IEC/TR 60725

Edition 3.0 2012-06

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

Consideration of reference impedances and public supply network impedances for use in determining the disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current ≤75 A per phase

Étude des impédances de référence et des impédances des réseaux publics d'alimentation aux fins de la détermination des caractéristiques de perturbation des équipements électriques utilisant un courant nominal ≤75 A par phase

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX U

ICS 33.100.01

ISBN 978-2-83220-161-9

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Systems of low-voltage supply 6
3.1 Three-phase supply systems 6
3.2 Single-phase two-wire supply systems 7
3.3 Single-phase three-wire supply systems 7
4 Supply impedances 7
4.1 Typical residential premises 7
4.2 Large residential, commercial and light industrial premises 10
4.2.1 General 10
4.2.2 Supply impedance relevant to the connection of three-phase equipment 11
4.2.3 Supply impedances relevant to the connection of single-phase equipment 11
5 Reference impedances 12
5.1 General 12
5.2 Reference impedances for equipment with current ratings ≤16 A 12
5.2.1 Overview 12
5.2.2 50 Hz and 60 Hz low-voltage supply systems 13
5.3 Reference impedance for 50 Hz and 60 Hz equipment with current ratings >16 A and ≤75 A per phase 15
6 Impedance at frequencies above the supply frequency 15
Annex A (informative) Methods for determining the maximum modulus values of public electricity supply low-voltage network impedances relevant to three-phase services of more than 100 A per phase at 50 Hz 16
Annex B (informative) Methods for determining the maximum modulus values of public electricity supply low-voltage network impedances relevant to three-phase services of more than 100 A per phase at 60 Hz 24
Annex C (informative) Measurement of supply impedance and survey method 26
Bibliography 29

Figure 1 – Representation of a single-phase three-wire supply system 7
Figure A.1 – Model used for determining the impedance of a network line conductor from a transformer to a three-phase service cut-out 18
Figure A.2 – Three-phase impedance diagram of a typical 500 kVA transformer and mains cable 19
Figure B.1 – Model used for determining the impedance of a network line conductor from a transformer to a three-phase service cut-out 24
Figure C.1 – Measurement of impedance at a customer's premises 27

Table 1 – Residential consumers' complex supply impedances at 50 Hz 8
Table 2 – Single-phase device capacities <100 A per phase 9
Table 3 – Three-phase service capacities <100 A per phase 9

Table 4 – Single or two-phase service capacities ≥100 A per phase 10
Table 5 – Three-phase service capacities ≥100 A per phase 10
Table 6 – Modulus values of supply impedance, in ohms at 50 Hz, relevant to the connection of three-phase equipment and having a 95 % probability of not being exceeded 11
Table 7 – Modulus values of supply impedance, in ohms at 50 Hz, relevant to the connection of single-phase equipment and having a 95 % probability of not being exceeded 12
Table 8 – Reference impedances for testing purposes 13
Table 9 – Reference impedances for 100 V/200 V and 120 V/240 V supply systems <100 A 14
Table 10 – Reference impedances for 200 V to 240 V supply systems <100 A 14
Table 11 – Reference impedances for 200 V to 240 V supply systems, ≥100 A per phase 15
Table 12 – Reference impedances for testing purposes, for 200 V to 240 V supply systems, ≥100 A 15
Table A.1 – Modulus values of the maximum supply impedance, in ohms, of the line-conductors of 230 V/400 V, 50 Hz, public electricity supply networks, relevant to three-phase services having service capacities of 200 A per phase 21
Table A.2 – Modulus values of the maximum supply impedance, in ohms, of the line and neutral conductors of 230 V/400 V, 50 Hz, public electricity supply networks, relevant to three-phase services having service capacities of 200 A per phase 22
Table C.1 – Impedance values for copper conductor installation wiring 28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CONSIDERATION OF REFERENCE IMPEDANCES AND PUBLIC SUPPLY NETWORK IMPEDANCES FOR USE IN DETERMINING THE DISTURBANCE CHARACTERISTICS OF ELECTRICAL EQUIPMENT HAVING A RATED CURRENT ≤75 A PER PHASE

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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 60725, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 77A: EMC – Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility. This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2005, and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- new survey and other data from countries having public supply networks operating at 60 Hz have been included;
- recommendations that were applicable to 50 Hz systems are now mirrored by new recommendations that are relevant to 60 Hz systems.

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

Enquiry draft	Report on voting
77A/784/DTR	77A/789/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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

CONSIDERATION OF REFERENCE IMPEDANCES AND PUBLIC SUPPLY NETWORK IMPEDANCES FOR USE IN DETERMINING THE DISTURBANCE CHARACTERISTICS OF ELECTRICAL EQUIPMENT HAVING A RATED CURRENT ≤75 A PER PHASE

1 Scope

This Technical Report records the information that was available and the factors that were taken into account in arriving at the reference impedances that were incorporated in IEC 60555 and which are now incorporated in some parts of IEC 61000-3.

In addition, information is given on the impedances of public supply networks associated with service current capacities ≥100 A per phase.

2 Normative references

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

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-3-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current ≤75 A and subject to conditional connection*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 32
1 Domaine d'application 34
2 Références normatives 34
3 Réseaux d'alimentation basse tension 34
3.1 Réseaux d'alimentation triphasés 34
3.2 Réseaux d'alimentation monophasés à deux fils 35
3.3 Réseaux d'alimentation monophasés à trois fils 35
4 Impédances d'alimentation 36
4.1 Locaux résidentiels habituels 36
4.2 Locaux résidentiels, commerciaux et industriels légers de grande taille 38
4.2.1 Généralités 38
4.2.2 Impédance d'alimentation applicable à la connexion d'équipements électriques triphasés 39
4.2.3 Impédances d'alimentation applicables à la connexion d'équipements électriques monophasés 40
5 Impédances de référence 41
5.1 Généralités 41
5.2 Impédances de référence pour les équipements avec des courants assignés ≤16 A 41
5.2.1 Vue d'ensemble 41
5.2.2 Réseaux d'alimentation basse tension 50 Hz et 60 Hz 42
5.3 Impédance de référence pour les équipements 50 Hz et 60 Hz avec des courants assignés >16 A et ≤75 A par phase 43
6 Impédance à des fréquences supérieures à la fréquence d'alimentation 44
Annexe A (informative) Méthodes de détermination des valeurs maximales du module des impédances de réseaux publics basse tension d'alimentation en électricité applicables aux services triphasés supérieurs à 100 A par phase à 50 Hz 45
Annexe B (informative) Méthodes de détermination des valeurs maximales du module des impédances de réseaux publics basse tension d'alimentation en électricité applicables aux services triphasés supérieurs à 100 A par phase à 60 Hz 53
Annexe C (informative) Mesure de l'impédance d'alimentation et méthode d'enquête 55
Bibliographie 58

Figure 1 – Représentation d'un réseau d'alimentation monophasé à trois fils 35
Figure A.1 – Modèle utilisé pour déterminer l'impédance d'un conducteur de phase de réseau entre un transformateur et un point de sectionnement de circuit triphasé 47
Figure A.2 – Schéma d'impédance triphasée d'un transformateur 500 kVA et d'un câble secteur typiques 48
Figure B.1 – Modèle utilisé pour déterminer l'impédance d'un conducteur de phase de réseau entre un transformateur et un point de sectionnement de circuit triphasé 53
Figure C.1 – Mesure de l'impédance aux locaux d'un consommateur 56

Tableau 1 – Impédances d'alimentation complexes des consommateurs résidentiels à 50 Hz 36
Tableau 2 – Capacités des dispositifs monophasés <100 A par phase 37

Tableau 3 – Capacités utiles triphasées <100 A par phase 38
Tableau 4 – Capacités utiles monophasées ou biphasées ≥100 A par phase 39
Tableau 5 – Capacités utiles triphasées ≥100 A par phase 39
Tableau 6 – Valeurs du module de l'impédance de l'alimentation, en ohms à 50 Hz, applicables à la connexion d'équipements triphasés et ayant 95 % de probabilité de ne pas être dépassées 40
Tableau 7 – Valeurs du module de l'impédance de l'alimentation, en ohms à 50 Hz, applicables à la connexion d'équipements monophasés et ayant 95 % de probabilité de ne pas être dépassées 40
Tableau 8 – Impédances de référence pour les essais 42
Tableau 9 – Impédances de référence pour les réseaux d'alimentation de 100 V/200 V et 120 V/240 V, <100 A 43
Tableau 10 – Impédances de référence pour les réseaux d'alimentation de 200 V à 240 V, <100 A 43
Tableau 11 – Impédances de référence pour les réseaux d'alimentation de 200 V à 240 V, ≥100 A par phase 43
Tableau 12 – Impédances de référence pour les essais, pour les réseaux d'alimentation de 200 V à 240 V, ≥100 A 44
Tableau A.1 – Valeurs du module de l'impédance de l'alimentation maximale, en ohms, des conducteurs de phase de réseaux publics d'alimentation en électricité 230 V/400 V, 50 Hz, applicables aux services triphasés ayant une capacité utile de 200 A par phase 50
Tableau A.2 – Valeurs du module de l'impédance de l'alimentation maximale, en ohms, des conducteurs de phase et neutres de réseaux publics d'alimentation en électricité 230 V/400 V, 50 Hz, applicables aux services triphasés ayant une capacité utile de 200 A par phase 51
Tableau C.1 – Valeurs de l'impédance pour des câblages d'installation avec conducteurs en cuivre 57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉTUDE DES IMPÉDANCES DE RÉFÉRENCE ET DES IMPÉDANCES DES RÉSEAUX PUBLICS D'ALIMENTATION AUX FINS DE LA DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES UTILISANT UN COURANT NOMINAL ≤75 A PAR PHASE

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets 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 60725, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 77A: CEM – Phénomènes basse fréquence, du comité technique 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique. Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, parue en 2005, et constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- une nouvelle enquête comparative et d'autres données en provenance de pays ayant des réseaux de distribution publique fonctionnant à 60 Hz ont été incluses;
- les recommandations qui étaient applicables aux systèmes à 50 Hz sont maintenant complétées par des recommandations équivalentes pour les systèmes à 60 Hz.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
77A/784/DTR	77A/789/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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

ÉTUDE DES IMPÉDANCES DE RÉFÉRENCE ET DES IMPÉDANCES DES RÉSEAUX PUBLICS D'ALIMENTATION AUX FINS DE LA DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES UTILISANT UN COURANT NOMINAL ≤75 A PAR PHASE

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique comprend les informations disponibles et les facteurs pris en compte lors de l'établissement des impédances de référence intégrées dans la CEI 60555 et qui sont désormais intégrés dans certaines parties de la CEI 61000-3.

De plus, les informations fournies concernent les impédances des réseaux publics d'alimentation associés à des capacités utiles de courant ≥100 A par phase.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

CEI 61000-3-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Equipements ayant un courant appelé ≤75 A et soumis à un raccordement conditionnel*

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