RAPPORT TECHNIQUE

TECHNICAL REPORT

CEI
IEC
61000-2-8

Première édition
First edition
2002-11

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 2-8:
Environnement – Creux de tension et coupures brèves sur les réseaux d'électricité publics incluant des résultats de mesures statistiques

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 2-8:
Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results

© 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 photo-copie 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 X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 6
INTRODUCTION 10

1 Domaine d'application 12
2 Définitions 12
3 Description des creux de tension et des coupures brèves 14
3.1 Source des creux de tension 14
3.2 Durée du creux de tension 16
3.3 Amplitude du creux de tension 18
3.4 Coupures brèves 22
3.5 Causes des creux de tension et des coupures brèves 22
3.6 Exemple de défaut dans un réseau MT 24
4 Effets des creux de tension et des coupures brèves 28
4.1 Effets généraux 28
4.2 Effets sur des dispositifs particuliers 30
5 Mesures réparatrices 34
5.1 Considérations générales 34
5.2 Quelques exemples des mesures réparatrices 36
6 Mesure des creux de tension et des coupures brèves 38
6.1 Conventions adoptées dans la mesure des creux de tension et des coupures brèves 38
6.2 Mesure des creux de tension 44
6.3 Mesure des coupures brèves 46
6.4 Classification des résultats de mesure 46
6.5 Regroupement des résultats de mesure 48
7 Résultats de mesure disponibles 50
7.1 Statistiques d'UNIPEDE 50
7.2 Statistiques d'enquête de l'EPRI 56
7.3 Quelques statistiques de différents pays 60
8 Discussion des résultats et conclusions générales 78
8.1 Comparaison des résultats 78
8.2 Conclusions des résultats 78
8.3 Conclusions générales 80
8.4 Recommandations 84

Bibliographie 88

Figure 1 – Circuit équivalent pour un creux de tension 18
Figure 2 – Creux de tension et coupures brèves résultant d'un défaut en réseau MT 26
Figure 3 – Courbe ITIC (CBEMA) pour un équipement raccordé à un réseau 120 V 60 Hz 30
Figure 4 – Histogramme des fréquences de creux et de coupures 56
Figure 5 – Nombre annuel de creux et coupures sous 4 seuils de tension 58

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 11

1 Scope 13
2 Definitions 13
3 Description of voltage dips and short interruptions 15
3.1 Source of voltage dips 15
3.2 Voltage dip duration 17
3.3 Voltage dip magnitude 19
3.4 Short interruptions 23
3.5 Causes of voltage dips and short interruptions 23
3.6 Example of fault on MV network 25
4 Effects of voltage dips and short interruptions 29
4.1 General effects 29
4.2 Effects on some particular devices 31
5 Remedial measures 35
5.1 General considerations 35
5.2 Some examples of remedial measures 37
6 Measurement of voltage dips and short interruptions 39
6.1 Conventions adopted in the measurement of voltage dips and short interruptions 39
6.2 Measurement of voltage dips 45
6.3 Measurement of short interruptions 47
6.4 Classification of measurement results 47
6.5 Aggregation of measurement results 49
7 Available measurement results 51
7.1 UNIPEDE statistics 51
7.2 Statistics from EPRI survey 57
7.3 Some statistics from individual countries 61
8 Discussion of results and general conclusions 79
8.1 Comparison of results 79
8.2 Conclusions from the results 79
8.3 General conclusions 81
8.4 Recommendations 85

Bibliography 89

Figure 1 – Equivalent circuit for voltage dips 19
Figure 2 – Voltage dips and short interruptions resulting from fault on MV network 27
Figure 3 – ITIC (CBEMA) curve for equipment connected to 120 V 60 Hz systems 31
Figure 4 – Histogram of sag and interruption rates 57
Figure 5 – Annual number of sags and interruptions below 4 voltage thresholds 59

Tableau 1 – Tensions secondaires d'un transformateur avec un défaut d'une phase à la terre au primaire 20
Tableau 2 – Classification des résultats de mesure 48
Tableau 3 – Réseaux souterrains: fréquence des creux de tension – maximum 52
Tableau 4 – Réseaux souterrains: fréquence des creux de tension – moyenne 52
Tableau 5 – Réseaux souterrains: fréquence des creux de tension – 95e percentile 52
Tableau 6 – Réseaux mixtes: fréquence des creux de tension – maximum 54
Tableau 7 – Réseaux mixtes: fréquence des creux de tension – moyenne 54
Tableau 8 – Réseaux mixtes: fréquence des creux de tension – 95e percentile 54
Tableau 9 – Creux de tension et coupures brèves en réseau HT 60
Tableau 10 – Creux de tension et coupures brèves en réseau MT 60
Tableau 11 – Réseaux MT aériens: fréquence des creux de tension – maximum 62
Tableau 12 – Réseaux MT aériens: fréquence des creux de tension – 95e percentile 64
Tableau 13 – Réseaux MT aériens: fréquence des creux de tension – moyenne 64
Tableau 14 – Réseaux MT souterrains: fréquence des creux de tension – maximum 64
Tableau 15 – Réseaux MT souterrains: fréquence des creux de tension – moyenne 66
Tableau 16 – Réseaux HT (400 kV): fréquence des creux de tension – maximum 66
Tableau 17 – Réseaux HT (400 kV): fréquence des creux de tension – moyenne 66
Tableau 18 – Coefficient de pondération de la gravité des creux de tension 68
Tableau 19 – Réseaux souterrains: 2 sites de mesures, 1996-1998 – nombre maximal de creux/an 70
Tableau 20 – Réseaux souterrains: 2 sites de mesures, 1996-1998 – nombre moyen de creux/an 70
Tableau 21 – Réseaux mixtes: 3 sites de mesures, 1996-1998 – nombre maximal de creux/an 70
Tableau 22 – Réseaux mixtes: 3 sites de mesures, 1996-1998 – nombre moyen de creux/an 72
Tableau 23 – Réseaux mixtes: 3 sites de mesures, 1999 – nombre maximal de creux 72
Tableau 24 – Réseaux mixtes: 3 sites de mesures, 1999 – nombre moyen de creux 74
Tableau 25 – Réseaux aériens: 3 sites de mesures, 1999 – nombre maximal de creux 74
Tableau 26 – Réseaux aériens: 3 sites de mesures, 1999 – nombre moyen de creux 74
Tableau 27 – Probabilité moyenne *p* de creux de tension et coupures brèves par client 76
Tableau 28 – Présentation recommandée des résultats 86

Table 1 – Transformer secondary voltages with a single line-to-ground fault on the primary.....21
Table 2 – Classification of measurement results 49
Table 3 – Underground networks: voltage dip incidence – maximum 53
Table 4 – Underground networks: voltage dip incidence – mean.....53
Table 5 – Underground networks: voltage dip incidence – 95th percentile 53
Table 6 – Mixed networks: voltage dip incidence – maximum 55
Table 7 – Mixed networks: voltage dip incidence – mean 55
Table 8 – Mixed networks: voltage dip incidence – 95th percentile.....55
Table 9 – Voltage dips and short interruptions on the HV system 61
Table 10 – Voltage dips and short interruptions on the MV system 61
Table 11 – MV overhead networks: voltage dip incidence – maximum 63
Table 12 – MV overhead networks: voltage dip incidence – 95th percentile.....65
Table 13 – MV overhead networks: voltage dip incidence – mean 65
Table 14 – MV underground networks: voltage dip incidence – maximum 65
Table 15 – MV underground networks: voltage dip incidence – mean 67
Table 16 – HV (400 kV) networks: voltage dip incidence – maximum.....67
Table 17 – HV (400 kV) networks: voltage dip incidence – mean 67
Table 18 – Voltage dip severity weighting coefficients 69
Table 19 – Underground networks: 2 measurement sites, 1996-1998 – maximum number of dips/year 71
Table 20 – Underground networks: 2 measurement sites, 1996-1998 – mean number of dips/year 71
Table 21 – Mixed networks: 3 measurement sites, 1996-1998 – maximum number of dips/year 71
Table 22 – Mixed networks: 3 measurement sites, 1996-1998 – mean number of dips/year 73
Table 23 – Mixed networks: 3 measurement sites, 1999 – maximum number of dips 73
Table 24 – Mixed networks: 3 measurement sites, 1999 – mean number of dips 75
Table 25 – Overhead networks: 3 measurement sites, 1999 – maximum number of dips 75
Table 26 – Overhead networks: 3 measurement sites, 1999 – mean number of dips.....75
Table 27 – Average probability *p* of voltage dips and short interruptions per customer.....77
Table 28 – Recommended presentation of results.....87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 2-8: Environnement – Creux de tension et coupures brèves sur les réseaux d'électricité publics incluant des résultats de mesures statistiques

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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 du présent rapport technique 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 61000-2-8, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basses fréquences 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.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
77A/375/DTR	77A/396/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results

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 technical report may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example “state of the art”.

IEC 61000-2-8, which is a technical report, 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.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
77A/375/DTR	77A/396/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, la publication sera

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

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 de la responsabilité des comités de produits)

Partie 4: Techniques d'essai 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 sub-division (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

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into several parts, published either as International Standards, 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 2-8: Environnement – Creux de tension et coupures brèves sur les réseaux d'électricité publics incluant des résultats de mesures statistiques

1 Domaine d'application

Ce rapport technique décrit les phénomènes électromagnétiques de perturbation des creux de tension et des coupures brèves en termes de leurs origines, effets, mesures correctrices, méthodes de mesures, et de résultats de mesures (pour autant qu'ils soient disponibles). Ils sont discutés essentiellement comme des phénomènes observés sur les réseaux d'électricité publics et ayant un effet sur l'appareillage électrique alimenté en énergie par ces réseaux.

Le creux de tension exprime la notion des termes anglais «voltage sag» et «voltage dip».

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results

1 Scope

This technical report describes the electromagnetic disturbance phenomena of voltage dips and short interruptions in terms of their sources, effects, remedial measures, methods of measurement, and measurement results (in so far as these are available). They are discussed primarily as phenomena observed on the networks of public electricity supply systems and having an effect on electrical equipment receiving its energy supply from those systems.

“Voltage sag” is an alternative name for the phenomenon voltage dip.