interruptions;
- voltage unbalance;
- transient overvoltages;
- power frequency variation;
- d.c. components;
- mains signalling.

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

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

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

CEI/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*

CEI 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  $\leq 16$  A*

CEI 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*

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

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61000, les définitions données dans la CEI 60050-101, la CEI 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]

## 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  $\leq 16$  A*

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*

## 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

#### **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 la CEI 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]

## **3.2 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.

### 3.1.3

#### **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]

## **3.2 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 101-13-09. 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

#### **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 la CEI 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»).

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

**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

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

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, 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:

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

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 régulateurs 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  $\pm 10$  % de la tension d'alimentation déclarée) sont possibles pendant quelques dizaines de secondes, jusqu'à ce que les régulateurs 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 la CEI 61000-4-15 et estimée selon les prescriptions de la CEI 61000-3-3. Elle est calculée au regard des effets à court et à long terme.

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, 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  $\pm 10$  % 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.

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 la CEI 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:

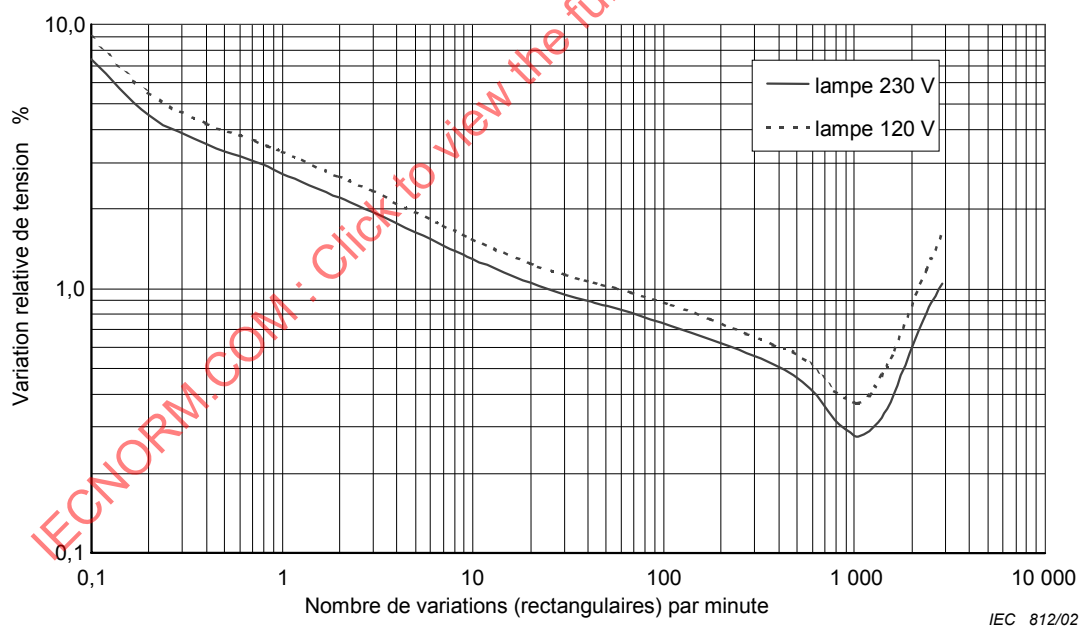
$$P_{lt} = 3 \sqrt{\frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3}$$

où  $P_{sti}$  ( $i = 1, 2, \dots, 12$ ) sont 12 valeurs consécutives de  $P_{st}$  (voir la CEI 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.

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.

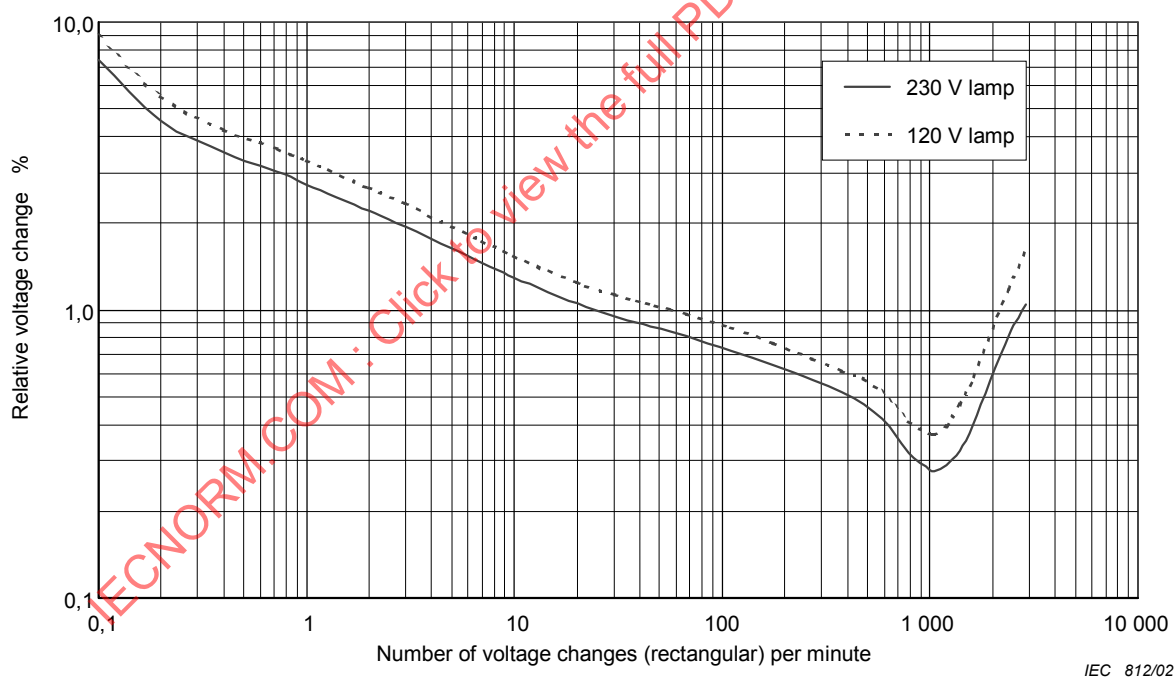
$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \times \sum_{i=1}^{12} P_{sti}^3}$$

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.

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 <sup>a</sup> |                         | Harmoniques pairs    |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Rang harmonique<br>h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tension harmonique<br>%     | Rang harmonique<br>h                            | Tension harmonique<br>% | Rang harmonique<br>h | Tension harmonique<br>%     |
| 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                         |
| $17 \leq h \leq 49$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $2,27 \times (17/h) - 0,27$ | $21 < h \leq 45$                                | 0,2                     | $10 \leq h \leq 50$  | $0,25 \times (10/h) + 0,25$ |
| <sup>a</sup> 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.

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<br>non-multiple of 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                             | Odd harmonics<br>multiple of 3 <sup>a</sup> |                          | Even harmonics         |                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Harmonic<br>Order<br>h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Harmonic<br>Voltage<br>%    | Harmonic<br>Order<br>h                      | Harmonic<br>Voltage<br>% | Harmonic<br>Order<br>h | Harmonic<br>Voltage<br>%    |
| 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                         |
| $17 \leq h \leq 49$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $2,27 \times (17/h) - 0,27$ | $21 < h \leq 45$                            | 0,2                      | $10 \leq h \leq 50$    | $0,25 \times (10/h) + 0,25$ |
| <sup>a</sup> 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.

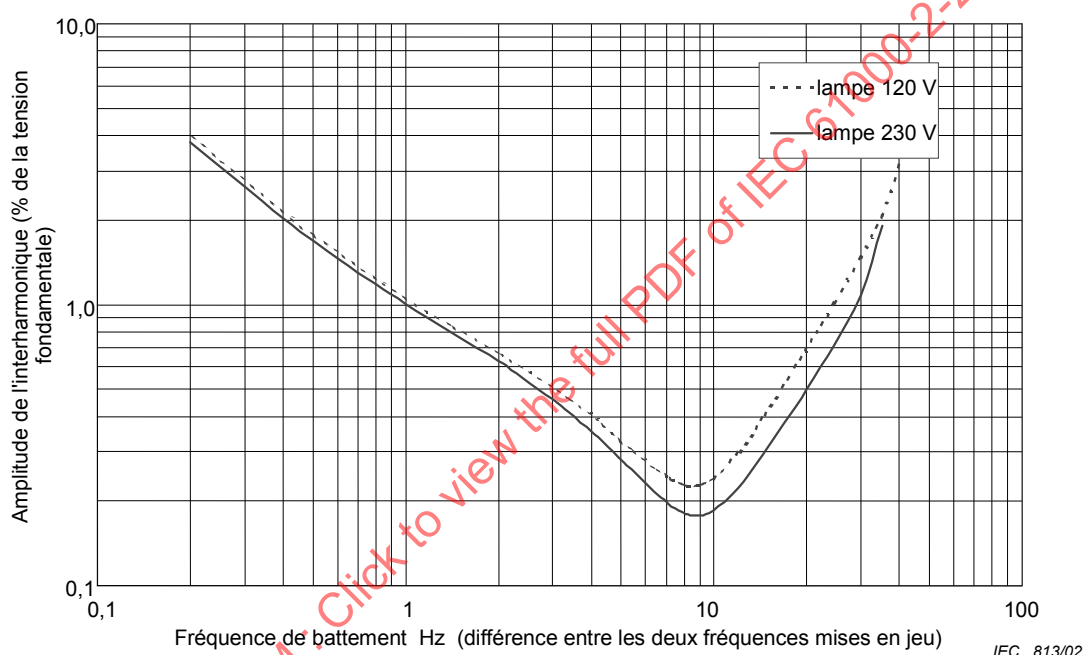
#### 4.4 Interharmonics

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

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 la CEI 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  $m \leq 0,04$ .

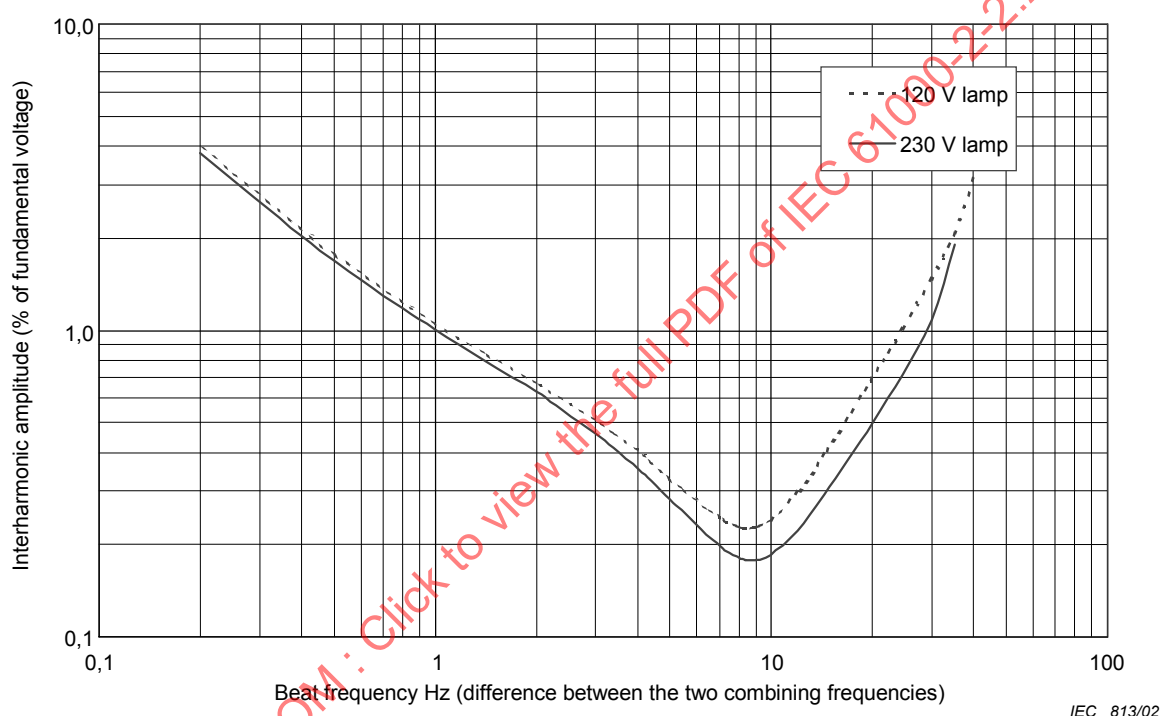
#### 4.5 Creux de tension et coupures brèves

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

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  $m \leq 0,04$ .

#### 4.5 Voltage dips and short supply interruptions

For a discussion of these phenomena, see annex B and 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 la CEI 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  $\pm 1$  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.

#### 4.6 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  $\pm 1$  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 Systèmes de transmission de signaux sur le réseau

### 4.10.1 Généralités

Bien que les réseaux publics aient pour fin principale l'alimentation des clients en énergie électrique, les gestionnaires de réseau l'utilisent également pour la transmission de signaux dans le but – par exemple – de piloter certains types de charges. Ces réseaux ne sont pas utilisés à des fins de 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 la CEI 61000-2-1. (Les plages de fréquences mentionnées sont des valeurs nominales; elles relèvent de la pratique).

### 4.10.2 Système 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; 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 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. 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 impairs (non multiples de 3).

## 4.10 Mains signalling

### 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.

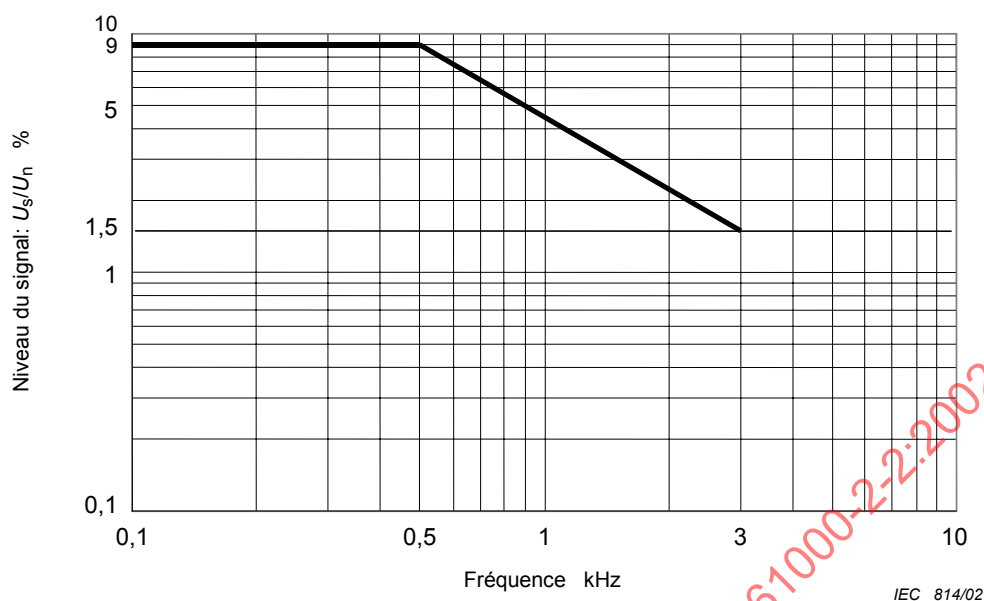
Four types of mains signalling systems are described in clause 10 of IEC 61000-2-1. (The frequency ranges mentioned are nominal and are a matter of common practice).

### 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 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 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).



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

#### **4.10.3 Systèmes de courants porteurs en ligne moyenne fréquence (de 3 kHz à 20 kHz)**

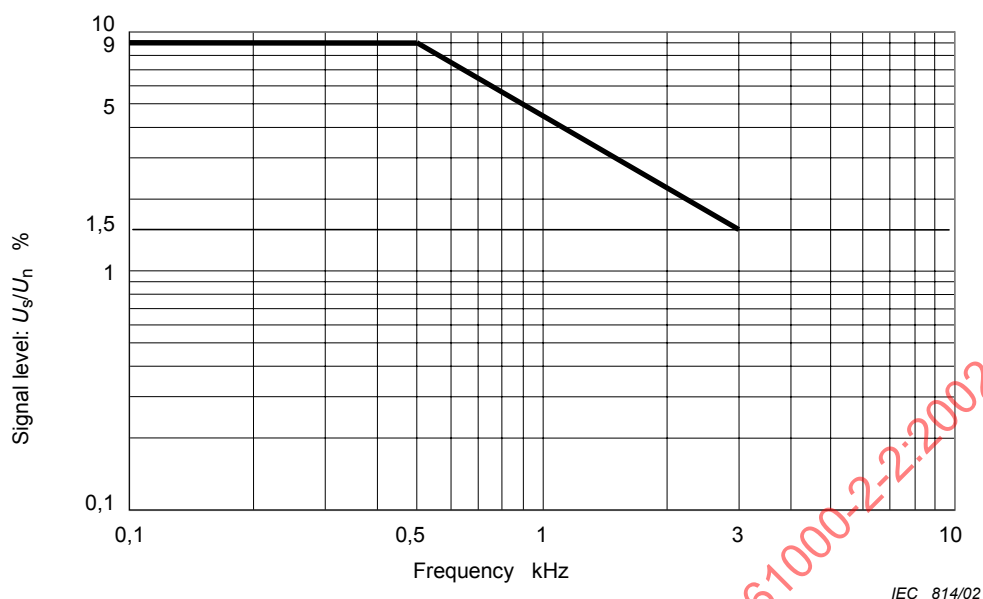
A l'étude.

#### **4.10.4 Systèmes de courants porteurs en ligne radiofréquence (de 20 kHz à 148,5 kHz)**

A l'étude.

#### **4.10.5 Systèmes à marquage d'ordre**

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.



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

#### **4.10.3 Medium-frequency power-line carrier systems (3 kHz to 20 kHz)**

(Under consideration )

#### **4.10.4 Radio-frequency power-line carrier systems (20 kHz to 148,5 kHz)**

(Under consideration)

#### **4.10.5 Mains-mark systems**

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.

## **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.

## **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.

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.

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.

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.

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.

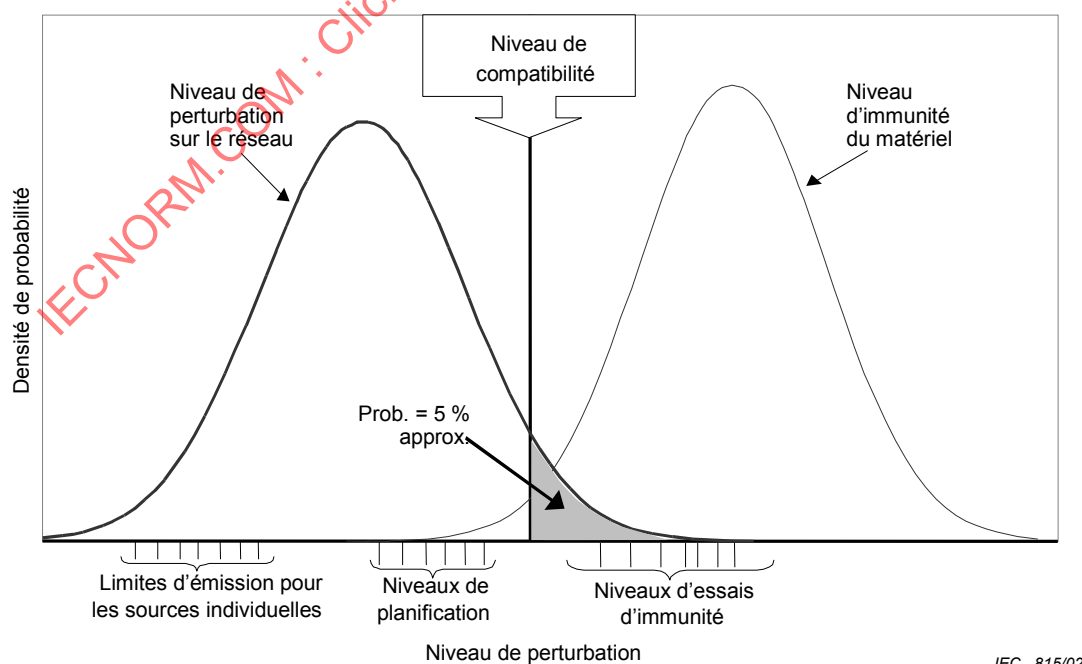
Planning levels are relevant primarily to medium voltage and higher voltage networks. However, low frequency conducted disturbances pass in both directions between low voltage and the higher voltage networks. The co-ordination of emission limits must take account of all voltage levels.

L'utilisation des niveaux de planification est décrite dans les rapports techniques CEI/TR3 61000-3-6 et CEI/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

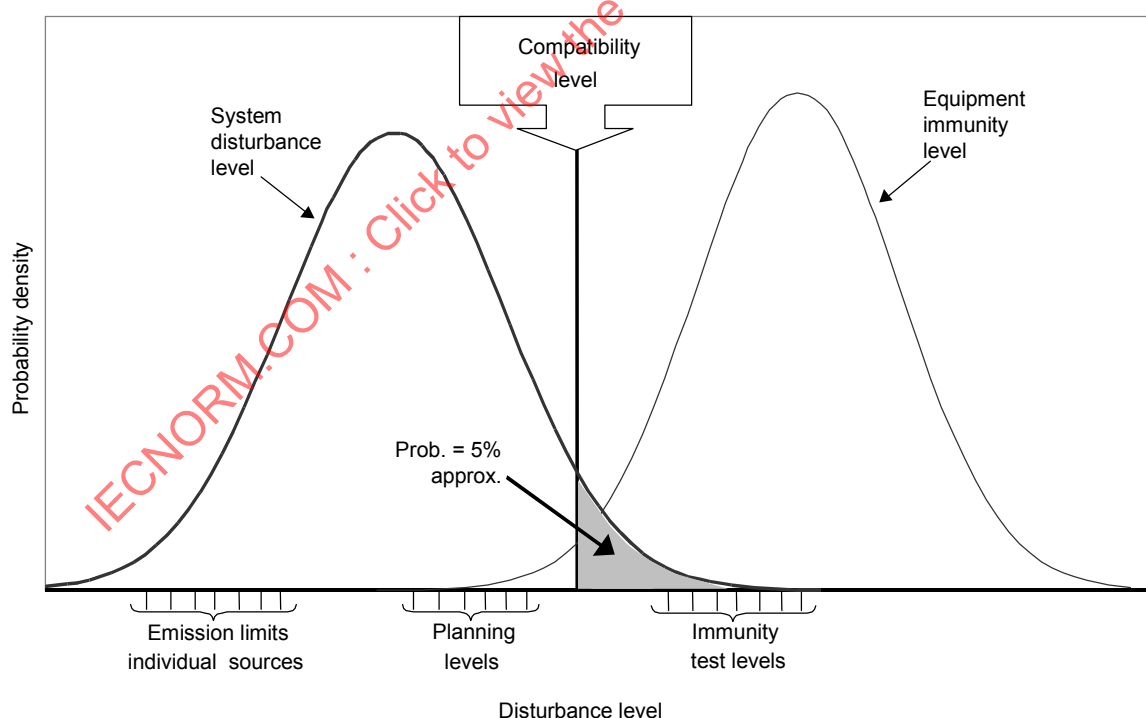
**Figure A.1 – Relation entre niveaux de compatibilité, d'immunité, de planification et d'émission**

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**

## **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.

## **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 ( $M = 2^i$ ). (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.

En conséquence, les techniques de mesure définies dans la CEI 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 la CEI 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 la CEI 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 VEl 101-14-54 et VEl 551-20-11.

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

#### 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

Les réseaux de distribution publics sont conçus pour délivrer une tension 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 à l'onde de tension initiale des fréquences indésirables. Ces fréquences indésirables sont principalement produites par les modules de conversion 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 une absorption largement non linéaire de puissance sur le réseau d'alimentation, ce qui se traduit par l'émission d'un grand nombre de fréquences harmoniques et inter-harmoniques, parfois au-delà du 50<sup>ème</sup> rang. Lorsque ces courants circulent à travers l'impédance 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 une fréquence d'alimentation différente de celle du réseau. C'est notamment le cas des équipements à vitesse variable. Ici encore, la conversion est réalisée par un dispositif électronique qui extrait la puissance nécessaire de l'alimentation et la restitue 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 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 généralement élevée. Les équipements de forte puissance (typiquement au-dessus de 1 MW) 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.

**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.

[IEV 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 50<sup>th</sup> harmonic**

### **B.2.1 Sources of unwanted currents and voltages**

The public a.c. distribution systems are intended to deliver voltages at the power frequencies, 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 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<sup>th</sup> 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 cycloconverters 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.

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 (voir annexe C de la CEI 61000-2-4).

- Les fours à arc produisent 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 produisent un spectre continu à large bande, associé à un processus intermittent lié aux opérations de soudage, d'une durée de l'ordre de la seconde.
- Les moteurs asynchrones peuvent absorber un courant magnétisant irrégulier en raison des encoches rotor et stator et éventuellement de la saturation du fer. A la vitesse de rotation nominale du moteur, cela génère des inter-harmoniques à des fréquences émises comprises entre les rangs 10 et 40 mais, lors du démarrage, elles parcourent tout le spectre 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 sont une autre source d'inter-harmoniques mais dans ce cas, l'émission est intentionnelle et soigneusement contrôlée pour assurer la compatibilité, voir 4.10.

## **B.2.2 Effets des tensions indésirables**

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