

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**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**

**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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10

ISBN 978-2-8322-4401-2

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.

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



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

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

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Assessment of voltage changes, voltage fluctuations and flicker	10
4.1 Assessment of a relative voltage change, $d(t)$	10
4.2 Assessment of the short-term flicker value, P_{st}	11
4.2.1 General	11
4.2.2 Flickermeter	11
4.2.3 Simulation method	11
4.2.4 Analytical method	11
4.2.5 Use of $P_{st} = 1$ curve	12
4.3 Assessment of long-term flicker value, P_{lt}	12
5 Limits	12
6 Test conditions	13
6.1 General	13
6.2 Measurement uncertainty	14
6.3 Test supply voltage	14
6.4 Reference impedance	14
6.5 Observation period	15
6.6 General test conditions	15
Annex A (normative) Application of limits and type test conditions for specific equipment	19
Annex B (normative) Test conditions and procedures for measuring d_{max} voltage changes caused by manual switching	27
Annex C (informative) Determination of steady state voltage and voltage change characteristics, as defined in IEC 61000-4-15:2010	28
Annex D (informative) Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{st} = 1,0$ at output [IEC/TR 61000-3-7:2008]	33
Bibliography	34
Figure 1 – Reference network for single-phase and three-phase supplies derived from a three-phase, four-wire supply	16
Figure 2 – Curve for $P_{st} = 1$ for rectangular equidistant voltage changes	17
Figure 3 – Shape factors F for double-step and ramp-voltage characteristics	17
Figure 4 – Shape factors F for rectangular and triangular voltage characteristics	18
Figure 5 – Shape factor F for motor-start voltage characteristics having various front times	18
Figure C.1 – Evaluation of $U_{hp}(t)$	32
Table 1 – Assessment method	11
Table A.1 – Test conditions for hotplates	19
Table A.2 – Electrode parameters	24

Table A.3 – Frequency factor R related to repetition rate " r "	25
Table C.1 – Test specification for $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (from Table 12 of IEC 61000-4-15: 2010)	31
Table C.2 – Test specification for $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (from Table 13 of IEC 61000-4-15: 2010)	31
Table D.1 – Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{St} = 1,0$ at output	33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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**

FOREWORD

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

DISCLAIMER

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

This Consolidated version of IEC 61000-3-3 bears the edition number 3.1. It consists of the third edition (2013-05) [documents 77A/809/FDIS and 77A/816/RVD] and its amendment 1 (2017-05) [documents 77A/952/FDIS and 77A/960/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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

International Standard IEC 61000-3-3 has been prepared by subcommittee 77A: EMC – Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

This standard forms part 3-3 of IEC 61000 series of standards. It has the status of a product family standard.

This third edition constitutes a technical revision.

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

- a) This edition takes account of the changes made in IEC 61000-4-15:2010.

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

A list of all parts in the IEC 61000 series, published under the general title *Electromagnetic compatibility (EMC)*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

IEC 61000 is published in separate parts according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of 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 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into sections which are to be published either as International Standards or as Technical Reports.

These standards and reports will be published in chronological order and numbered accordingly.

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

1 Scope

This part of IEC 61000 is concerned with the limitation of voltage fluctuations and flicker impressed on the public low-voltage system.

It specifies limits of voltage changes which may be produced by an equipment tested under specified conditions and gives guidance on methods of assessment.

This part of IEC 61000 is applicable to electrical and electronic equipment having an input current equal to or less than 16 A per phase, intended to be connected to public low-voltage distribution systems of between 220 V and 250 V line to neutral at 50 Hz, and not subject to conditional connection.

Equipment which does not comply with the limits of this part of IEC 61000 when tested with the reference impedance Z_{ref} of 6.4, and which therefore cannot be declared compliant with this part, may be retested or evaluated to show conformity with IEC 61000-3-11. Part 3-11 is applicable to equipment with rated input current ≤ 75 A per phase and subject to conditional connection.

The tests according to this part are type tests. Particular test conditions are given in Annex A and the test circuit is shown in Figure 1.

NOTE 1 The limits in this standard relate to the voltage changes experienced by consumers connected at the interface between the public supply low-voltage network and the equipment user's installation. Consequently, if the actual impedance of the supply at the supply terminals of equipment connected within the equipment user's installation exceeds the test impedance, it is possible that supply disturbance exceeding the limits could occur.

NOTE 2 The limits in this standard are based mainly on the subjective severity of flicker imposed on the light from 230 V 60 W coiled-coil filament lamps by fluctuations of the supply voltage. For systems with nominal voltage less than 220 V line to neutral and/or frequency of 60 Hz, the limits and reference circuit values are under consideration.

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/TR 60725, *Consideration of reference impedances and public supply impedances for use in determining disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current ≤ 75 A per phase*

IEC 60974-1, *Arc welding equipment – Part 1: Welding power sources*

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

IEC 61000-3-11, *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 61000-4-15:2010, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

flicker

impression of unsteadiness of visual sensation induced by a light stimulus whose luminance or spectral distribution fluctuates with time

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.2

voltage change characteristic

$d(t)$

time function of the relative r.m.s. voltage change evaluated as a single value for each successive half period between zero-crossings of the source voltage, except during time intervals in which the voltage is in a steady-state condition for at least 1 s

Note 1 to entry: For detailed information about the evaluation of a voltage change characteristic and the definition of a steady state condition see Annex C and IEC 61000-4-15:2010.

3.3

d_c

maximum steady state voltage change during an observation period

Note 1 to entry: For detailed information about the calculation of d_c see Annex C and IEC 61000-4-15:2010.

3.4

$d_{\max}$

maximum absolute voltage change during an observation period

Note 1 to entry: For detailed information about the calculation of $d_{\max}$ see Annex C and IEC 61000-4-15:2010.

3.5

$T_{\max}$

maximum time duration during the observation period that the voltage deviation $d(t)$ exceeds the limit for d_c

Note 1 to entry: During a voltage change characteristic the time duration $T_{\max}$ is accumulated until a new steady state condition is established.

Note 2 to entry: The $T_{\max}$ limit evaluation in this standard is generally intended to evaluate the inrush current pattern of the equipment under test. Thus, as soon as a new steady state condition is established, the $T_{\max}$ evaluation is ended. When a new voltage change occurs that exceeds the limit for d_c , a new $T_{\max}$ evaluation is started. The maximum duration that $d(t)$ exceeds the limit for d_c for any of the individual $T_{\max}$ evaluations during the observation period, is used for the comparison against the $T_{\max}$ limit, and is reported for the test.

3.6

nominal test voltage

U_n

nominal test voltage used to calculate percentages for the various directly measured parameters

Note 1 to entry: If no steady state condition is achieved during the observation period, U_n is used for the calculation of $d_{\max}$ and $T_{\max}$.

Note 2 to entry: U_n is not necessarily equal to the nominal voltage of the public supply.

3.7

P_{st}

short-term flicker severity

Note 1 to entry: If not specified differently, the P_{st} evaluation time is 10 minutes. For the purpose of power quality surveys and studies, other time intervals may be used, and have to be defined in the index. For example a 1 minute interval should be written as $P_{\text{st},1\text{min}}$.

3.8

P_{lt}

long-term flicker severity

$$P_{\text{lt}} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{st},i}^3}{N}}$$

where $P_{\text{st},i}$ ($i = 1, 2, 3, \dots$) are consecutive readings of the short-term severity P_{st}

Note 1 to entry: Unless otherwise specified, P_{lt} is calculated over discrete T_{long} periods. Each time a T_{long} period has expired, a new P_{lt} calculation is started.

3.9

flickermeter

instrument designed to measure any quantity representative of flicker

Note 1 to entry: Measurements are normally P_{st} and P_{lt} and may also include the directly measured parameters specified in 3.2 to 3.5.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-14]

3.10

flicker impression time

t_f

value with a time dimension which describes the flicker impression of a voltage change characteristic

3.11

shape factor

F

value derived from the type of voltage fluctuation, such as a step, double step, or ramp pattern

Note 1 to entry: The shape factor is mainly needed when the analytical method is used to calculate P_{st} .

3.12

interface point

interface between a public supply network and a user's installation

3.13

conditional connection

connection of equipment requiring the user's supply at the interface point to have an impedance lower than the reference impedance Z_{ref} in order that the equipment emissions comply with the limits in this part

Note 1 to entry: Meeting the voltage change limits may not be the only condition for connection; emission limits for other phenomena such as harmonics, may also have to be satisfied.

4 Assessment of voltage changes, voltage fluctuations and flicker

4.1 Assessment of a relative voltage change, $d(t)$

The basis for flicker evaluation is the voltage change characteristic at the terminals of the equipment under test, that is the difference $\Delta U_{hp}(t)$ of any two successive values of the phase-to-neutral voltages $U_{hp}(t_1)$ and $U_{hp}(t_2)$:

$$\Delta U_{hp}(t) = U_{hp}(t_1) - U_{hp}(t_2) \quad (1)$$

NOTE 1 See Annex C for relevant definitions that are taken from IEC 61000-4-15:2010.

The r.m.s. values $U_{hp}(t_1)$, $U_{hp}(t_2)$ of the voltage shall be measured or calculated. When deducing r.m.s. values from oscillographic waveforms, account should be taken of any waveform distortion that may be present.

The voltage change at the EUT terminals, ΔU , is due to the change of the voltage drop across the complex reference impedance $\underline{Z}$, caused by the complex fundamental input current change, $\Delta \underline{I}$, of the equipment under test. ΔI_p and ΔI_q are the active and reactive parts respectively of the current change, $\Delta \underline{I}$.

$$\Delta \underline{I} = \Delta I_p - j\Delta I_q = \underline{I}(t_1) - \underline{I}(t_2) \quad (2)$$

NOTE 2 I_q is positive for lagging currents and negative for leading currents.

NOTE 3 If the harmonic distortion of the currents $I(t_1)$ and $I(t_2)$ is less than 10 %, the total r.m.s. value can be applied instead of the r.m.s. values of their fundamental currents, taking account of the phase angles of the fundamental currents.

NOTE 4 For single-phase and symmetrical three-phase equipment the voltage change can be, provided X is positive (inductive), approximated to:

$$\Delta U_{hp} = |\Delta I_p R + \Delta I_q X| \quad (3)$$

where ΔI_p and ΔI_q are the active and reactive parts respectively of the current change $\Delta \underline{I}$ and R and X are the elements of the complex reference impedance $\underline{Z}$ (see Figure 1).

The relative voltage change is given by:

$$d = \Delta U_{hp} / U_n \quad (4)$$

The $d_{max,i}$ evaluation ends as soon as a new steady state condition is established, or at the end of the observation period. The polarity of change(s) may be indicated as follows: if the maximum voltage deviation is observed during a reduction in voltage with respect to the previous $d_{end,i}$ the resulting $d_{max,i}$ value is positive; if the maximum voltage deviation is observed during a voltage increase with respect to the previous $d_{end,i}$ the resulting $d_{max,i}$ value is negative.

4.2 Assessment of the short-term flicker value, P_{st}

4.2.1 General

Table 1 shows alternative methods for evaluating P_{st} , due to voltage fluctuations of different types; in all cases direct measurement (with a flickermeter) is acceptable:

Table 1 – Assessment method

Types of voltage fluctuations	Method for evaluating P_{st}
All voltage fluctuations (on-line evaluation)	Flickermeter
All voltage fluctuations where $U(t)$ is known	Simulation
Voltage change characteristics according to Figures 3 to 5 with an occurrence rate less than 1 per second	Analytical
Rectangular voltage change at equal intervals	Use of the $P_{st} = 1$ curve of Figure 2

4.2.2 Flickermeter

All types of voltage fluctuations may be assessed by direct measurement using a flickermeter which complies with the specification given in IEC 61000-4-15:2010, and is connected as described in this standard. This is the reference method for application of the limits.

4.2.3 Simulation method

In the case where the relative voltage change characteristic $d(t)$ is known, P_{st} can be evaluated using a computer simulation.

4.2.4 Analytical method

4.2.4.1 General

For voltage change characteristics of the types shown in Figures 3, 4 and 5, the P_{st} value can be evaluated by an analytical method using Equations (5) and (6).

NOTE 1 The value of P_{st} obtained using this method is expected to be within $\pm 10\%$ of the result which would be obtained by direct measurement (reference method).

NOTE 2 This method is not used if the time duration between the end of one voltage change and the start of the next is less than 1 s.

4.2.4.2 Description of the analytical method

Each relative voltage change characteristic shall be expressed by a flicker impression time, t_f , in seconds:

$$t_f = 2,3 (Fd_{\max})^{3,2} \quad (5)$$

- the maximum relative voltage change $d_{\max}$ is expressed as a percentage of the nominal voltage U_n ;
- the shape factor, F , is associated with the shape of the voltage change characteristic (see 4.2.4.3).

The sum of the flicker impression times, Σt_f , of all evaluation periods within a total interval of the length T_p , in seconds, is the basis for the P_{st} evaluation. If the total time interval T_p is chosen according to 6.5, it is an "observation period", and:

$$P_{st} = (\Sigma t_f / T_p)^{1/3,2} \quad (6)$$

4.2.4.3 Shape factor

The shape factor, F , converts a relative voltage change characteristic $d(t)$ into a flicker equivalent relative step voltage change (Fd_{max}).

NOTE 1 The shape factor, F , is equal to 1,0 for step voltage changes.

NOTE 2 The relative voltage change characteristic can be measured directly (see Figure 1) or calculated from the r.m.s. current of the equipment under test (see Equations (1) to (4)).

The relative voltage change characteristic shall be obtained from a time progression of $U_{hp}(t)$ (see Figure C.1).

The shape factor may be deduced from Figures 3, 4 and 5, provided that the relative voltage change characteristic matches a characteristic shown in these figures. If the characteristics match, proceed as follows:

- find the maximum relative voltage change d_{max} ; and
- find the time T (in ms) appropriate to the voltage change characteristic as shown in Figures 3, 4 and 5 and, using this value, obtain the required shape factor, F .

NOTE 3 Extrapolation outside the range of the figures would lead to unacceptable errors.

4.2.5 Use of $P_{st} = 1$ curve

In the case of rectangular voltage changes of the same amplitude d separated by equal time intervals, the curve of Figure 2 may be used to deduce the amplitude corresponding to $P_{st} = 1$ for a particular rate of repetition; this amplitude is called d_{lim} . The P_{st} value corresponding to the voltage change d is then given by $P_{st} = dd_{lim}$.

4.3 Assessment of long-term flicker value, P_{lt}

The long-term flicker value P_{lt} shall be applied with the value of $N = 12$ (see 6.5).

It is generally necessary to assess the value of P_{lt} for equipment which is normally operated for more than 30 min at a time.

5 Limits

The limits shall be applicable to voltage fluctuations and flicker at the supply terminals of the equipment under test, measured or calculated according to Clause 4 under test conditions described in Clause 6 and Annex A. Tests made to prove compliance with the limits are considered to be type tests.

The following limits apply:

- the value of P_{st} shall not be greater than 1,0;
- the value of P_{lt} shall not be greater than 0,65;
- T_{max} , the accumulated time value of $d(t)$ with a deviation exceeding 3,3 % during a single voltage change at the EUT terminals, shall not exceed 500 ms;
- the maximum relative steady-state voltage change, d_c , shall not exceed 3,3 %;
- the maximum relative voltage change d_{max} , shall not exceed:
 - a) 4 % without additional conditions;
 - b) 6 % for equipment which is:

- switched manually, or
- switched automatically more frequently than twice per day, and also has either a delayed restart (the delay being not less than a few tens of seconds), or manual restart, after a power supply interruption.

NOTE The cycling frequency is further limited by the P_{st} and P_{lt} limits. For example: a d_{max} of 6 % producing a rectangular voltage change characteristic twice per hour gives a P_{lt} of about 0,65.

c) 7 % for equipment which is:

- attended whilst in use (for example: hair dryers, vacuum cleaners, kitchen equipment such as mixers, garden equipment such as lawn mowers, portable tools such as electric drills), or
- switched on automatically, or is intended to be switched on manually, no more than twice per day, and also has either a delayed restart (the delay being not less than a few tens of seconds) or manual restart, after a power supply interruption.

In the case of equipment having several separately controlled circuits in accordance with 6.6, limits b) and c) shall apply only if there is delayed or manual restart after a power supply interruption; for all equipment with automatic switching which is energized immediately on restoration of supply after a power supply interruption, limits a) shall apply.

For all equipment with manual switching, limits b) or c) shall apply depending on the rate of switching **typical of normal operation**.

P_{st} and P_{lt} requirements shall not be applied to voltage changes caused by manual switching.

The limits shall not be applied to voltage changes associated with emergency switching or emergency interruptions.

6 Test conditions

6.1 General

Tests need not be made on equipment which is unlikely to produce significant voltage fluctuations or flicker. Where it is considered necessary to conduct tests, the equipment shall comply with all limits in Clause 5 for the tests described in Annex A unless there are specific exclusions for a particular type of equipment.

It may be necessary to determine, by examination of the circuit diagram and specification of the equipment and by a short functional test, whether significant voltage fluctuations are likely to be produced.

For voltage changes caused by manual switching, equipment is deemed to comply without further testing if the maximum r.m.s. input current (including inrush current) evaluated over each 10 ms half-period between zero-crossings does not exceed 20 A, and the supply current after inrush is within a variation band of 1,5 A.

If measurement methods are used, the maximum relative voltage change d_{max} caused by manual switching shall be measured in accordance with Annex B.

Tests to prove the compliance of the equipment with the limits shall be made using the test circuit in Figure 1.

The test circuit consists of:

- the test supply voltage (see 6.3);
- the reference impedance (see 6.4);

- the equipment under test (see Annex A);
- if necessary, a flickermeter (see IEC 61000-4-15:2010).

The relative voltage change $d_{hp}(t)$ may be measured directly or derived from the r.m.s. current as described in 4.1. To determine the P_{st} value of the equipment under test, one of the methods described in 4.2 shall be used. In case of doubt, the P_{st} shall be measured using the reference method with a flickermeter.

NOTE If balanced multiphase equipment is tested, it is acceptable to measure only one of the three line-to-neutral voltages.

6.2 Measurement uncertainty

The magnitude of the current shall be measured with an accuracy of $\pm (1 \% + 10 \text{ mA})$ or better, where the 1 % is referred to the measured value. If, instead of active and reactive current, the phase angle is used, its error shall not exceed $\pm 2^\circ$.

The directly measured parameters (see Clauses 3 and 4) shall be determined with a total uncertainty better than $\pm 8 \%$ of the limit value, or $\pm 8 \%$ of the measured value, whichever is higher. The total impedance of the circuit, excluding the appliance under test, but including the internal impedance of the supply source, shall be equal to the reference impedance. The stability and tolerance of this total impedance shall be adequate to ensure that the overall uncertainty of $\pm 8 \%$ is achieved during the whole assessment procedure.

If the source impedance is not well defined, for example where the source impedance is subject to unpredictable variations, an impedance having resistance and inductance equal to the reference impedance may be connected between the supply and the terminals of the equipment under test. Measurements can then be made of the voltages at the source side of the reference impedance and at the equipment terminals. In that case, the maximum relative voltage change, d_{max} , measured at the supply terminals shall be less than 20 % of the maximum value d_{max} measured at the equipment terminals.

NOTE The above method using a voltage source with undefined impedance is not used where the measured values are close to the limits.

6.3 Test supply voltage

The test supply voltage (open-circuit voltage) shall be the rated voltage of the equipment. If a voltage range is stipulated for the equipment, the test voltage shall be 230 V single-phase or 400 V three-phase. The test voltage shall be maintained within $\pm 2 \%$ of the nominal value. The frequency shall be $50 \text{ Hz} \pm 0,25 \text{ Hz}$.

The percentage total harmonic distortion of the supply voltage shall be less than 3 %.

Fluctuations of the test supply voltage during a test may be neglected if the P_{st} value, produced from these fluctuations, is less than 0,4. If the measurements are made directly using the mains supply, this condition shall be verified before and after each test. If measurements are made using a controlled power source, this condition shall be verified during calibration of the power source.

NOTE Frequency deviations can cause the measured P_{st} and P_{lt} values to increase. Also, when testing a flicker meter response according to Tables 1b and 2b in IEC 61000-4-15: 2010, the 50 Hz frequency is preferably controlled to within $\pm 0,25 \text{ Hz}$.

6.4 Reference impedance

For equipment under test the reference impedance, Z_{ref} , according to IEC/TR 60725, is a conventional impedance used in the calculation and measurement of the directly measured parameters, and the P_{st} and P_{lt} values.

The impedance values of the various elements are given in Figure 1.

6.5 Observation period

The observation period, T_p , for the assessment of flicker values by flicker measurement, flicker simulation, or analytical method shall be:

- for P_{st} , $T_p = 10$ min;
- for P_{lt} , $T_p = 2$ h.

The observation period shall include that part of the whole operation cycle in which the equipment under test produces the most unfavourable sequence of voltage changes.

For the assessment of P_{st} , the cycle of operation shall be repeated continuously, unless stated otherwise in Annex A. The minimum time to restart the equipment shall be included in this observation period when testing equipment that stops automatically at the end of a cycle of operation which lasts for less than the observation period.

For P_{lt} assessment, the cycle of operation shall not be repeated, unless stated otherwise in Annex A, when testing equipment with a cycle of operation of less than 2 h and which is not normally used continuously.

NOTE For example, in the case of equipment with a cycle of operation lasting 45 min, five consecutive P_{st} values are measured during a total period of 50 min, and the remaining seven P_{st} values in the 2 h observation period are deemed to be zero.

6.6 General test conditions

The test conditions for the measurement of voltage fluctuations and flicker are given below. For equipment not mentioned in Annex A, controls or automatic programs shall be set to produce the most unfavourable sequence of voltage changes, using only those combinations of controls and programmes which are mentioned by the manufacturer in the instruction manual, or are otherwise likely to be used.

The equipment shall be tested in the condition in which it is supplied by the manufacturer. Preliminary operation of motor drives may be needed before the tests to ensure that results corresponding to those of normal use are obtained.

NOTE Operating conditions include mechanical and/or electrical loading conditions.

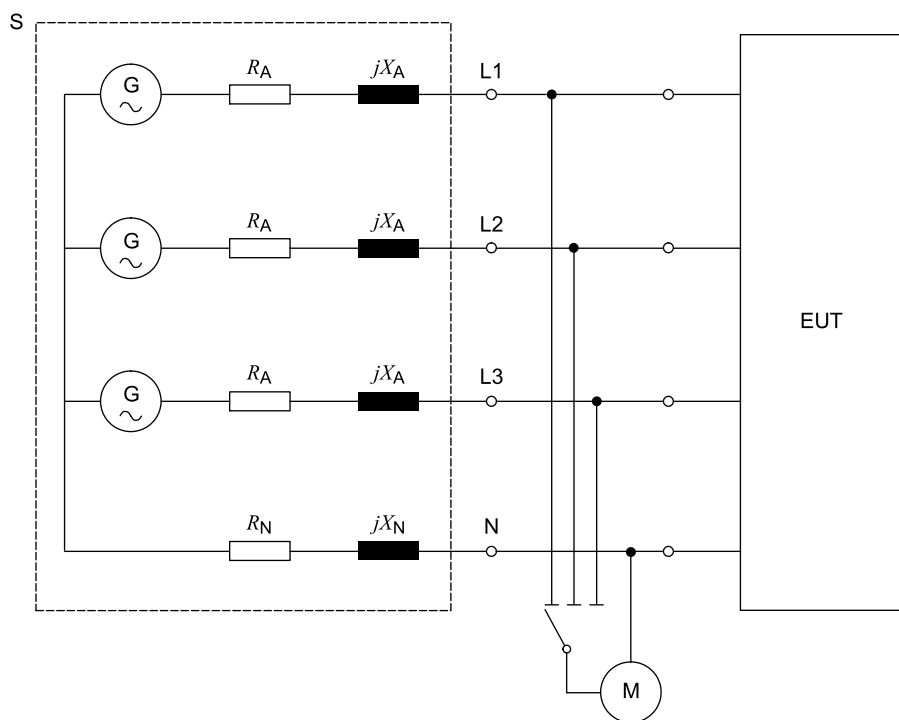
For motors, locked-rotor measurements may be used to determine the largest r.m.s. voltage change, d_{max} , occurring during motor starting.

For equipment having several separately controlled circuits, the following conditions apply:

- each circuit shall be considered as a single item of equipment if it is intended to be used independently, provided that the controls are not designed to switch at the same instant;
- if the controls of separate circuits are designed to switch simultaneously, the group of circuits so controlled are considered as a single item of equipment.

For control systems regulating part of a load only, the voltage fluctuations produced by each variable part of the load alone shall be considered.

Detailed type test conditions for some equipment are given in Annex A.



IEC 945/13

Key

G voltage source in accordance with 6.3.

EUT equipment under test

M measuring equipment

S supply source consisting of the supply voltage generator G and reference impedance Z with the elements:

$$R_A = 0,24 \, \Omega; \quad jX_A = 0,15 \, \Omega \text{ at } 50 \, \text{Hz};$$

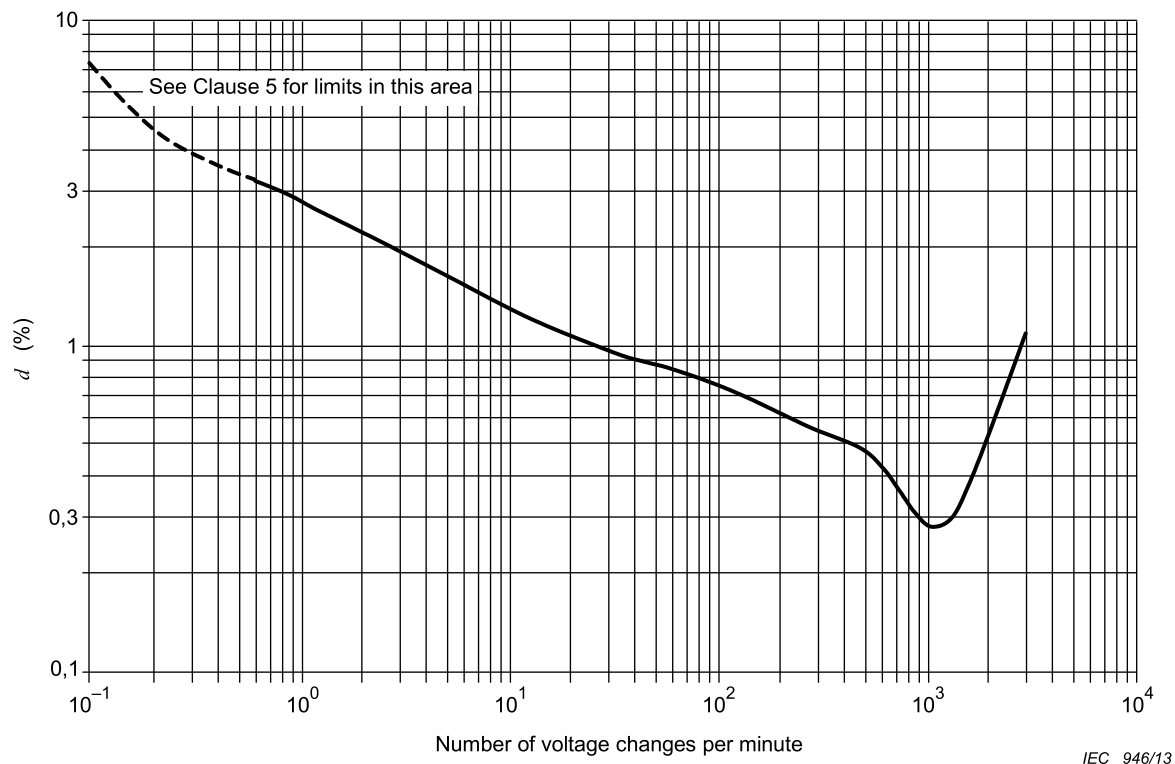
$$R_N = 0,16 \, \Omega; \quad jX_N = 0,10 \, \Omega \text{ at } 50 \, \text{Hz}.$$

NOTE 1 The elements include the actual generator impedance.

NOTE 2 When the source impedance is not well defined, see 6.2.

NOTE 3 In general, three-phase loads are balanced, and R_N and X_N can be neglected, as there is no current in the neutral wire.

Figure 1 – Reference network for single-phase and three-phase supplies derived from a three-phase, four-wire supply



NOTE 1 1 200 voltage changes per minute give a 10 Hz flicker.

NOTE 2 Annex D includes a numerical table corresponding to Figure 2, taken from IEC/TR 61000-3-7:2008.

Figure 2 – Curve for $P_{st} = 1$ for rectangular equidistant voltage changes

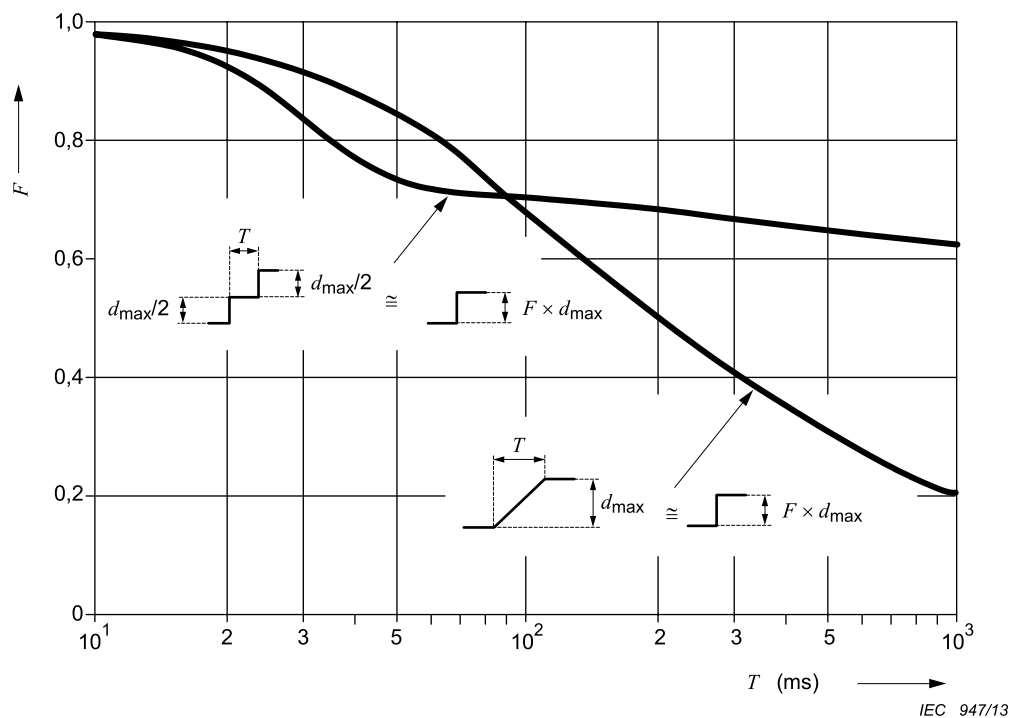


Figure 3 – Shape factors F for double-step and ramp-voltage characteristics

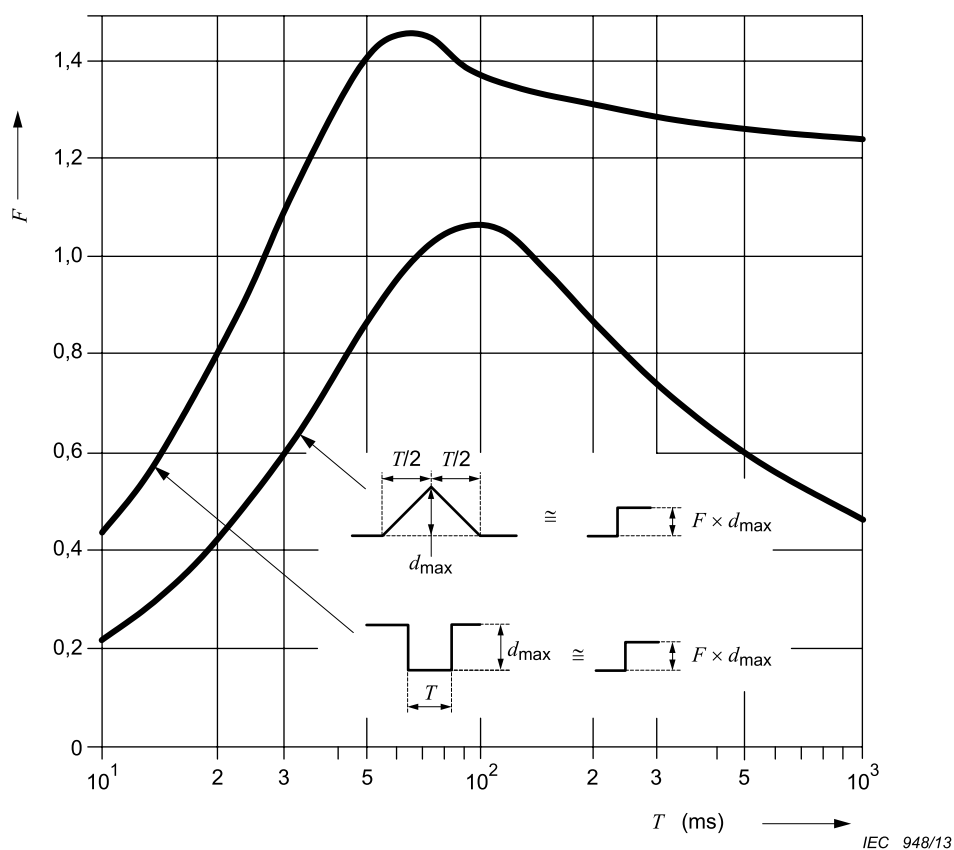
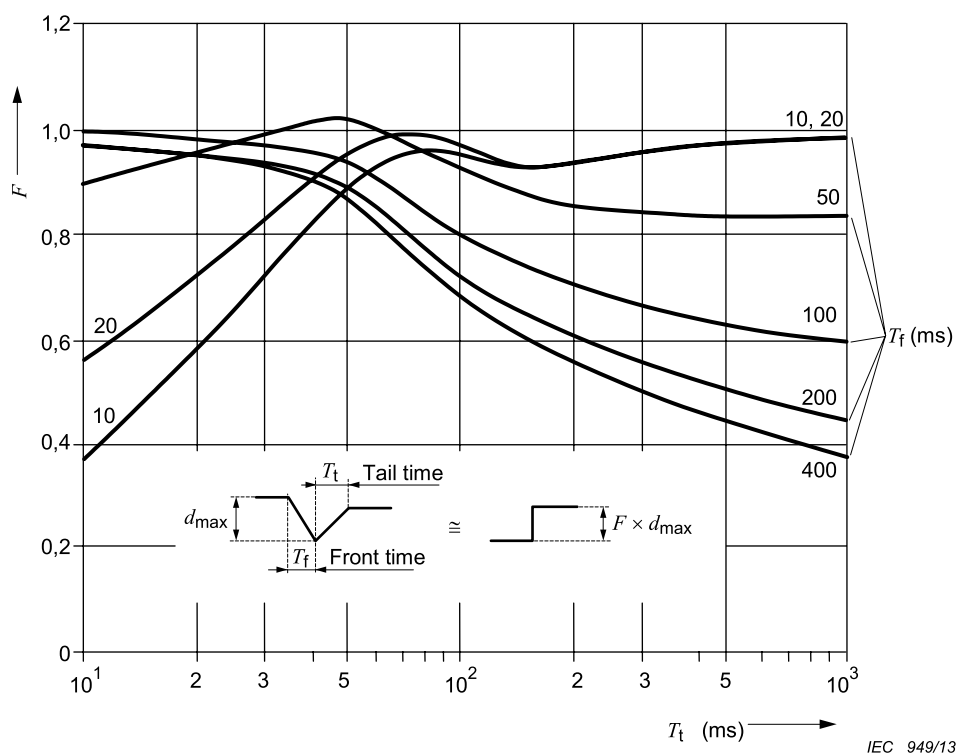


Figure 4 – Shape factors F for rectangular and triangular voltage characteristics



NOTE $T_t = t_3 - t_2$, $T_f = t_2 - t_1$ (see Figure C.1).

Figure 5 – Shape factor F for motor-start voltage characteristics having various front times

Annex A (normative)

Application of limits and type test conditions for specific equipment

A.1 Test conditions for cookers

A.1.1 General

For cookers designed for use in domestic premises, the evaluation of P_{lt} shall not be required. The tests of P_{st} shall be performed at steady-state temperature conditions, unless stated otherwise.

Each heater shall be tested separately as follows.

A.1.2 Hotplates

Hotplates shall be tested using standard saucepans with diameter, height and water quantity as follows:

Table A.1 – Test conditions for hotplates

Diameter of the hotplate mm	Height of the pot mm	Quantity of water g
145	about 140	1 000 ± 50
180	about 140	1 500 ± 50
220	about 120	2 000 ± 50

Losses by evaporation shall be compensated for during the time of measurement.

In all of the following tests the hotplate shall comply with the limits given in Clause 5.

- Boiling temperature range: set the control to the position where the water just boils. The test is made five times and the mean value of the test results calculated.
- Frying temperature range: fill the pot, without a lid, with silicone oil to 1,5 times the quantity of water shown in Table A.1. Set the control to a temperature of 180 °C measured by a thermocouple in the geometric centre of the oil.
- Total range of power settings: the total power range shall be checked continuously during a 10 min observation period. If control switches have discrete stages, test all stages up to a maximum of 20 stages. If there are no discrete stages, divide the total range into 10 equally spaced steps. The measurements shall then be made starting at the highest power stage.
- Area cooking plates, which automatically configure cooking zones out of multiple small hotplates or induction coils, are tested with the biggest saucepan from Table A.1 placed in the geometric center of the cooking area.

A.1.3 Baking ovens

The oven shall be tested empty with the door closed. Adjust the control so that a thermocouple fixed in the geometric centre measures a mean temperature of 220 °C for conventional ovens and 200 °C for hot air ovens.

A.1.4 Grills

The grill shall be tested empty with the door closed, if not otherwise stated by the manufacturer. If a control is available it shall be set to the lowest, the medium and the highest setting for grilling operation, and the worst result recorded.

A.1.5 Baking oven/grill combinations

The oven/grill combination shall be tested empty with the door closed. Adjust the control so that a thermocouple fixed in the geometric centre measures a mean temperature of 250 °C, or the available temperature closest to this value.

A.1.6 Microwave ovens

The microwave oven or the microwave function of a combination oven shall be tested using a load comprising a glass bowl containing 1 000 g $\pm$ 50 g of water. The tests shall be performed at the lowest, the medium and a third stage which is the highest adjustable power less than or equal to 90 % of the maximum power and the worst result recorded.

A.2 Test conditions for lighting ~~and similar~~ equipment

The following test conditions shall apply to equipment with a primary function of generating and/or regulating and/or distributing optical radiation by means of incandescent or discharge lamps or LEDs.

Such equipment shall be tested with a lamp of that power for which the equipment is rated. If lighting equipment includes more than one lamp, all lamps shall be in use.

P_{st} and P_{lt} evaluations are required only for lighting equipment which is likely to produce multiple voltage fluctuations which in turn can cause flicker of other lighting equipment, for example: ~~disco lighting and automatically regulated equipment~~ due to fast varying or switching of significant loads inside the lighting equipment.

No limits shall apply to individual lamps, for example self ballasted lamps, incandescent light bulbs and fluorescent tubes.

Incandescent lamp luminaires with ratings less than or equal to 1 000 W and discharge ~~and LED lamp luminaires with ratings less than or equal to 600 W~~ ~~and LED luminaires with ratings less than or equal to 200 W~~, are deemed to comply with the d_c , d_{max} and T_{max} limits in this standard and are not required to be tested. ~~Luminaires with higher ratings, which cannot comply with this part of IEC 61000, shall be subject to conditional connection in accordance with IEC 61000-3-11.~~

Ballasts are deemed to be part of luminaires and are not required to be tested.

A.3 Test conditions for washing machines

The washing machine shall be tested during a complete laundry program incorporating the normal wash-cycle, filled with the rated load of double hemmed, pre-washed cotton cloths, size approximately 70 cm $\times$ 70 cm, dry weight from 140 g/m² to 175 g/m².

The temperature of the fill water shall be:

- 65 °C $\pm$ 5 °C for washing machines without heater elements and intended for connection to a hot water supply;
- 15 °C + 10 °C, – 5 °C for other washing machines.

For washing machines with a programmer, the 60 °C cotton programme without pre-wash, if available, shall be used, otherwise the regular wash programme without pre-wash shall be used. If the washing machine contains heating elements which are not controlled by the programmer, the water shall be heated to $65\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ before starting the first wash period.

If the washing machine contains heating elements and does not incorporate a programmer, the water shall be heated to $90\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ or lower if steady conditions are established, before starting the first wash period.

Neglect simultaneous switching of heater and motor in the evaluation of d_c , $d_{\max}$ and $T_{\max}$.

P_{st} and P_{lt} shall be evaluated. When calculating P_{lt} , due account shall be taken of operating time of the washing machine. See 6.5.

A.4 Test conditions for tumble dryers

The tumble dryer shall be operated with the drum filled with textile material having a mass in the dry condition of 50 % of the maximum load stated in the instruction for use.

The textile material consists of pre-washed double-hemmed cotton sheets, approximately 70 cm × 70 cm, having a mass between 140 g/m^2 and 175 g/m^2 in the dry condition. The material shall be soaked with water having a temperature of $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and a mass of 60 % of that of the textile material.

If a control of the drying degree is available, the test shall be performed at the maximum and minimum settings.

P_{st} and P_{lt} shall be evaluated.

A.5 Test conditions for refrigerators

Refrigerators shall operate continuously with the door closed. Adjust the thermostat to the mid-value of the adjusting range. The cabinet shall be empty and not heated. The measurement shall be made after a steady state has been reached. P_{st} and P_{lt} shall not be evaluated.

A.6 Test conditions for copying machines, laser printers and similar appliances

The appliance shall be tested for P_{st} at the maximum rate of copying. The original to be copied/printed is white blank paper and the copy paper shall have a weight of 80 g/m^2 if not otherwise stated by the manufacturer.

Obtain the P_{lt} value in the stand-by mode.

A.7 Test conditions for vacuum cleaners

For vacuum cleaners, P_{st} and P_{lt} shall not be evaluated.

A.8 Test conditions for food mixers

For food mixers, P_{st} and P_{lt} shall not be evaluated.

A.9 Test conditions for portable tools

For portable tools, P_{lt} shall not be evaluated. For portable tools without heating elements, P_{st} shall not be evaluated. For portable tools with heating elements, P_{st} shall be evaluated as follows.

Switch on the tool and allow to operate continuously for 10 min, or until it switches off automatically, in which case 6.5 applies.

A.10 Test conditions for hairdryers

For hand-held hairdryers, P_{lt} shall not be evaluated. To evaluate P_{st} , switch on the hairdryer and allow to operate continuously for 10 min or until it switches off automatically, in which case 6.5 applies.

For hairdryers incorporating a power range, check the total power range continuously during a 10 min observation period. If control switches have discrete stages, all stages shall be tested up to a maximum of 20 stages. If there are no discrete stages, divide the total range into 10 equally spaced steps. The measurements shall then be made, starting with the highest power stage.

A.11 Test conditions for television sets, audio-equipment, computers, DVDs and similar electronic equipment

Such equipment, intended for use by residential consumers, shall be tested to prove compliance only with the appropriate d_{max} limit in Clause 5 if no other special test conditions in Annex A are applicable.

A.12 Test conditions for direct water heaters

For direct water heaters without electronic controls, evaluate d_c only by switching the heater on and off (sequence 0 – P_{max} – 0).

For direct water heaters with electronic controls, the output temperature of the water shall be chosen such that, by varying the water flow-rate, all electric power consumption rates between P_{min} and P_{max} can be produced. P_{max} is defined as the maximum power which can be chosen, and $P_{min} > 0$ is defined as the minimum power which can be chosen.

NOTE 1 For some appliances, the maximum power P_{max} which can be chosen can be less than the rated power.

The set temperature value shall be kept unchanged during the total test.

Starting from the water flow-rate demand for maximum power consumption, P_{max} , reduce the rate of flow in 20 approximately equal steps to minimum power consumption, P_{min} .

Then, in another 20 approximately equal steps, increase the water flow-rate again to power consumption P_{max} . For each of these 40 stages the $P_{st,i}$ value shall be evaluated; the measurements start when the steady state is reached, that is, about 30 s after changing the water flow-rate.

NOTE 2 It can be sufficient to calculate $P_{st,i}$ value on the base of a measurement period of only 1 min.

Additionally, the flicker $P_{st,z}$ caused by switching the heater on and off shall be measured within a 10 min interval. In this interval, the power consumption shall be changed twice in the quickest possible way between the stages $P = 0$ and $P = P_{max}$ (sequence $0 - P_{max} - 0 - P_{max} - 0$).

The duty cycle of the heater shall be 50 %, that is P_{max} during 5 min.

Evaluate the resultant P_{st} values by:

$$P_{st} = \left(P_{st,z}^3 + \frac{1}{40} \cdot \sum_{i=1}^{i=40} (P_{st,i})^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

and compare against the limit value in Clause 5.

P_{lt} shall not be evaluated.

A.13 Test conditions for audio-frequency amplifiers

Audio amplifiers shall be tested under the same operating conditions as are specified in Clause C.3 of IEC 61000-3-2:2009.

A.14 Test conditions for air conditioners, dehumidifiers, heat pumps, and commercial refrigerating equipment

Operate the equipment until a steady-state condition has been established or for a minimum compressor run time of 30 min.

The ambient temperature for testing shall be $15\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for heating and $30\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for cooling or dehumidification.

Reverse cycle heat pumps shall be tested only in cooling mode.

d_{max} shall be evaluated in one of the following ways:

a) By direct measurement:

- turn the motor of the compressor off using the thermostat;
- turn the motor of the compressor on again using the thermostat after the minimum off-time prescribed in the user manual or allowed by the automatic control;
- repeat the off/on sequence 24 times and evaluate the results in accordance with Annex B. However, if the first test result is not within $\pm 10\%$ of the limit, the equipment may be assessed for compliance on the basis of this single result and the test may be terminated.

b) By the analytical method:

- using as starting current, the locked rotor current and power factor of the motor of the compressor and of any other loads (such as a fan motor) which are turned on less than 2 s before or after the motor of the compressor starts. This procedure separates the voltage changes.

P_{st} and P_{lt} shall be analytically evaluated using the number of cycles per hour declared by the manufacturer.

A.15 Test conditions for arc welding equipment and allied processes

A.15.1 General

For arc-welding equipment, attended whilst in use, and allied processes, $d_{\max}$ shall be evaluated against the 7 % limit in c) of Clause 5, using the test method given in Annex B.

Additionally, for equipment designed to be used for the Manual Metal Arc (MMA) process, P_{st} and d_c values shall be evaluated according to the procedures given in A.15.2.1 and A.15.3.1

For all tests, the voltage drop caused by the equipment under normal operating conditions at rated maximum output power shall be within 3 % to 5 % of the supply voltage.

Although the scope of this standard is limited to equipment with input current equal to or less than 16 A, these test conditions shall also be valid for equipment with input current greater than 16 A.

The following test conditions shall be applicable to welding equipment designed according to IEC 60974-1. Test conditions for other types of equipment are under consideration.

A.15.2 Evaluation of P_{st}

A.15.2.1 General

Tests to evaluate the P_{st} value for MMA welding equipment should be made using a test setup simulating welding with 3,25 mm basic electrodes. If the equipment under test (EUT) is not suitable for these electrodes ($I_{2\max} < 130$ A), parameters representing a 2,5 mm electrode shall be used.

Table A.2 – Electrode parameters

Diameter mm	Basic data				
	I_{nom} A	U_{nom} V	Drops l/min	t_{drop} ms	$R_{\text{short circuit}}$ mΩ
2,5	90	23,6	920	5,6	18
3,25	130	25,2	350	7,5	13

The value of the voltage change at the input terminals of the EUT, ΔU , which is crucial to the determination of P_{st} , shall be measured or calculated from input current measurements at the supply input terminals of the EUT using one of the following test procedures.

In all cases the arc-force dial, if it exists, shall be set to the medium position, and the connection to the dummy load should be made with two 3 m welding cables of 50 mm² Cu.

A.15.2.2 Test procedure A

This simple test procedure can give pessimistically high test results and may therefore also be used for preliminary testing.

The r.m.s. input current is measured firstly with the EUT loaded with a resistive load equivalent to the nominal output current and voltage and secondly loaded with the specified short-circuit resistance, $R_{\text{short circuit}}$ given in Table A.2. The difference of the measured r.m.s. input current values, ΔI_{input} , is used to derive ΔU_{hp} values in the evaluation process.

A.15.2.3 Test procedure B

This test procedure is more complicated than test A but it gives more realistic results.

The parameters given in Table A.2 shall be simulated by an electronically switched resistive load capable of changing from “nominal load” values to “short-circuit” values with the specified resistance for the specified droplet time at defined phase angles with respect to the input voltage.

The input current changes (10 ms r.m.s. samples) caused by these load-changes on the output shall be measured with dropstarts at zero-crossing and delays of 2 ms, 4 ms, 6 ms and 8 ms. The average arithmetical value of the resulting current changes shall be used in the evaluation process.

A.15.2.4 P_{st} evaluation process

The P_{st} of the EUT shall be calculated by use of the following equation:

$$P_{st} = 0,365 \Delta U \times Fr^{0,31} R$$

where

$$\Delta U = \Delta I_{input} Z_{ref} \times 100 / U_n \%;$$

F is the shape factor, depending on the shape of the voltage change characteristic; for MMA welding $F = 1,0$;

r is the frequency of the voltage changes per minute;

R is a coefficient depending on the repetition frequency, values of which are presented in Table A.3.

Table A.3 – Frequency factor R related to repetition rate “ r ”

r in voltage changes per minute	R	r in voltage changes per minute	R
0,2	0,98	2	0,99
0,3	1,03	3	1,00
0,4	1,02	4	1,00
0,5	1,00	5	1,03
0,6	1,00	6	1,02
0,7	1,02	7	1,02
0,8	1,00	8	1,03
0,9	1,00	9	1,03
1,0	1,00	10	1,08

NOTE In practice the MMA welding process is composed of workpiece preparation, welding time, time to work on the seam and time to change electrodes. Therefore, the estimated time of use during which voltage changes are produced is only 2,5 min in every 10 min period represented by a duty cycle of 0,25; the value of r for this typical operation is 0,2 changes/minute as only the voltage changes at the start and finish of a period of continuous welding are significant.

The result shall comply with the limit in Clause 5. If the limit is exceeded, the equipment cannot be declared compliant with this part of IEC 61000 and the procedure according to IEC 61000-3-11 shall be applied.

A.15.3 Test procedure for d_c

A.15.3.1 General

The r.m.s. input current shall be measured firstly with the EUT loaded with a resistive load equivalent to the rated maximum output current and voltage and secondly with a load equivalent to idling conditions. The difference between the r.m.s. input current values shall be used in the evaluation process.

A.15.3.2 Evaluation of d_c

d_c shall be determined by application of the following equation:

$$d_c = \Delta I_{\text{input}} Z_{\text{ref}} \times 100 / U_n$$

The result shall comply with the limit in Clause 6. If the limit is exceeded, the equipment cannot be declared compliant with this part of IEC 61000 and the procedure according to IEC 61000-3-11 shall be applied.

Annex B (normative)

Test conditions and procedures for measuring $d_{\max}$ voltage changes caused by manual switching

B.1 Overview

The considerable variations in the designs and characteristics of manually operated switches cause wide variations in the results of voltage change measurements. A test procedure dependent on the actual operation of the EUT's manually operated switch is essential.

Therefore a statistical method shall be applied to the measurement of $d_{\max}$ in order to achieve repeatability of test results.

The procedure in Clause B.2 may also be used for the measurement of the parameters d_c and $T_{\max}$.

B.2 Procedure

The test procedure is the following:

- a) 24 measurements of inrush current data shall be carried out in the following order:
 - start a measurement;
 - switch on the EUT (to create a voltage change);
 - let the EUT operate as long as possible under normal operating conditions during a measuring time interval of 1 min;
 - switch off the EUT before the end of the 1 min measuring time interval and make sure that all moving parts inside the EUT come to standstill and that any $d_{\max}$ mitigation devices have had time to cool to the ambient temperature before the next measuring interval is started;
 - start the next measurement.

NOTE The method of cooling can be natural or forced, and the cooling period is specified by the equipment manufacturer if desired.

- b) The final test result shall be calculated by deleting the highest and lowest results and take the arithmetical average of the remaining 22 values.

Annex C (informative)

Determination of steady state voltage and voltage change characteristics, as defined in IEC 61000-4-15:2010

C.1 Overview

The following explanations and descriptions are replicated from IEC 61000-4-15:2010, in order to assist the user of this standard by providing the information required to understand the assessment of directly measured parameters in this document. For those requiring more information regarding the exact functionality of the overall flickermeter, IEC 61000-4-15:2010 provides the details needed for a full understanding. In case of doubts, the definitions in IEC 61000-4-15:2010 overrule the definitions in Annex C. This is necessary, because this annex is not a direct copy but was slightly modified to improve the understanding outside its regular context.

The directly measured parameters (see the definitions in Clause 3 and also Clause C.2 below) are not a mandatory part of the flickermeter as defined in IEC 61000-4-15:2010, but they should be assessed for the purpose of compliance with the limits specified in Clause 6 of this standard. Because of differing interpretations resulting from an earlier edition of this standard, the directly measured parameters were defined in detail in IEC 61000-4-15:2010, so that evaluations using flickermeters complying with IEC 61000-4-15:2010 would yield consistent results.

While performing a voltage fluctuation and flicker test, two basic conditions are recognized, being periods where the voltage remains in steady state and periods where voltage changes occur. Proper definition of these conditions is mandatory to achieve consistent test results.

C.2 Terms and definitions

C.2.1

half period r.m.s. value of the voltage

U_{hp}

r.m.s. voltage of the mains supply voltage, determined over a half period, between consecutive zero crossings of the fundamental frequency voltage

C.2.2

half period r.m.s. value characteristics

$U_{hp}(t)$

characteristics vs. time of the half period r.m.s. value, determined from successive U_{hp} values

Note 1 to entry: See IEC 61000-4-15:2010, Annex B for more explanation.

C.2.3

relative half period r.m.s. value characteristics

$d_{hp}(t)$

characteristics vs. time of the half period r.m.s. values, expressed as a ratio of the nominal voltage U_n

$$d_{hp}(t) = U_{hp}(t)/U_n$$

C.2.4

steady state voltage change

$d_{c,i}$

value of the difference between two successive steady state values, normally expressed as a percent of U_n , i.e. $d_{\text{end},i-1} - d_{\text{start},i}$

Note 1 to entry: The polarity of change(s) in steady state condition(s) shall be indicated. As follows from the above formula, if the voltage decreases during a change characteristic, the resulting $d_{c,i}$ value is positive. If the voltage increases during a change characteristic the resulting $d_{c,i}$ value is negative.

C.2.5

maximum voltage change during a voltage change characteristic

$d_{\text{max},i}$

value of the maximum difference between the last steady state condition $d_{\text{end},i-1}$ and following $d_{\text{hp}}(t)$ values, observed during a voltage change characteristic, normally expressed as a percent of U_n

$$d_{\text{max},i} = \max (d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{hp}}(t))$$

Note 1 to entry: The $d_{\text{max},i}$ evaluation ends as soon as a new steady state condition is established, or at the end of the observation period. The polarity of change(s) shall be indicated. As follows from the above formula, if the maximum voltage deviation is observed during a reduction in voltage versus $d_{\text{end},i-1}$ the resulting $d_{\text{max},i}$ value is positive. If the maximum voltage deviation is observed during a voltage increase with respect to the previous $d_{\text{end},i-1}$ the resulting $d_{\text{max},i-1}$ value is negative.

C.2.6

maximum steady state voltage change during an observation period

d_c

highest absolute value of all $d_{c,i}$ values, observed during an observation period:

$$d_c = \max_i (|d_{c,i}|)$$

C.2.7

maximum absolute voltage change during an observation period

d_{max}

highest absolute value of all $d_{\text{max},i}$ values, observed during an observation period:

$$d_{\text{max}} = \max_i (|d_{\text{max},i}|)$$

C.2.8

voltage deviation

$d(t)$

deviation of actual $d_{\text{hp}}(t)$ from the previous $d_{\text{end}, i-1}$ inside a voltage change characteristic, expressed as a percentage of U_n :

$$d(t) = d_{\text{end},i-1} - d_{\text{hp}}(t)$$

Note 1 to entry: Polarity is optional. If polarity is shown, a voltage drop is considered to be a positive value.

C.3 Steady state voltage, and voltage change characteristics

A steady state condition exists when the half period r.m.s. voltage U_{hp} remains within the specified tolerance band of $\pm 0,2 \%$ for a minimum of 100 half cycles of the fundamental frequency (50 Hz).

At the beginning of the test, the average r.m.s. voltage, as measured during the last second preceding the test observation period, shall be used as the starting reference value for d_c , and $d_{hp}(t)$ calculations, as well as for the purpose of d_{max} , and $d(t)$ measurements. In the event that no steady state condition during a given test is established, the parameter d_c shall be reported to be zero.

As the measurement during a test progresses, and a steady state condition is established and remains present, the sliding 1 second average value $U_{hp,avg}$ of U_{hp} is determined, i.e. the last 100 values of U_{hp} are used to compute $U_{hp,avg}$. This value $U_{hp,avg}$ is subsequently used to determine whether or not the steady state condition continues, and it is also the reference for the determination of d_c , d_{max} and T_{max} in the event that a voltage change occurs.

For the determination of a new steady state condition $d_{c,i}$ after a voltage change has occurred, a first value $d_{start,i} = d_{hp}(t = t_{start})$ is used. Around this value a tolerance band of $\pm 0,002 U_n$ ($\pm 0,2\%$ of U_n) is determined. The steady state condition is considered to be present if $U_{hp}(t)$ does not leave the tolerance band for 100 half consecutive periods of the fundamental frequency.

NOTE The use of this $U_{hp,avg}$ parameter prevents that very slowly changing line voltages trigger a d_c or d_{max} evaluation, while minimizing deviations of up to 0,4 % of U_n (+ 0,2 % and – 0,2 %) between two measuring instruments.

The steady state condition ends when a subsequent value $U_{hp}(t = t_x)$ exceeds the tolerance band: $d_{hp}(t = t_x) > d_{hp,avg} + 0,002$ or $d_{hp}(t = t_x) < d_{hp,avg} - 0,002$.

The last value within the tolerance band is denoted as: $d_{end,i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. The value $d_{hp}(t = t_x)$ is used as the starting value for the determination of the next steady state condition $d_{c,i+1} = d_{start, i+1}$.

If any value $d_{hp}(t > t_x)$ fails the tolerance band prior to the required 100 half periods for establishing steady state, this new U_{hp} is used as the starting value for the determination of the next steady state condition $d_{c,i+1}$. Thus, a new steady state condition is present the instant $U_{hp,avg}$ can be determined.

C.4 Pictorial description of the directly measured parameters d_c , $d(t)$, d_{max} , and T_{max}

The directly measured parameters d_c , d_{max} and T_{max} , are compared against the limit values specified in Clause 5. The examples in Annex C are intended to assist the user of this standard in understanding how the directly measured parameter values are assessed, and thus compared against the limits.

The Tables C.1 and C.2 describe pictorially the test specifications for $d_c - d_{max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$. These tables have been taken from IEC 61000-4-15: 2010. The parameter $t_{d(t)} > 3,3 \%$ has been given the name T_{max} in this document (see 3.5).

Table C.1 – Test specification for $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(from Table 12 of IEC 61000-4-15: 2010)

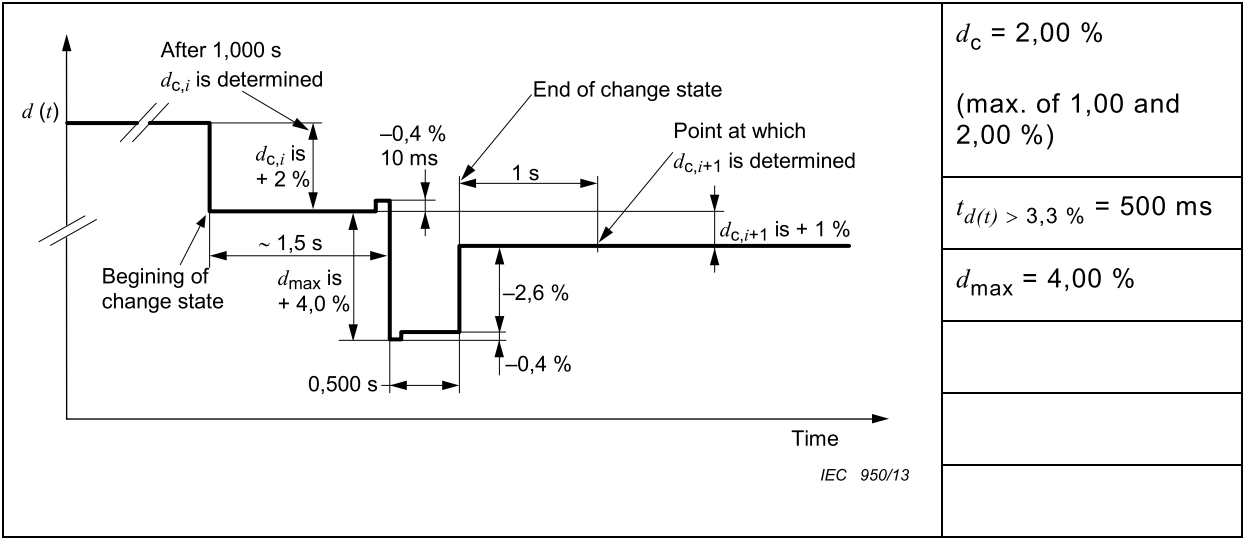
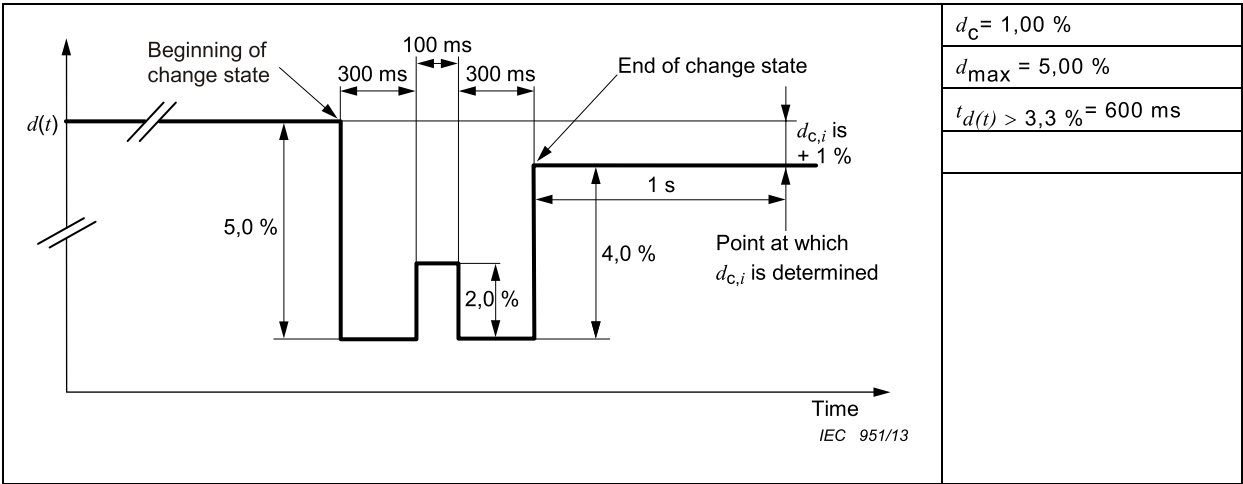
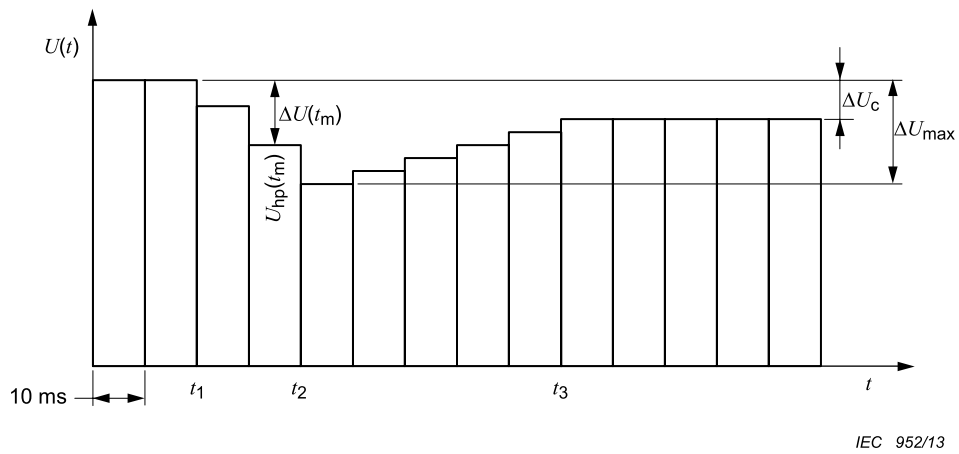


Table C.2 – Test specification for $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(from Table 13 of IEC 61000-4-15: 2010)





NOTE Front time $T_f = t_2 - t_1$
Tail time $T_t = t_3 - t_2$,
(see Figure 5)

Figure C.1 – Evaluation of $U_{hp}(t)$

Annex D (informative)

Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{st} = 1,0$ at output [IEC/TR 61000-3-7:2008]

Table D.1 – Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{st} = 1,0$ at output

Fluctuation rate (<i>r</i>) changes/min	Voltage fluctuation %		Fluctuation rate (<i>r</i>) changes/min	Voltage fluctuation %	
	120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz System		120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz system
0,1	8,202	7,4	176	0,739	0,64
0,2	5,232	4,58	273	0,65	0,56
0,4	4,062	3,54	375	0,594	0,5
0,6	3,645	3,2	480	0,559	0,48
1	3,166	2,724	585	0,501	0,42
2	2,568	2,211	682	0,445	0,37
3	2,25	1,95	796	0,393	0,32
5	1,899	1,64	1 020	0,35	0,28
7	1,695	1,459	1 055	0,351	0,28
10	1,499	1,29	1 200	0,371	0,29
22	1,186	1,02	1 390	0,438	0,34
39	1,044	0,906	1 620	0,547	0,402
48	1	0,87	2 400	1,051	0,77
68	0,939	0,81	2 875	1,498	1,04
110	0,841	0,725			
NOTE 1 Two consecutive voltage changes (one positive and one negative) constitute one “cycle”, i.e. two voltage changes per second correspond to a 1 Hz fluctuation.					
NOTE 2 These curves are based on 60 W incandescent lighting. While other lighting equipment can give different results, these curves are adopted as reference to allow consistent evaluations across a wide variety of situations.					
NOTE 3 Different versions of this table exist in the literature with very minor differences.					

Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC/TR 61000-3-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
INTRODUCTION	40
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives	41
3 Termes et définitions	42
4 Détermination des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement (flicker)	44
4.1 Détermination en valeur relative d'une variation de tension, $d(t)$	44
4.2 Evaluation de la valeur du papillotement de courte durée, P_{st}	45
4.2.1 Généralités	45
4.2.2 Flickermètre	45
4.2.3 Méthodes de simulation	45
4.2.4 Méthode analytique	45
4.2.5 Utilisation de la courbe $P_{st} = 1$	46
4.3 Evaluation de la valeur du papillotement de longue durée, P_{lt}	46
5 Limites	46
6 Conditions d'essai	47
6.1 Généralités	47
6.2 Incertitude de mesure	48
6.3 Tension d'alimentation d'essai	49
6.4 Impédance de référence	49
6.5 Période d'observation	49
6.6 Conditions générales d'essai	49
Annexe A (normative) Application des limites et conditions d'essai type pour équipements particuliers	54
Annexe B (normative) Conditions et procédures pour la mesure des variations de tension d_{max} dues à une commutation manuelle	62
Annexe C (informative) Détermination de la tension permanente et des caractéristiques de variation de tension, telles que définies dans l'IEC 61000-4-15:2010	63
Annexe D (informative) Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en entrée correspondant à un niveau $P_{st} = 1,0$ en sortie [IEC/TR 61000-3-7:2008]	68
Bibliographie	69
Figure 1 – Réseau de référence pour alimentations monophasées et triphasées dérivées d'une alimentation triphasée, quatre conducteurs	51
Figure 2 – Courbe pour $P_{st}=1$ des variations de tension rectangulaires équidistantes	52
Figure 3 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques de tension en double échelon et en rampe	52
Figure 4 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques rectangulaires et triangulaires	53
Figure 5 – Facteurs de forme F des caractéristiques de tension de démarrage de moteurs pour différents temps de front	53
Figure C.1 – Évaluation de $U_{hp}(t)$	67
Tableau 1 – Méthodes d'évaluation	45

Tableau A.1 – Conditions d'essai pour les plaques chauffantes	54
Tableau A.2 – Paramètres de l'électrode.....	60
Tableau A.3 – Facteur de fréquence R lié aux taux de répétition « r »	61
Tableau C.1 – Spécifications d'essais pour $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (extrait du Tableau 12 de l'IEC 61000-4-15:2010).....	66
Tableau C.2 – Spécifications d'essais pour $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (extrait du Tableau 13 de l'IEC 61000-4-15:2010).....	66
Tableau D.1 – Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en entrée correspondant à un niveau $P_{St} = 1,0$ en sortie	68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

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

Cette version consolidée de l'IEC 61000-3-3 porte le numéro d'édition 3.1. Elle comprend la troisième édition (2013-05) [documents 77A/809/FDIS et 77A/816/RVD] et son amendement 1 (2017-05) [documents 77A/952/FDIS et 77A/960/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

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

La Norme internationale IEC 61000-3-3 a été établie par le sous-comité 77A: CEM – Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique.

La présente norme constitue la partie 3-3 de la série de normes IEC 61000. Elle a le statut d'une norme de famille de produit.

Cette troisième édition constitue une révision technique.

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

a) Cette édition prend en compte les changements effectués dans l'IEC 61000-4-15:2010.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61000, publiées sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "<i>colour inside</i>" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

L'IEC 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties conformément à la structure suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des comités de produit)

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 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en sections qui seront publiées soit comme Normes internationales, soit comme Rapports techniques.

Ces normes et rapports seront publiés chronologiquement et numérotés en conséquence.

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61000 traite des limitations des fluctuations de tension et du papillotement (flicker) appliquées sur le réseau de distribution public basse tension.

Elle spécifie les limites des variations de tension pouvant être produites par un équipement essayé dans des conditions spécifiées et formule des recommandations pour les méthodes d'évaluation.

La présente partie de l'IEC 61000 s'applique aux matériels électriques et électroniques ayant un courant appelé inférieur ou égal à 16 A par phase et destinés à être raccordés à des réseaux publics de distribution basse tension présentant une tension nominale phase-neutre comprise entre 220 V et 250 V à 50 Hz et non soumis à un raccordement conditionnel.

Les matériels qui ne sont pas conformes aux limites indiquées dans cette partie de l'IEC 61000 lorsqu'ils sont soumis à essai sur l'impédance de référence Z_{ref} de 6.4, et qui de ce fait ne peuvent être déclarés conformes à cette partie, peuvent être à nouveau soumis à essai ou évalués pour démontrer la conformité aux exigences de l'IEC 61000-3-11, qui s'appliquent aux matériels ayant un courant appelé assigné ≤ 75 A par phase et soumis à un raccordement conditionnel.

Les essais effectués selon la présente partie sont des essais types. Les conditions d'essai pour des équipements particuliers sont données en Annexe A, et les circuits d'essai sont indiqués en Figure 1.

NOTE 1 Les limites mentionnées dans la présente norme concernent les variations de tension rencontrées par les consommateurs connectés au point de raccordement entre le réseau public d'alimentation basse tension et les matériels de l'installation de l'utilisateur. Par conséquent, il est possible que des perturbations dépassant les limites aient lieu si l'impédance d'alimentation aux bornes d'alimentation de l'appareil connecté à l'intérieur de l'installation de l'utilisateur est supérieure à l'impédance d'essai.

NOTE 2 Les limites de la présente norme sont principalement fondées sur la sévérité subjective du papillotement provenant de la lumière émise par une lampe à filament bi-spiralé de 230 V 60 W soumise à des fluctuations de la tension d'alimentation. Pour les réseaux dont la tension nominale phase-neutre est inférieure à 220 V et/ou la fréquence est de 60 Hz, les limites et les valeurs de référence du circuit sont à l'étude.

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).

IEC/TR 60725, *Etude 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*

IEC 60974-1, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 1: Sources de courant de soudage*

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

IEC 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*

IEC 61000-4-15:2010, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

flicker

papillotement

impression d'instabilité de la sensation visuelle due à un stimulus lumineux dont la luminance ou la répartition spectrale fluctue dans le temps

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.2

caractéristique de la variation de tension

$d(t)$

fonction temporelle de la variation de tension efficace relative évaluée comme valeur unique pour chaque demi-période consécutive comprise entre les passages par zéro de la tension source, à l'exception des intervalles de temps dont la tension est en régime permanent pendant au moins 1 s

Note 1 à l'article: Pour des informations détaillées concernant l'évaluation d'une caractéristique de variation de tension et la définition du régime permanent, voir Annexe C et l'IEC 61000-4-15:2010.

3.3

d_c

variation maximale de tension permanente au cours d'une période d'observation

Note 1 à l'article: Pour des informations détaillées concernant les calculs de d_c voir l'Annexe C et l'IEC 61000-4-15:2010.

3.4

$d_{\max}$

valeur absolue maximale des variations de tension au cours d'une période d'observation

Note 1 à l'article: Pour des informations détaillées concernant les calculs de $d_{\max}$ voir l'Annexe C et l'IEC 61000-4-15:2010.

3.5

$T_{\max}$

durée maximale au cours de la période d'observation où l'écart de tension $d(t)$ dépasse la limite pour d_c

Note 1 à l'article: Au cours d'une variation de tension, la durée $T_{\max}$ est cumulée jusqu'à ce qu'un nouveau régime permanent soit établi.

Note 2 à l'article: L'évaluation de la limite de la valeur $T_{\max}$ dans la présente norme est généralement destinée à évaluer l'appel de courant de l'appareil en essai. Ainsi, dès qu'un nouveau régime permanent est établi,

l'évaluation de la valeur $T_{\max}$ prend fin. Lorsqu'une nouvelle variation de tension dépassant la valeur limite pour d_c se produit, une nouvelle évaluation de la valeur $T_{\max}$ est lancée. La durée maximale, pendant laquelle $d(t)$ dépasse la valeur limite pour d_c pour toute évaluation de la valeur $T_{\max}$ au cours de la période d'observation, est utilisée pour la comparaison avec la limite sur $T_{\max}$ et consignée pour l'essai.

3.6

Tension nominale d'essai

U_n

tension nominale d'essai, utilisée pour calculer les pourcentages relatifs aux divers paramètres directement mesurés

Note 1 à l'article: Si aucun régime permanent n'est établi au cours de la période d'observation, U_n est utilisé pour le calcul de $d_{\max}$ et de $T_{\max}$.

Note 2 à l'article: U_n n'est pas nécessairement égale à la tension nominale du réseau public d'alimentation.

3.7

P_{st}

sévérité du papillotement de courte durée

Note 1 à l'article: Sauf spécification contraire, la durée d'évaluation de P_{st} est de 10 minutes. Pour les besoins d'enquêtes et d'études sur la qualité de l'alimentation électrique, d'autres intervalles de temps peuvent être utilisés et doivent être définis dans l'index. Par exemple, il convient qu'un intervalle de 1 minute soit écrit de la manière suivante: $P_{st,1min}$.

3.8

P_{lt}

sévérité du papillotement de longue durée

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{st,i}^3}{N}}$$

où $P_{st,i}$ ($i = 1, 2, 3, \dots$) sont des valeurs consécutives de la sévérité de courte durée P_{st}

Note 1 à l'article: Sauf spécification contraire, P_{lt} est calculé sur des périodes T_{long} distinctes. A chaque fois que la période T_{long} s'achève, un nouveau calcul de P_{lt} commence.

3.9

flickermètre

appareil destiné à mesurer une grandeur représentative du phénomène de papillotement

Note 1 à l'article: Les mesures sont, normalement, P_{st} et P_{lt} et elles peuvent également comprendre les paramètres directement mesurés spécifiés en 3.2 à 3.5.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-14]

3.10

temps de rémanence

t_f

valeur temporelle décrivant l'impression de papillotement due à une caractéristique de variation de tension

3.11

facteur de forme

F

valeur dépendant du type de fluctuation de tension, tel qu'une fluctuation en échelon, en double échelon ou en rampe

Note 1 à l'article: Le facteur de forme est principalement nécessaire lorsque la méthode analytique est utilisée pour calculer P_{st} .

3.12**point de raccordement**

interface entre un réseau public d'alimentation et l'installation électrique d'un utilisateur

3.13**raccordement conditionnel**

disposition requérant que l'alimentation de l'utilisateur au point de raccordement présente une impédance inférieure à l'impédance de référence Z_{ref} , afin que les émissions provenant de ces matériels soient conformes aux limites énoncées dans la présente partie

Note 1 à l'article: Le respect des limites de variation de tension peut ne pas constituer la seule condition posée pour le raccordement. Il peut également s'avérer nécessaire de respecter les limites d'émission pour d'autres phénomènes, tels que les harmoniques.

4 Détermination des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement (flicker)

4.1 Détermination en valeur relative d'une variation de tension, $d(t)$

L'évaluation du papillotement est faite à partir de la caractéristique de la variation de tension aux bornes de l'équipement en essai, c'est à dire la différence $\Delta U_{hp}(t)$ entre deux valeurs consécutives des tensions entre phase et neutre $U_{hp}(t_1)$ et $U_{hp}(t_2)$:

$$\Delta U_{hp}(t) = U_{hp}(t_1) - U_{hp}(t_2) \quad (1)$$

NOTE 1 Voir l'Annexe C pour les définitions utiles qui proviennent de l'IEC 61000-4-15:2010.

Les valeurs efficaces $U_{hp}(t_1)$, $U_{hp}(t_2)$ de la tension doivent être soit mesurées, soit calculées. Lorsque ces valeurs sont déduites à partir de courbes relevées à l'oscilloscope, il convient de tenir compte d'une éventuelle distorsion du signal.

La variation de tension ΔU aux bornes de l'appareil en essai est due à une variation de la chute de tension aux bornes de l'impédance de référence complexe $\underline{Z}$, causée par la variation $\Delta \underline{I}$, du courant fondamental complexe à l'entrée de l'équipement en essai. ΔI_p et ΔI_q sont respectivement les parties active et réactive de la variation de courant $\Delta \underline{I}$.

$$\Delta \underline{I} = \Delta I_p - j\Delta I_q = \underline{I}(t_1) - \underline{I}(t_2) \quad (2)$$

NOTE 2 I_q est positif pour des courants en retard sur la tension et négatif pour des courants en avance.

NOTE 3 Si la distorsion harmonique des courants $I(t_1)$ et $I(t_2)$ est inférieure à 10 %, on pourra utiliser la valeur efficace totale au lieu des valeurs efficaces de leurs courants fondamentaux, tout en prenant en compte les angles de phase des courants fondamentaux.

NOTE 4 Pour des matériels monophasés et triphasés symétriques, et à condition que X soit positif (inductif), la variation de tension peut être approchée par:

$$\Delta U_{hp} = |\Delta I_p R + \Delta I_q X| \quad (3)$$

où ΔI_p et ΔI_q sont respectivement les parties active et réactive de la variation de courant $\Delta \underline{I}$ et R et X sont les éléments de la valeur complexe de l'impédance de référence $\underline{Z}$ (voir Figure 1).

La valeur relative de la variation de tension est donnée par:

$$d = \Delta U_{hp} / U_n \quad (4)$$

L'évaluation de la valeur $d_{\max,i}$ s'achève dès qu'un nouveau régime permanent est établi, ou à la fin de la période d'observation. La polarité de la ou des variations peut être indiquée comme suit: si l'écart maximal de tension est observé au cours d'une réduction de tension par rapport à la valeur $d_{\text{end},i}$ précédente, la valeur $d_{\max,i}$ résultante est positive; si l'écart maximal de tension est observé au cours d'une augmentation de tension par rapport à la valeur $d_{\text{end},i}$ précédente, la valeur $d_{\max,i}$ résultante est négative.

4.2 Evaluation de la valeur du papillotement de courte durée, P_{st}

4.2.1 Généralités

Le Tableau 1 présente différentes possibilités d'évaluation du P_{st} , dues à des fluctuations de tension de différents types; dans tous les cas, la mesure directe (par un flickermètre) est acceptable:

Tableau 1 – Méthodes d'évaluation

Types de fluctuations de tension	Méthodes d'évaluation du P_{st}
Toutes fluctuations de tension confondues (évaluation directe)	Flickermètre
Toutes fluctuations de tension confondues où $U(t)$ est connu	Simulation
Caractéristiques de variation de tension selon les Figures 3 à 5 avec une fréquence d'apparition inférieure à 1 par seconde	Analytique
Variations de tension rectangulaires à intervalles réguliers	Utilisation de la courbe $P_{\text{st}} = 1$ de la Figure 2

4.2.2 Flickermètre

Toute fluctuation de tension peut être évaluée par mesure directe en utilisant un flickermètre qui satisfait aux spécifications données dans l'IEC 61000-4-15:2010, et qui est raccordé comme indiqué dans la présente norme. C'est la méthode de référence pour la détermination des limites.

4.2.3 Méthodes de simulation

Lorsque la caractéristique de la variation relative de tension $d(t)$ est connue, la valeur du P_{st} peut être évaluée par simulation informatique.

4.2.4 Méthode analytique

4.2.4.1 Généralités

Pour des caractéristiques de variation de tension des types présentés aux Figures 3, 4 et 5, la valeur du P_{st} peut être évaluée par une méthode analytique à l'aide des Equations (5) et (6).

NOTE 1 On peut estimer que la valeur du P_{st} obtenue par cette méthode est, à $\pm 10\%$ près, égale à celle obtenue par la méthode de mesure directe (méthode de référence).

NOTE 2 Cette méthode n'est pas utilisée si le temps séparant la fin d'une variation de tension et le début de la suivante est inférieur à 1 s.

4.2.4.2 Description de la méthode analytique

Chaque caractéristique de variation relative de tension doit être représentée par un temps de rémanence, t_f , exprimé en secondes:

$$t_f = 2,3 (Fd_{\max})^{3,2} \quad (5)$$

- la variation de tension relative maximale $d_{\max}$ est exprimée en pourcentage de la tension nominale U_n ;
- le facteur de forme, F , est associé à la forme de la caractéristique de variation de tension de l'onde (voir 4.2.4.3).

La somme des temps de rémanence, Σt_f , de toutes les périodes d'évaluation à l'intérieur d'un intervalle de temps total T_p , exprimé en secondes, est la base de l'évaluation du P_{st} . Si l'intervalle de temps total, T_p , est choisi selon la méthode de 6.5, il s'agit d'une «période d'observation», et:

$$P_{st} = (\Sigma t_f / T_p)^{1/3,2} \quad (6)$$

4.2.4.3 Facteur de forme

Le facteur de forme, F , transforme une caractéristique de variation relative de tension $d(t)$ en un échelon relatif de tension, de valeur $(Fd_{\max})$, équivalent pour le calcul du papillotement.

NOTE 1 Pour des échelons de variation de tension, le facteur de forme F est égal à 1,0.

NOTE 2 La caractéristique de variation relative de tension peut être mesurée directement (voir Figure 1) ou calculée à partir de la valeur efficace du courant de l'équipement en essai (voir Equations (1) à (4)).

La caractéristique de variation relative de tension doit être obtenue à partir d'un histogramme de $U_{hp}(t)$ (voir Figure C.1).

Le facteur de forme peut être déduit des Figures 3, 4 et 5 si la forme de la caractéristique de variation relative de tension correspond à une des caractéristiques de ces figures. Si les caractéristiques correspondent, procéder comme suit:

- trouver la variation de tension relative maximale $d_{\max}$; et
- trouver la durée T (en ms) appropriée à la caractéristique de variation de tension selon la méthode indiquée aux Figures 3, 4 et 5; le facteur de forme F recherché est ensuite obtenu à partir de cette valeur.

NOTE 3 Une extrapolation qui serait effectuée en dehors du domaine d'application de ces figures pourrait conduire à des erreurs inacceptables.

4.2.5 Utilisation de la courbe $P_{st} = 1$

Dans le cas où les variations de tension sont rectangulaires et de même amplitude d , séparées par des intervalles de temps égaux, la courbe de la Figure 2 peut servir à déduire l'amplitude correspondant à $P_{st} = 1$ pour un taux de répétition particulier; cette amplitude est appelée d_{lim} . La valeur du P_{st} correspondant à la variation de tension d est alors donnée par $P_{st} = d/d_{lim}$.

4.3 Evaluation de la valeur du papillotement de longue durée, P_{lt}

La valeur du papillotement de longue durée P_{lt} doit être calculée avec la valeur $N = 12$ (voir 6.5).

Il faut généralement évaluer la valeur du P_{lt} pour tous les appareils qui fonctionnent plus de 30 min sans arrêt.

5 Limites

Les limites doivent s'appliquer aux fluctuations de tension et au papillotement aux bornes d'alimentation du matériel soumis à essai, ces perturbations étant mesurées ou calculées conformément à l'Article 4 dans les conditions d'essai définies à l'Article 6 et à l'Annexe A.

Les essais, effectués pour s'assurer de la conformité aux limites, sont considérés comme des essais de type.

Les limites suivantes s'appliquent:

- la valeur de P_{st} ne doit pas être supérieure à 1,0;
- la valeur de P_{lt} ne doit pas être supérieure à 0,65;
- T_{max} , correspondant à la valeur du temps cumulé pendant lequel $d(t)$ présente un écart supérieur à 3,3 % lors d'une variation de tension aux bornes de l'appareil en essai, ne doit pas dépasser 500 ms;
- la variation relative maximale de la tension permanente d_c ne doit pas dépasser 3,3 %;
- la variation relative maximale de la tension d_{max} , ne doit pas dépasser:
 - a) 4 % s'il n'y a pas de condition supplémentaire;
 - b) 6 % pour les matériels
 - commutés manuellement, ou
 - commutés automatiquement plus de deux fois par jour, et dont le démarrage est retardé (le délai étant au minimum de plusieurs dizaines de secondes) ou manuel, suite à l'interruption de l'alimentation.

NOTE La fréquence du cycle de fonctionnement est également limitée par les limites du P_{st} et du P_{lt} . Par exemple: avec une valeur d_{max} de 6 % produisant une variation de tension rectangulaire d'une fréquence de deux par heure, on obtient une valeur P_{lt} d'environ 0,65.

c) 7 % pour les matériels

- qui sont sous surveillance pendant leur utilisation (par exemple: sèche-cheveux, aspirateurs, matériels de cuisine comme les mixeurs, matériels de jardinage comme les tondeuses à gazon, outils portables comme les perceuses électriques) ou
- qui sont mis sous tension automatiquement, ou sont destinés à être mis sous tension manuellement, deux fois par jour au maximum, et dont le redémarrage est retardé (le délai étant au minimum de plusieurs dizaines de secondes) ou manuel, suite à l'interruption de l'alimentation.

Dans le cas d'un matériel ayant plusieurs circuits ~~de contrôles séparés, en accord avec~~ commandés séparément, conformément au 6.6, les limites b) et c) doivent s'appliquer uniquement s'il existe un redémarrage avec retard ou manuel à la suite d'une coupure d'alimentation; pour tout matériel commuté automatiquement qui est mis sous tension immédiatement ~~après une interruption d'alimentation en rétablissant l'alimentation après une~~ coupure, la limite a) doit s'appliquer.

Pour tout matériel commuté manuellement, la limite b) ou c) doit s'appliquer suivant la fréquence de commutation typique d'un fonctionnement normal.

Les exigences relatives à P_{st} et P_{lt} ne doivent pas s'appliquer aux variations de tension dues à une commutation manuelle.

Ces limites ne doivent pas s'appliquer aux commutations d'urgence ni aux interruptions d'urgence.

6 Conditions d'essai

6.1 Généralités

Il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais sur les appareils non susceptibles de produire des fluctuations de tension ou un papillotement significatif. Si l'on considère qu'il est

nécessaire de réaliser des essais, l'appareil doit être conforme à toutes les limites définies dans l'Article 5 pour les essais décrits en Annexe A, sauf s'il existe des exclusions spécifiques pour un type particulier d'appareil.

Il peut s'avérer nécessaire de déterminer si d'importantes fluctuations de tension sont susceptibles de se produire, par un examen du diagramme du circuit et des spécifications des matériels et par un essai fonctionnel sommaire.

Pour les variations de tension dues à une commutation manuelle, on estime que les matériels sont conformes et qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer d'autres essais si le courant appelé efficace maximal (comprenant l'appel de courant) évalué toutes les demi-périodes de 10 ms entre les passages par zéro ne dépasse pas 20 A et si le courant d'alimentation après l'appel initial de courant varie avec une fluctuation de 1,5 A au maximum.

Si des méthodes de mesure sont utilisées, la variation relative maximale de tension $d_{\max}$ due à une commutation manuelle doit être mesurée conformément à l'Annexe B.

Les essais réalisés afin de démontrer la conformité des appareils aux limites doivent être effectués en utilisant le circuit d'essai de la Figure 1.

Le circuit d'essai comporte:

- une tension d'alimentation d'essai (voir 6.3);
- une impédance de référence (voir 6.4);
- l'appareil en essai (voir Annexe A);
- si nécessaire, un flickermètre (voir l'IEC 61000-4-15:2010).

Le changement de tension relative $d_{hp}(t)$ peut être mesurée directement ou déduite du courant efficace, comme indiqué en 4.1. Pour déterminer la valeur du P_{st} de l'appareil en essai, une des méthodes décrites en 4.2 doit être utilisée. En cas de doute, le P_{st} doit être mesuré en utilisant la méthode de référence avec un flickermètre.

NOTE Dans le cas d'essai d'un appareil multiphasé équilibré, on admet que la mesure d'une seule des trois tensions phase-neutre est suffisante.

6.2 Incertitude de mesure

La précision de mesure de la valeur du courant doit être au moins égale à $\pm (1 \% + 10 \text{ mA})$, où le 1 % se réfère à la valeur mesurée. Si l'angle de phase est utilisé à la place des courants actifs et réactifs, l'erreur ne doit pas dépasser $\pm 2^\circ$.

Les paramètres directement mesurés (voir Articles 3 et 4) doivent être déterminés avec une incertitude totale meilleure que $\pm 8 \%$ de la valeur limite, ou $\pm 8 \%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus grande étant retenue. L'impédance totale du circuit, à l'exclusion de l'appareil en essai, mais y compris l'impédance interne de la source d'alimentation, doit être égale à l'impédance de référence. Il est nécessaire que la stabilité et la tolérance de cette impédance totale soient telles qu'elles permettent d'assurer une incertitude globale de $\pm 8 \%$ tout au long de l'essai d'évaluation.

Si l'impédance de source n'est pas bien définie, par exemple si l'impédance de source est sujette à des variations imprévisibles, une impédance dont la résistance et l'inductance sont égales à l'impédance de référence peut être connectée entre l'alimentation et les bornes de l'appareil en essai. Des mesures de tensions peuvent ensuite être faites aux bornes de l'alimentation et aux bornes de l'appareil en essai. Dans ce cas, il faut que la variation relative maximale de tension, $d_{\max}$, aux bornes de l'alimentation soit inférieure à 20 % de la valeur maximale $d_{\max}$ mesurée aux bornes de l'appareil.

NOTE La méthode présentée ci-dessus utilisant une source de tension avec une impédance non définie n'est pas utilisée lorsque les valeurs mesurées sont proches des limites.

6.3 Tension d'alimentation d'essai

La tension d'alimentation d'essai (tension en circuit ouvert) doit être la tension assignée de l'appareil. Si une plage de tension est indiquée pour l'équipement, la tension d'alimentation doit être 230 V monophasé ou 400 V en triphasé. La tension d'essai doit être maintenue à la tension nominale $\pm 2\%$. La fréquence doit être de 50 Hz $\pm 0,25$ Hz.

Le taux global de distorsion harmonique de la tension d'alimentation doit être inférieur à 3 %.

Les fluctuations de tension d'alimentation en cours d'essai peuvent être négligées si la valeur du P_{st} produit par ces fluctuations est inférieure à 0,4. Si les mesures sont effectuées directement en utilisant le réseau d'alimentation électrique, cette condition doit être vérifiée avant et après chaque essai. Si les mesures sont effectuées en utilisant une source d'alimentation contrôlée, cette condition doit être vérifiée au cours de l'étalonnage de la source d'alimentation.

NOTE Les écarts de fréquence peuvent être à l'origine d'une augmentation des valeurs P_{st} et P_{lt} . Par conséquent, la fréquence de 50 Hz est de préférence contrôlée à $\pm 0,25$ Hz près, lors de l'essai de réponse du flickermètre selon les Tableaux 1b et 2b de l'IEC 61000-4-15:2010.

6.4 Impédance de référence

Pour un équipement en essai, l'impédance de référence, Z_{ref} , définie dans l'IEC/TR 60725 est une impédance utilisée par convention pour le calcul et la mesure des paramètres directement mesurés, et des valeurs du P_{st} et du P_{lt} .

Les valeurs des impédances des différents éléments sont indiquées à la Figure 1.

6.5 Période d'observation

La période d'observation, T_p , pour l'évaluation des valeurs du papillotement, par mesure et par simulation, ou en utilisant la méthode analytique doit être:

- pour le P_{st} , $T_p = 10$ min;
- pour le P_{lt} , $T_p = 2$ h.

La période d'observation doit comprendre la partie du cycle complet de fonctionnement de l'appareil essayé qui produit la séquence de variations de tension la plus défavorable.

En ce qui concerne l'évaluation du P_{st} , le cycle de fonctionnement doit être répété de manière continue, sauf spécification contraire à l'Annexe A. Pour un appareil qui s'arrête automatiquement après un cycle de fonctionnement durant moins longtemps que la période d'observation, la durée minimale nécessaire au redémarrage de l'équipement doit être incluse dans la période d'observation.

En ce qui concerne l'évaluation du P_{lt} lors de l'essai d'un appareil dont le cycle de fonctionnement dure moins de 2 h et qui n'est pas normalement utilisé de manière continue, le cycle de fonctionnement ne doit pas être répété sauf indication contraire à l'Annexe A.

NOTE Par exemple, dans le cas d'appareils dont le cycle de fonctionnement est de 45 min, cinq mesures consécutives de valeurs du P_{st} sont effectuées pendant une durée totale de 50 min, et les sept valeurs du P_{st} restantes correspondant à la période d'observation de 2 h sont considérées comme étant égales à zéro.

6.6 Conditions générales d'essai

Les paragraphes ci-dessous indiquent les conditions d'essai pour la mesure des fluctuations de tension et du papillotement. Dans le cas d'appareils non mentionnés en Annexe A, il est

nécessaire d'établir des commandes ou programmes automatiques qui produisent la séquence de variations de tension la plus défavorable en utilisant uniquement les séquences de commandes et programmes préconisées par le fabricant dans le mode d'emploi ou qui sont susceptibles d'être utilisés.

L'appareil doit être essayé en l'état, tel qu'il a été fourni par le fabricant. Il peut être nécessaire d'effectuer des fonctionnements préliminaires des commandes de moteurs avant les essais afin de s'assurer que les résultats obtenus correspondent bien à ceux qui seraient obtenus lors d'un fonctionnement normal de l'appareil.

NOTE Les conditions de fonctionnement comprennent les conditions de charge mécanique et/ou électrique de l'appareil.

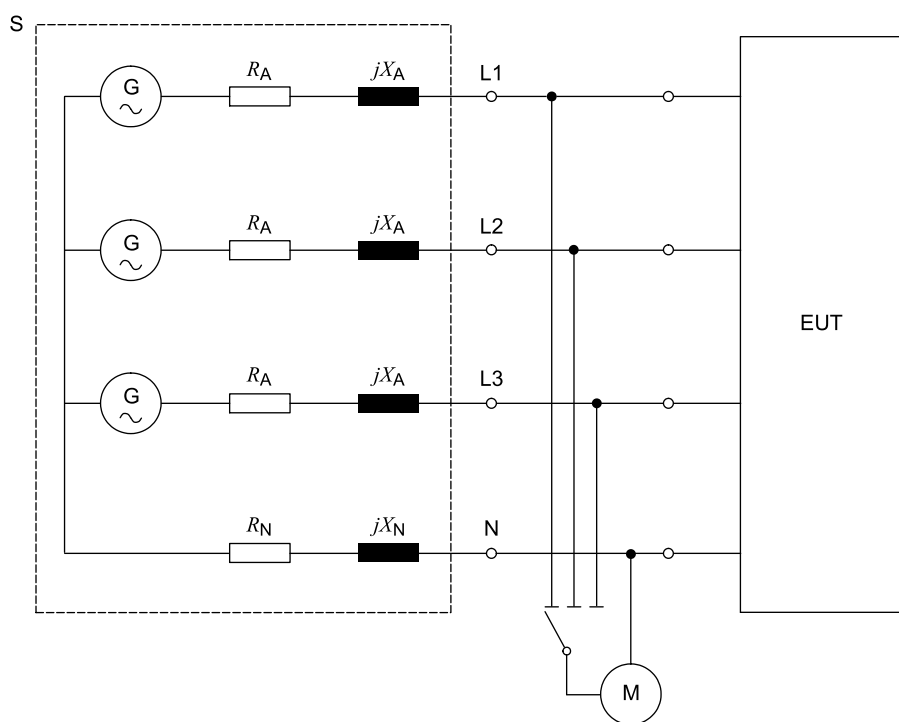
En ce qui concerne les moteurs, il est possible d'effectuer des mesures à rotor bloqué afin de déterminer la plus grande variation de tension efficace, $d_{\max}$, se produisant lors du démarrage du moteur.

Pour les équipements dotés de plusieurs circuits de contrôle-commande séparés, les conditions sont les suivantes:

- chaque circuit doit être considéré comme un équipement unique si sa vocation est d'être utilisé séparément, à condition que les commandes ne soient pas conçues de manière à commuter simultanément;
- si les circuits de contrôle-commande sont conçus pour commuter simultanément, l'ensemble des circuits commandés est considéré comme un seul appareil.

Si le système de contrôle-commande ne régule qu'une partie de la charge totale, on ne doit considérer que les fluctuations de tension produites par les parties variables de la charge.

L'Annexe A donne les conditions d'essai de type détaillées pour certains appareils.



IEC 945/13

Légende

G source de tension, conformément à 6.3

EUT appareil en essai

M appareil de mesure

S source d'alimentation constituée par le générateur de tension G et l'impédance de référence Z avec les éléments:

$$R_A = 0,24 \, \Omega; \quad jX_A = 0,15 \, \Omega \text{ à } 50 \, \text{Hz};$$

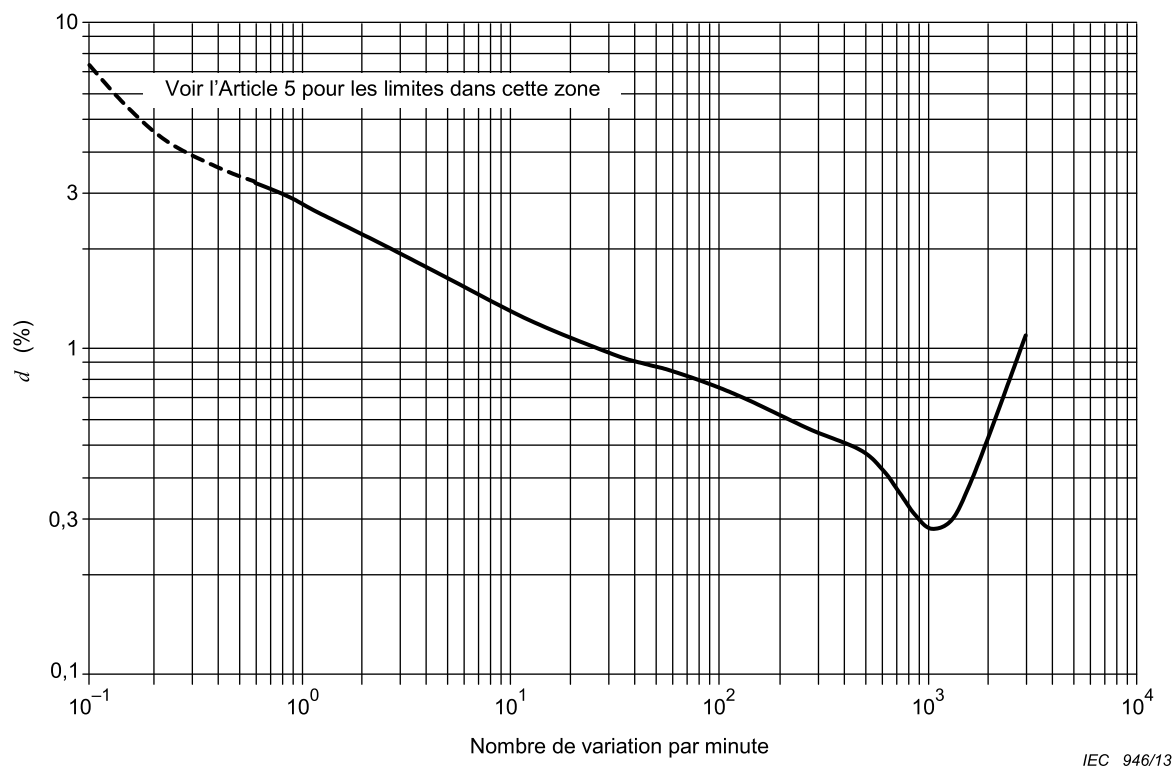
$$R_N = 0,16 \, \Omega; \quad jX_N = 0,10 \, \Omega \text{ à } 50 \, \text{Hz}.$$

NOTE 1 Les éléments comprennent l'impédance réelle du générateur.

NOTE 2 Quand les impédances de source ne sont pas bien définies, voir 6.2.

NOTE 3 En général, les charges triphasées sont équilibrées et R_N et X_N peuvent être négligées, car il n'y a pas de courant dans le fil de neutre.

Figure 1 – Réseau de référence pour alimentations monophasées et triphasées dérivées d'une alimentation triphasée, quatre conducteurs



NOTE 1 200 variations de tension par minute donnent un papillotement de 10 Hz.

NOTE 2 L'Annexe D inclut un tableau de correspondance numérique à la Figure 2, extrait de la IEC/TR 61000-3-7:2008.

Figure 2 – Courbe pour $P_{st}=1$ des variations de tension rectangulaires équidistantes

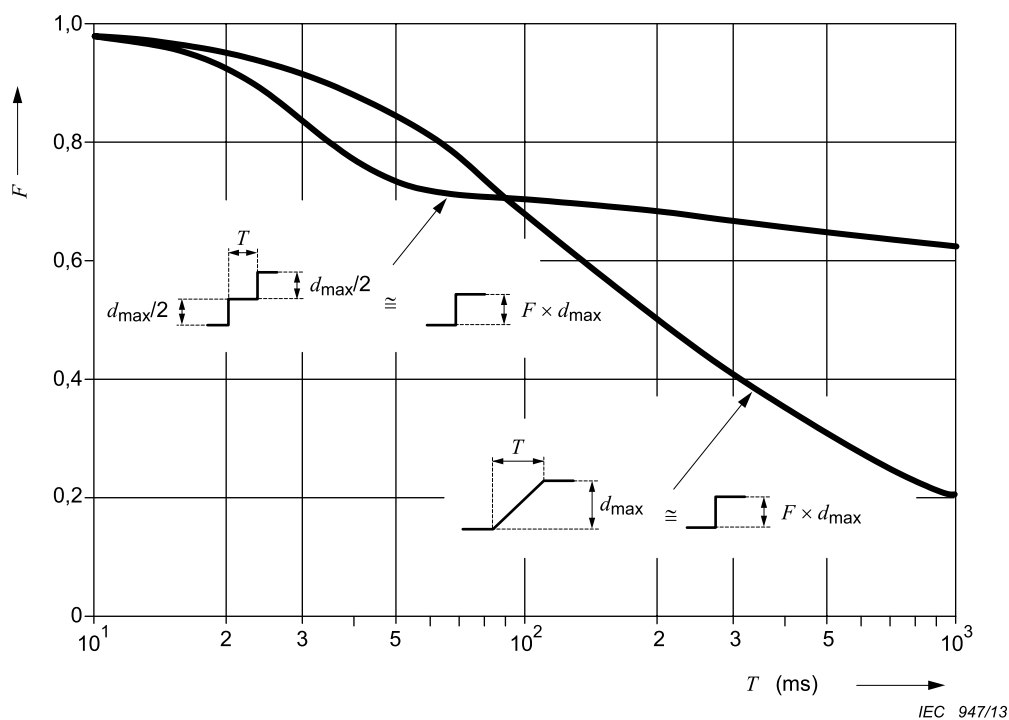


Figure 3 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques de tension en double échelon et en rampe

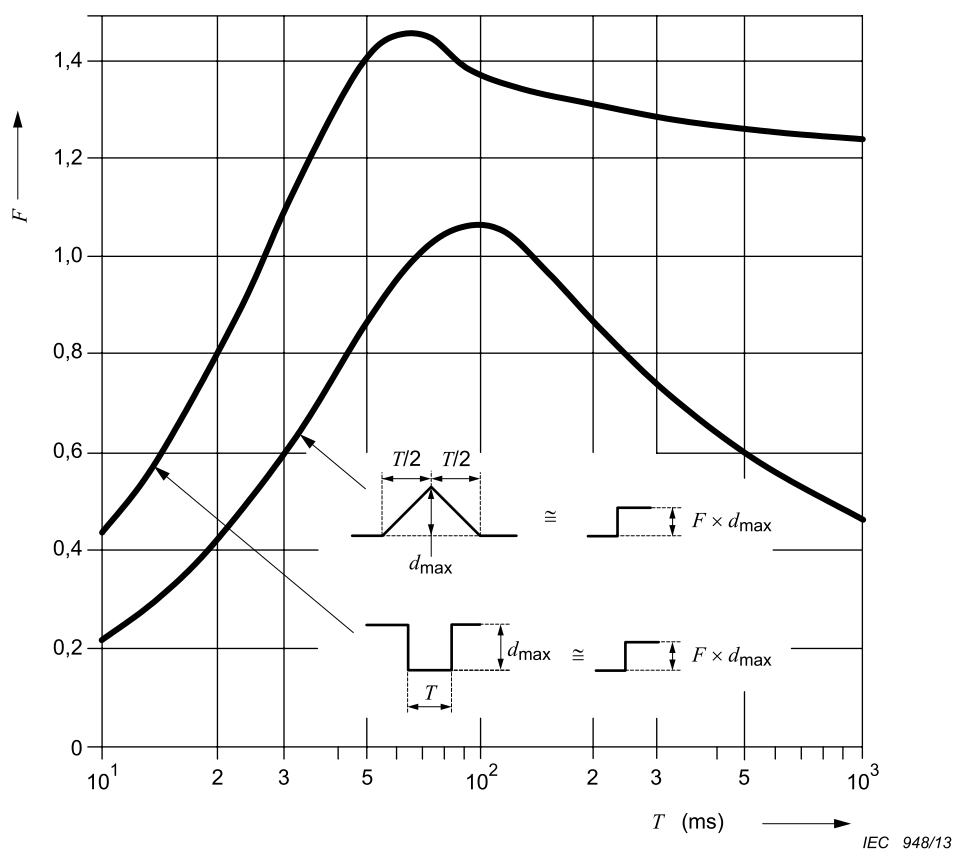
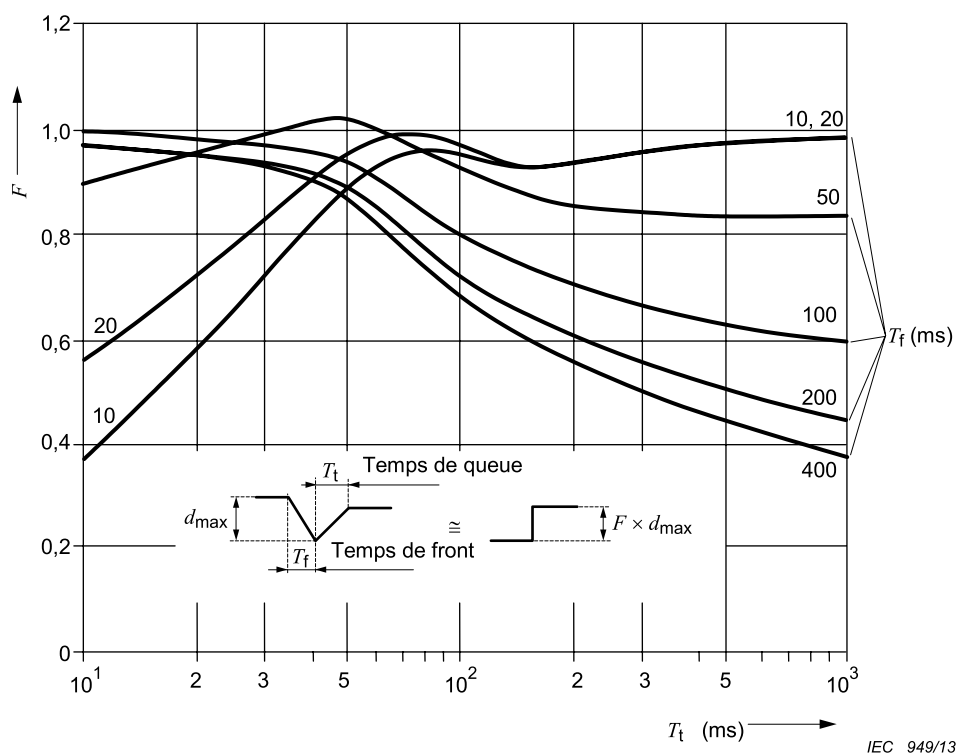


Figure 4 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques rectangulaires et triangulaires



NOTE $T_t = t_3 - t_2$, $T_f = t_2 - t_1$ (voir Figure C.1).

Figure 5 – Facteurs de forme F des caractéristiques de tension de démarrage de moteurs pour différents temps de front

Annexe A (normative)

Application des limites et conditions d'essai type pour équipements particuliers

A.1 Conditions d'essais des cuisinières

A.1.1 Généralités

L'évaluation du P_{lt} ne doit pas être requise pour les cuisinières destinées à une utilisation domestique. Sauf indication contraire, la mesure du P_{st} doit être effectuée dans des conditions de température stable.

Chaque partie chauffante doit être essayée séparément comme suit:

A.1.2 Plaques chauffantes

Les essais de plaques chauffantes doivent être réalisés à l'aide de casseroles ordinaires de diamètre, de hauteur et avec la quantité d'eau indiqués ci-dessous:

Tableau A.1 – Conditions d'essai pour les plaques chauffantes

Diamètre de la plaque chauffante, en mm	Hauteur de la casserole, en mm	Quantité d'eau, en g
145	environ 140	1 000 ± 50
180	environ 140	1 500 ± 50
220	environ 120	2 000 ± 50

Il est nécessaire de compenser les pertes par évaporation pendant la durée de l'essai.

Au cours de tous les essais suivants, la plaque chauffante doit être conforme aux limites indiquées à l'Article 5.

- Gamme de température d'ébullition: la commande de la plaque est réglée afin que l'eau se maintienne tout juste au point d'ébullition. L'essai est reconduit cinq fois, et l'on calcule la valeur moyenne des résultats.
- Gamme de température de friture: on remplit la casserole non couverte avec de l'huile de silicone jusqu'à un niveau correspondant à 1,5 fois la quantité d'eau indiquée sur le Tableau A.1. On règle la commande de la plaque pour obtenir 180 °C, température mesurée par un thermocouple plongé au centre géométrique de l'huile.
- Gamme totale de puissance: on vérifie la gamme totale de puissance de manière continue pendant une période d'observation de 10 min. Si les boutons de réglage ont des niveaux de puissance distincts, tous les niveaux sont essayés jusqu'à un maximum de 20. S'il n'y a pas de niveaux distincts, la gamme totale est divisée en 10 pas égaux. Les mesures sont alors effectuées en débutant au niveau de puissance le plus élevé.
- Les plaques de cuisson avec zone modulable, dont les zones de cuisson sont automatiquement configurées grâce à de multiples petites plaques chauffantes ou bobines d'induction, sont soumises aux essais en plaçant la plus grande casserole, indiquée au Tableau A.1, au centre géométrique de la zone de cuisson.

A.1.3 Fours

Le four doit être essayé vide avec la porte fermée. Le réglage est ajusté afin qu'un thermocouple fixé au centre géométrique du four indique une température moyenne de 220 °C pour les fours classiques et 200 °C pour les fours à air pulsé.

A.1.4 Grills

Le grill doit être essayé vide, porte fermée, sauf indication contraire du fabricant. Si l'appareil est doté d'un système de réglage, la fonction grill doit être réglée au niveau le plus bas, au niveau moyen et au niveau le plus élevé; le plus mauvais résultat doit être retenu.

A.1.5 Combiné four/grill

Le combiné four/grill doit être essayé vide, porte fermée. L'appareil est réglé de telle manière qu'un thermocouple fixé au centre géométrique du combiné mesure une température moyenne de 250 °C ou la température disponible la plus proche de cette valeur.

A.1.6 Fours à micro-ondes

Le four à micro-ondes ou la fonction micro-ondes d'un four combiné doit être essayé en utilisant un récipient de verre rempli avec $1\,000\text{ g} \pm 50\text{ g}$ d'eau. Les essais doivent être effectués au niveau le plus bas, au niveau moyen et à un troisième niveau qui correspond à la plus haute puissance réglable inférieure ou égale à 90 % de la puissance maximale; le plus mauvais résultat doit être retenu.

A.2 Conditions d'essai ~~pour l'éclairage et les matériels similaires des~~ appareils d'éclairage

Les conditions d'essai suivantes doivent être appliquées aux matériels dont la fonction première est de générer, et/ou réguler et/ou distribuer le rayonnement optique au moyen de lampes à incandescence, de lampes à décharge ou de DELs.

De tels matériels doivent être soumis à l'essai au moyen d'une lampe de même puissance que la puissance assignée au matériel. Si le système d'éclairage comprend plus d'une lampe, toutes les lampes doivent être utilisées.

Les évaluations de P_{st} et P_{lt} sont ~~nécessaires~~ exigées uniquement pour les ~~systèmes~~ appareils d'éclairage susceptibles de produire de multiples fluctuations de tension qui, à leur tour, peuvent provoquer le papillotement d'autres appareils d'éclairage, par exemple: ~~les éclairages de discothèques et les systèmes réglés automatiquement~~ du fait de rapides variations ou commutations de charges significatives à l'intérieur des appareils d'éclairage.

Aucune limite ne doit s'appliquer aux ampoules individuelles, par exemple les lampes à ballast électronique intégré, les ampoules à incandescence et les tubes fluorescents.

~~On estime que les éclairages composés de~~ Les luminaires à lampes à incandescence dont la puissance est inférieure ou égale à 1 000 W et les luminaires à lampes à décharge et à LED dont la puissance est inférieure à 600 W ~~et de DELs dont la puissance est inférieure ou égale à 200 W~~, sont réputés conformes aux limites de d_c , d_{max} et T_{max} figurant dans la présente norme et il n'est pas exigé de les soumettre à l'essai. ~~Les éclairages dont la puissance en watts est supérieure et qui ne peuvent pas être conformes à la présente partie de l'IEC 61000 doivent être soumis à un raccordement conditionnel selon l'IEC 61000-3-11.~~

On estime que les ballasts font partie des éclairages et qu'il n'est pas requis de les soumettre aux essais.

A.3 Conditions d'essai pour les lave-linge

Le lave-linge doit être essayé pendant un programme de lavage complet intégrant le cycle de lavage normal, rempli avec la quantité assignée de vêtements de coton prélavé double ourlet, de taille approximative 70 cm × 70 cm, d'un poids à sec de 140 g/m² à 175 g/m².

La température de l'eau de remplissage doit être

- 65 °C ± 5 °C pour les lave-linge sans élément chauffant et destinés à être raccordés à une alimentation d'eau chaude;
- 15 °C + 10 °C, – 5 °C pour les autres lave-linge.

Pour les lave-linge avec un programmeur, le programme coton 60 °C sans prélavage, s'il est disponible, doit être utilisé, sinon le programme normal sans prélavage doit être utilisé. Si le lave-linge contient des éléments chauffants qui ne sont pas contrôlés par le programmeur, l'eau doit être chauffée à 65 °C ± 5 °C avant le démarrage de la première période de lavage.

Si le lave-linge contient des éléments chauffants et n'intègre pas de programmeur, l'eau doit être chauffée à 90 °C ± 5 °C ou plus bas si les conditions stables sont établies, avant le démarrage de la première période de lavage.

Négliger la commutation simultanée du chauffage et du moteur dans l'évaluation de d_c , d_{max} et T_{max} .

P_{st} et P_{lt} doivent être évalués. Lors du calcul de la valeur de P_{lt} , le temps de fonctionnement du lave-linge doit être dûment pris en compte. Voir 6.5.

A.4 Conditions d'essai pour les sèche-linge

Le sèche-linge doit fonctionner avec un tambour rempli de textile ayant une masse, dans les conditions sèches, de 50 % de la charge maximale définie dans le manuel d'instructions.

Le matériau textile consiste en des pièces de coton à double ourlet prélavées, de taille approximativement égale à 70 cm × 70 cm, dont la masse est comprise entre 140 g/m² et 175 g/m² à sec. Le matériau doit être mouillé par une eau dont la température est de 25 °C ± 5 °C et une masse égale à 60 % de celle du textile initial.

S'il existe une jauge permettant d'évaluer le degré de séchage, l'essai doit être effectué au niveau maximal et minimal.

P_{st} et P_{lt} doivent être évalués.

A.5 Conditions d'essai pour les réfrigérateurs

Les réfrigérateurs doivent être essayés en fonctionnement continu, porte fermée. Le thermostat est réglé à la moitié de la plage de réglage. L'armoire doit être vide et non chauffée. La mesure doit être effectuée lorsque le régime de stabilité de la température est atteint. P_{st} et P_{lt} ne doivent pas être évalués.

A.6 Conditions d'essai des photocopieurs, imprimantes laser et appareils similaires

L'appareil doit être essayé pour déterminer le P_{st} à la cadence maximale de copiage. L'original à photocopier/imprimer est une feuille blanche vierge, et le papier des copies doit avoir un poids de 80 g/m², sauf indication contraire du fabricant.

La valeur du P_{lt} est obtenue en mode d'attente.

A.7 Conditions d'essai des aspirateurs

Le P_{st} et le P_{lt} ne doivent pas être évalués pour les aspirateurs.

A.8 Conditions d'essai pour les mixeurs alimentaires

Le P_{st} et le P_{lt} ne doivent pas être évalués pour les mixeurs alimentaires.

A.9 Conditions d'essai pour les outils portables

Le P_{lt} ne doit pas être évalué pour les outils portables. Le P_{st} ne doit pas être évalué pour les outils portables sans éléments chauffants. Dans le cas des outils portables dotés d'éléments chauffants, le P_{st} doit être évalué de la manière suivante.

L'outil est mis en marche et fonctionne en continu pendant 10 min, ou jusqu'à ce qu'il s'arrête automatiquement, auquel cas 6.5 s'applique.

A.10 Conditions d'essai pour les sèche-cheveux

Le P_{lt} ne doit pas être évalué pour les sèche-cheveux manuels. En ce qui concerne l'évaluation du P_{st} , l'appareil est mis en marche et fonctionne en continu pendant 10 min ou jusqu'à ce qu'il s'arrête automatiquement, auquel cas 6.5 s'applique.

Dans le cas des sèche-cheveux comportant un réglage de puissance, la plage de puissance totale doit être essayée en continu pendant une période d'observation de 10 min. Si les interrupteurs de réglage comportent des niveaux de puissance distincts, tous les niveaux doivent être essayés jusqu'à un maximum de 20 niveaux. S'il n'y a pas de niveaux distincts, la gamme totale est divisée en 10 pas égaux. Les mesures doivent alors être effectuées en commençant par le niveau de puissance le plus élevé.

A.11 Conditions d'essai pour les récepteurs de télévision, les équipements audio, les ordinateurs, DVD et matériels électroniques similaires

De tels matériels, prévus pour être utilisés par des clients résidentiels, doivent être essayés pour prouver la conformité uniquement avec la limite d_{max} appropriée dans l'Article 5 si aucune autre condition d'essai spéciale de l'Annexe A n'est applicable.

A.12 Conditions d'essai pour les chauffe-eau électriques

Pour les chauffe-eau directs sans contrôle électronique, seul d_c doit être évalué en enclenchant et déclenchant l'élément chauffant (séquence 0 – P_{max} – 0).

Pour les chauffe-eau directs avec contrôle électronique, il est nécessaire de sélectionner la température de sortie de l'eau de manière à pouvoir reproduire toutes les consommations de puissance électrique entre $P_{\min}$ et $P_{\max}$ en faisant varier le débit d'eau. $P_{\max}$ est défini comme étant la puissance maximale qui puisse être choisie et $P_{\min} > 0$ comme la puissance minimale pouvant être sélectionnée.

NOTE 1 Pour certains appareils, la puissance maximale $P_{\max}$ pouvant être sélectionnée peut être inférieure à la puissance nominale.

La valeur de température réglée doit rester inchangée pendant toute la durée de l'essai.

A partir d'un débit d'eau correspondant à la consommation de puissance maximale, $P_{\max}$, ce débit doit être réduit en 20 pas successifs approximativement égaux jusqu'à la consommation de puissance minimale, $P_{\min}$.

Le débit d'eau doit être ensuite à nouveau augmenté jusqu'à la consommation de puissance $P_{\max}$ sur 20 autres pas à peu près égaux. Les valeurs des $P_{st,i}$ doivent être évaluées pour chacune de ces 40 étapes; les mesures commencent lorsque le régime permanent est atteint, c'est-à-dire environ 30 s après la modification du débit.

NOTE 2 Il peut être suffisant de calculer chaque valeur de $P_{st,i}$ sur la base d'une période de mesure de 1 min seulement.

De plus, le papillotement $P_{st,z}$ causé par la mise en marche et en arrêt du chauffe-eau doit être mesuré sur un intervalle de 10 min. Il faut que la consommation de puissance soit changée deux fois sur cet intervalle le plus rapidement possible entre les états $P = 0$ et $P = P_{\max}$ (séquence $0 - P_{\max} - 0 - P_{\max} - 0$).

Le rendement de chauffe du chauffe-eau doit être de 50 %, c'est-à-dire $P_{\max}$ pendant 5 min.

La valeur résultante du P_{st} est évaluée en utilisant la formule suivante:

$$P_{st} = \left(P_{st,z}^3 + \frac{1}{40} \cdot \sum_{i=1}^{i=40} (P_{st,i})^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

et on compare à la valeur limite de l'Article 5.

P_{lt} ne doit pas être évalué.

A.13 Conditions d'essai pour les amplificateurs basse fréquence

Les amplificateurs audio doivent être mis à l'essai dans les conditions de fonctionnement spécifiées à l'Article C.3 de l'IEC 61000-3-2:2009.

A.14 Conditions d'essai pour les climatiseurs, les déshumidificateurs, les pompes à chaleur et les matériels réfrigérants commerciaux

Faire fonctionner les appareils jusqu'à établissement d'un régime permanent ou pendant un cycle de fonctionnement minimal du compresseur de 30 min.

L'essai doit être réalisé à une température ambiante de $15\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pour le chauffage et de $30\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pour le refroidissement ou la déshumidification.

Les pompes à chaleur de cycle inverse doivent être mises à l'essai uniquement en mode de refroidissement.

La valeur $d_{\max}$ doit être évaluée à l'aide d'une des deux méthodes suivantes:

a) Par mesure directe:

- éteindre le compresseur à l'aide du thermostat;
- rallumer le compresseur à l'aide du thermostat à la fin du temps d'arrêt minimal prescrit dans le manuel utilisateur ou autorisé par le système de contrôle automatique;
- répéter la séquence d'extinction et d'allumage 24 fois et évaluer les résultats conformément à l'Annexe B. Cependant, si le résultat du premier test n'est pas dans la bande des $\pm 10 \%$ autour de la limite, le matériel peut être évalué pour simplifier sur la base de ce simple résultat et le test est terminé.

b) Par la méthode analytique:

- utilisant comme courant de démarrage le courant et le facteur de puissance du moteur du compresseur fonctionnant à rotor bloqué, et de toute autre charge (par exemple un moteur de ventilateur), qui est allumée moins de 2 s avant ou après le démarrage du compresseur. Ceci permet de distinguer les variations de tension.

P_{st} et P_{lt} doivent être évalués de façon analytique en fonction du nombre de cycles par heure spécifié par le constructeur.

A.15 Conditions d'essai pour les matériels de soudage à l'arc et les processus connexes

A.15.1 Généralités

Pour les matériels de soudage à l'arc sous surveillance pendant leur utilisation et les processus connexes, la valeur $d_{\max}$ doit être évaluée par rapport à la limite de 7 % indiquée en c) de l'Article 5, et selon la méthode d'essai définie à l'Annexe B.

De plus, pour les matériels conçus pour être utilisés dans le cadre du processus de soudage manuel à l'arc (MMA), les valeurs P_{st} et d_c doivent être évaluées conformément aux procédures indiquées en A.15.2 1 et A.15.3.1

Pour tous les essais, la chute de tension provoquée par le matériel en fonctionnement normal, à une puissance de sortie égale à la puissance maximale assignée, doit être comprise entre 3 % et 5 % de la tension d'alimentation.

Bien que le domaine d'application de la présente norme soit limité aux matériels dont le courant appelé est inférieur ou égal à 16 A, ces conditions d'essai doivent également être valables pour le matériel dont le courant appelé est supérieur à 16 A.

Les conditions d'essai suivantes doivent s'appliquer aux matériels de soudage conçus conformément à l'IEC 60974-1. Les conditions d'essai pour d'autres types de matériels sont à l'étude.

A.15.2 Evaluation du P_{st}

A.15.2.1 Généralités

Pour évaluer la valeur du papillotement de courte durée P_{st} des matériels de soudage MMA, il convient d'effectuer des essais au moyen d'un dispositif d'essai simulant le soudage à l'aide d'électrodes classiques de 3,25 mm. Si le matériel soumis à l'essai n'est pas adapté à ces électrodes ($I_{2\max} < 130$ A), les paramètres représentant une électrode de 2,5 mm doivent être adoptés.

Tableau A.2 – Paramètres de l'électrode

Diamètre mm	Données de base				
	I_{nom} A	U_{nom} V	Chutes l/min	t_{chutes} ms	$R_{\text{court-circuit}}$ mΩ
2,5	90	23,6	920	5,6	18
3,25	130	25,2	350	7,5	13

La valeur de la variation de tension aux bornes d'alimentation du matériel soumis à l'essai, ΔU , décisive dans la détermination de la valeur de P_{st} , doit être mesurée ou calculée à partir des mesures du courant d'entrée aux bornes d'alimentation du matériel soumis à l'essai au moyen de l'une des procédures d'essai suivantes.

Dans tous les cas où un cadran de forçage à l'arc existe, ce dernier doit être défini en position médiane, le raccordement à la charge d'essai étant effectué à l'aide de deux câbles de soudage en cuivre de 3 m de long et de 50 mm² d'épaisseur.

A.15.2.2 Procédure d'essai A

Cette simple procédure d'essai peut fournir des résultats d'essai anormalement élevés et, par conséquent, elle peut également être utilisée pour des essais préliminaires.

Le courant appelé efficace est tout d'abord mesuré, le matériel soumis à l'essai ayant une charge résistive équivalente au courant et à la tension de sortie nominaux, puis le courant appelé efficace est mesuré une seconde fois, le matériel soumis à l'essai étant chargé au moyen de la résistance de court-circuit spécifiée $R_{\text{court-circuit}}$ donnée dans le Tableau A.2. La différence obtenue entre les valeurs mesurées du courant d'entrée efficace, ΔI_{input} , est utilisée pour obtenir les valeurs de ΔU_{hp} dans le processus d'évaluation.

A.15.2.3 Procédure d'essai B

Cette procédure d'essai est plus compliquée que la procédure d'essai A, mais elle fournit des résultats plus réalistes.

Les paramètres indiqués dans le Tableau A.2 doivent être simulés par une charge résistive commutée électroniquement capable de passer des valeurs «de charge nominale» aux valeurs de «court-circuit» avec la résistance spécifiée, en un temps égal au temps de chute spécifié, tout en respectant les angles de phase définis par rapport à la tension d'entrée.

Les variations de courant appelé (échantillons efficaces de 10 ms) provoquées par ces variations de charge en sortie doivent être mesurées à l'aide de démarrages lors du passage par zéro et avec des retards de 2 ms, 4 ms, 6 ms et 8 ms. La valeur moyenne des variations de courant résultantes doit être utilisée dans le processus d'évaluation.

A.15.2.4 Processus d'évaluation de P_{st}

L'équation suivante permet de calculer la valeur P_{st} du matériel soumis à l'essai:

$$P_{\text{st}} = 0,365 \Delta U \times Fr^{0,31} R$$

où

$$\Delta U = \Delta I_{\text{input}} Z_{\text{ref}} \times 100 / U_n \text{ %};$$

F est le facteur de forme, dépendant de la forme de la caractéristique de variation de tension. Pour le soudage MMA, $F = 1,0$;

r est la fréquence des variations de tension par minute;

R est un coefficient dépendant de la fréquence de répétition et dont les valeurs sont présentées dans le Tableau A.3.

Tableau A.3 – Facteur de fréquence R lié aux taux de répétition « r »

r en variations de tension par minute	R	r en variations de tension par minute	R
0,2	0,98	2	0,99
0,3	1,03	3	1,00
0,4	1,02	4	1,00
0,5	1,00	5	1,03
0,6	1,00	6	1,02
0,7	1,02	7	1,02
0,8	1,00	8	1,03
0,9	1,00	9	1,03
1,0	1,00	10	1,08

NOTE En pratique, le processus de soudage MMA comporte la préparation des pièces à souder, le temps de soudure, le temps de travail sur le joint et le temps consacré au changement des électrodes. Par conséquent, le temps d'utilisation estimé pendant lequel les variations de tension se produisent est seulement de 2,5 min par période de 10 min représenté par un rapport cyclique de 0,25. La valeur de r pour cette opération spécifique est de 0,2 variations/minute, car seules les variations de tension qui se produisent au début et à la fin d'une période de soudage continu sont significatives.

Le résultat obtenu doit être conforme à la limite indiquée à l'Article 5. Si cette limite est dépassée, le matériel ne peut pas être déclaré conforme à la présente partie de l'IEC 61000, et la procédure décrite dans l'IEC 61000-3-11 doit être appliquée.

A.15.3 Procédure d'essai pour d_c

A.15.3.1 Généralités

Le courant appelé efficace doit tout d'abord être mesuré lorsque le matériel soumis à l'essai est branché à une charge résistive équivalente au courant et à la tension de sortie nominaux maximaux, puis à une charge équivalente correspondant aux conditions lorsque le matériel est à l'arrêt. La différence obtenue entre les différentes valeurs de courant appelé efficace doit être utilisée dans le processus d'évaluation.

A.15.3.2 Evaluation de la valeur d_c

d_c doit être déterminé par l'utilisation de l'équation suivante:

$$d_c = \Delta I_{\text{input}} Z_{\text{ref}} \times 100 / U_n$$

Le résultat obtenu doit être conforme à la limite indiquée à l'Article 6. Si cette limite est dépassée, le matériel ne peut pas être déclaré conforme à la présente partie de l'IEC 61000 et la procédure décrite dans l'IEC 61000-3-11 doit être appliquée.

Annexe B (normative)

Conditions et procédures pour la mesure des variations de tension $d_{\max}$ dues à une commutation manuelle

B.1 Vue d'ensemble

Les variations considérables quant à la conception et aux caractéristiques des commutateurs à commande manuelle entraînent d'importants écarts dans les résultats des mesures de variation de tension. Il est essentiel que la procédure d'essai prenne en compte le fonctionnement du commutateur manuel du matériel soumis à l'essai.

Par conséquent, une méthode statistique doit être appliquée à la mesure de $d_{\max}$, afin d'assurer la répétabilité des résultats d'essai.

La procédure décrite à l'Article B.2 peut également être utilisée pour la mesure des paramètres d_c et $T_{\max}$.

B.2 Procédure

La procédure d'essai est la suivante:

- a) 24 mesures des paramètres de l'appel de courant doivent être effectuées dans l'ordre suivant:
 - démarrer une mesure;
 - allumer le matériel soumis à l'essai (pour créer une variation de tension);
 - faire fonctionner le matériel soumis à l'essai aussi longtemps que possible dans des conditions de fonctionnement normales pendant une période de mesure de 1 min;
 - éteindre le matériel soumis à l'essai avant la fin de l'intervalle de mesure de 1 min et s'assurer que toutes les pièces mobiles situées à l'intérieur du matériel soumis à l'essai se sont immobilisées et que tous les dispositifs d'atténuation de $d_{\max}$ ont eu le temps de refroidir pour atteindre une température égale à la température ambiante avant de démarrer l'intervalle de mesure suivant;
 - démarrer la mesure suivante.

NOTE La méthode de refroidissement peut être naturelle ou forcée, et la période de refroidissement est spécifiée par le constructeur si nécessaire.

- b) Le résultat final de l'essai doit être calculé en supprimant le résultat le plus élevé et le résultat le moins élevé, et en faisant la moyenne arithmétique des 22 valeurs restantes.

Annexe C **(informative)**

Détermination de la tension permanente et des caractéristiques de variation de tension, telles que définies dans l'IEC 61000-4-15:2010

C.1 Vue d'ensemble

Les explications et descriptions suivantes sont reprises de l'IEC 61000-4-15:2010, afin d'aider l'utilisateur de cette norme en lui fournissant les informations nécessaires pour comprendre l'évaluation des paramètres directement mesurés dans ce document. Pour ceux qui souhaitent obtenir des informations supplémentaires concernant la fonctionnalité exacte du flickermètre en général, l'IEC 61000-4-15:2010 fournit les détails nécessaires pour une compréhension approfondie. En cas de doute, les définitions fournies dans l'IEC 61000-4-15:2010 prennent le pas sur les définitions données dans l'Annexe C. Cela est nécessaire car cette annexe n'est pas une copie exacte; elle a été légèrement modifiée pour améliorer sa compréhension en dehors de son contexte habituel.

Les paramètres directement mesurés (voir les définitions à l'Article 3 ainsi qu'à l'Article C.2 ci-dessous) ne font pas obligatoirement partie du flickermètre tel que défini dans l'IEC 61000-4-15:2010, mais ils devraient être évalués afin de vérifier leur conformité aux limites spécifiées à l'Article 6 de la présente norme. En raison d'interprétations différentes résultant d'une édition antérieure de la présente norme, les paramètres directement mesurés ont été définis en détail dans l'IEC 61000-4-15:2010, de sorte que les évaluations utilisant des flickermètres conformes à l'IEC 61000-4-15:2010 fournissent des résultats cohérents.

Lorsque l'on effectue un essai de fluctuation de tension et de papillotement (flicker), on distingue deux états fondamentaux: les périodes durant lesquelles la tension reste en régime permanent et les périodes durant lesquelles se produisent des variations de tension. Une définition correcte de ces états est obligatoire pour obtenir des résultats d'essai cohérents.

C.2 Termes et définitions

C.2.1

valeur efficace de demi-période de la tension

U_{hp}

tension efficace de la tension secteur, déterminée sur une demi-période, entre des passages par zéro consécutifs de la composante fondamentale de la tension

C.2.2

caractéristiques de la valeur efficace de demi-période

$U_{hp}(t)$

caractéristiques en fonction du temps de la valeur efficace de demi-période, déterminées à partir de valeurs successives de U_{hp}

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 61000-4-15:2010, Annexe B, pour plus d'explications.

C.2.3

caractéristiques de la valeur efficace relative de demi-période

$d_{hp}(t)$

caractéristiques en fonction du temps des valeurs efficaces de demi-période exprimées en tant que pourcentage de la tension nominale U_n

$$d_{hp}(t) = U_{hp}(t)/U_n$$

C.2.4**variation de tension en régime permanent** **$d_{c,i}$**

valeur de la différence entre deux valeurs en régime permanent successives, normalement exprimée en tant que pourcentage de U_n , c'est-à-dire $d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{start}, i}$

Note 1 à l'article: La polarité des variations en régime permanent doit être indiquée. Comme il s'ensuit à partir de la formule ci-dessus, si la tension diminue pendant une caractéristique de variation, la valeur d_c résultante sera positive. Si la tension augmente pendant une caractéristique de variation, la valeur d_c résultante sera négative.

C.2.5**variation maximale de tension pendant une caractéristique de variation de tension** **$d_{\text{max}, i}$**

valeur de la différence maximale entre le $d_{\text{end}, i-1}$ du dernier régime permanent et les valeurs $d_{\text{hp}}(t)$ suivantes, observée pendant une caractéristique de variation de tension, normalement exprimée en tant que pourcentage de U_n

$$d_{\text{max}, i} = \max (d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{hp}}(t))$$

Note 1 à l'article: L'évaluation de $d_{\text{max}, i}$ se termine dès qu'un nouveau régime permanent est établi, ou à la fin de la période d'observation. La polarité de la ou des variations doit être indiquée. Comme il s'ensuit à partir de la formule ci-dessus, si l'écart de tension maximal est observé pendant une réduction de la tension par rapport à $d_{\text{end}, i-1}$, la valeur $d_{\text{max}, i}$ résultante sera positive. Si l'écart de tension maximal est observé pendant une augmentation de tension par rapport à la valeur $d_{\text{end}, i-1}$ précédente, la valeur $d_{\text{max}, i-1}$ résultante sera négative.

C.2.6**variation maximale de tension en régime permanent pendant une période d'observation** **d_c**

valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs $d_{c,i}$, observée pendant une période d'observation:

$$d_c = \max_i (|d_{c,i}|)$$

C.2.7**valeur absolue maximale des variations de tension pendant une période d'observation** **d_{max}**

valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs $d_{\text{max}, i}$, observée pendant une période d'observation:

$$d_{\text{max}} = \max_i (|d_{\text{max}, i}|)$$

C.2.8**écart de tension** **$d(t)$**

écart entre la valeur $d_{\text{hp}}(t)$ présente et la valeur $d_{\text{end}, i-1}$ précédente à l'intérieur d'une caractéristique de variation de tension, exprimé en tant que pourcentage de U_n :

$$d(t) = d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{hp}}(t)$$

Note 1 à l'article: La polarité est optionnelle. Si la polarité est indiquée, une chute de tension est considérée comme étant une valeur positive.

C.3 Tension en régime permanent et caractéristiques de variation de tension

Un état de régime permanent existe lorsque la tension efficace de demi-période U_{hp} reste dans la bande de tolérance spécifiée de $\pm 0,2 \%$ pendant un minimum de 100 demi-périodes de la fréquence fondamentale (50 Hz).

Au début de l'essai, la tension efficace moyenne, telle que mesurée pendant la dernière seconde précédant la période d'observation d'essai, doit être utilisée en tant que valeur de référence de départ pour les calculs de d_c et $d_{hp}(t)$, ainsi que pour les mesures de d_{max} , et $d(t)$. Dans le cas où un régime permanent n'est pas établi pendant des essais donnés, le paramètre d_c doit être rapporté comme étant nul.

Alors que la mesure pendant un essai progresse et qu'un régime permanent est établi, la moyenne glissante 1 seconde $U_{hp,avg}$ de U_{hp} est déterminée, c'est-à-dire que les 100 dernières valeurs de U_{hp} sont utilisées pour calculer $U_{hp,avg}$. Cette valeur $U_{hp,avg}$ est utilisée par la suite pour déterminer si, oui ou non, le régime permanent se poursuit, et c'est également la référence pour la détermination de d_c , d_{max} et T_{max} dans le cas où une variation de tension se produit.

Pour la détermination d'un $d_{c,i}$ de nouveau régime permanent après qu'une variation de tension s'est produite, une première valeur $d_{start,i} = d_{hp}(t = t_{start})$ est utilisée. Une bande de tolérance de $\pm 0,002 U_n$ ($\pm 0,2 \%$ de U_n) est déterminée autour de cette valeur. Le régime permanent est considéré comme établi si $U_{hp}(t)$ ne sort pas de la bande de tolérance pendant 100 demi-périodes consécutives de la fréquence fondamentale.

NOTE L'utilisation de ce paramètre $U_{hp,avg}$ évite que des tensions de ligne variant très lentement ne déclenchent une évaluation de d_c ou d_{max} , tout en réduisant les écarts entre deux instruments de mesure à moins de $0,4 \%$ de U_n ($+ 0,2 \%$ et $- 0,2 \%$).

Le régime permanent se termine lorsqu'une valeur $U_{hp}(t = t_x)$ suivante dépasse la bande de tolérance: $d_{hp}(t = t_x) > d_{hp,avg} + 0,002$ ou $d_{hp}(t = t_x) < d_{hp,avg} - 0,002$.

La dernière valeur dans la bande de tolérance est indiquée par: $d_{end,i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. La valeur $d_{hp}(t = t_x)$ est utilisée comme valeur de départ pour la détermination du $d_{c,i+1} = d_{start,i+1}$ du régime permanent suivant.

Si une valeur $d_{hp}(t > t_x)$ sort de la bande de tolérance avant les 100 demi-périodes requises pour l'établissement du régime permanent, cette nouvelle valeur U_{hp} est utilisée comme valeur de départ pour la détermination du prochain régime permanent $d_{c,i+1}$. Ainsi, un nouveau régime permanent est établi à l'instant où $U_{hp,avg}$ peut être déterminée.

C.4 Description illustrée des paramètres directement mesurés d_c , $d(t)$, d_{max} , et T_{max}

Les paramètres directement mesurés, d_c , d_{max} et T_{max} , sont comparés aux valeurs limites spécifiées à l'Article 5. Les exemples de l'Annexe C sont destinés à aider l'utilisateur de la présente norme à comprendre comment les paramètres directement mesurés sont évalués, et par conséquent comparés aux limites.

Les Tableaux C.1 et C.2 ci-dessous illustrent les spécifications d'essai pour $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$. Ces tableaux proviennent de l'IEC 61000-4-15:2010. Le paramètre $t_{d(t)} > 3,3 \%$ est désigné par $T_{\max}$ dans ce document (voir 3.5).

Tableau C.1 – Spécifications d'essais pour $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(extrait du Tableau 12 de l'IEC 61000-4-15:2010)

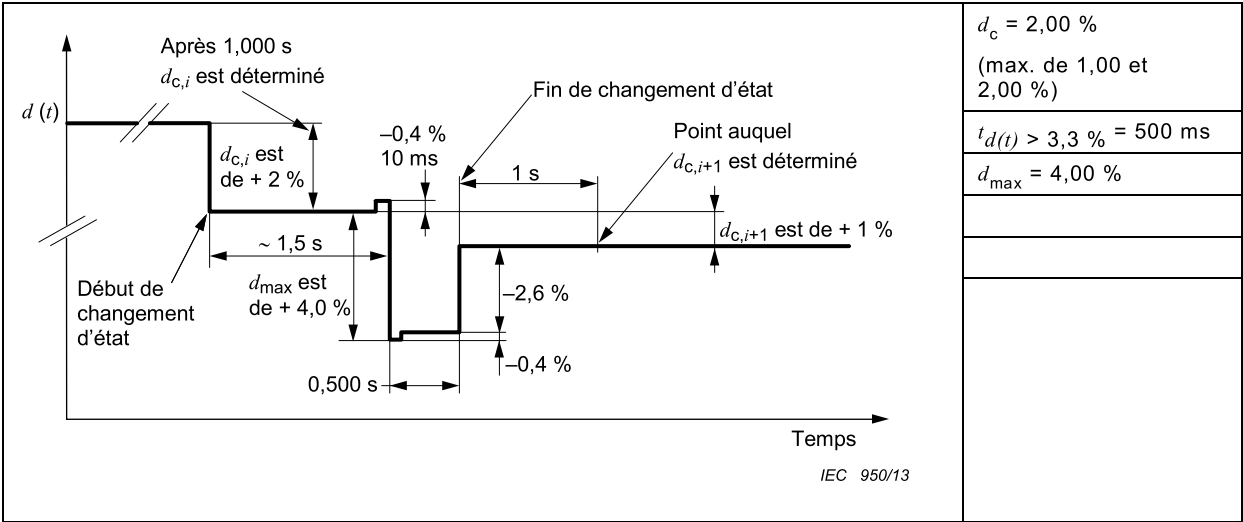
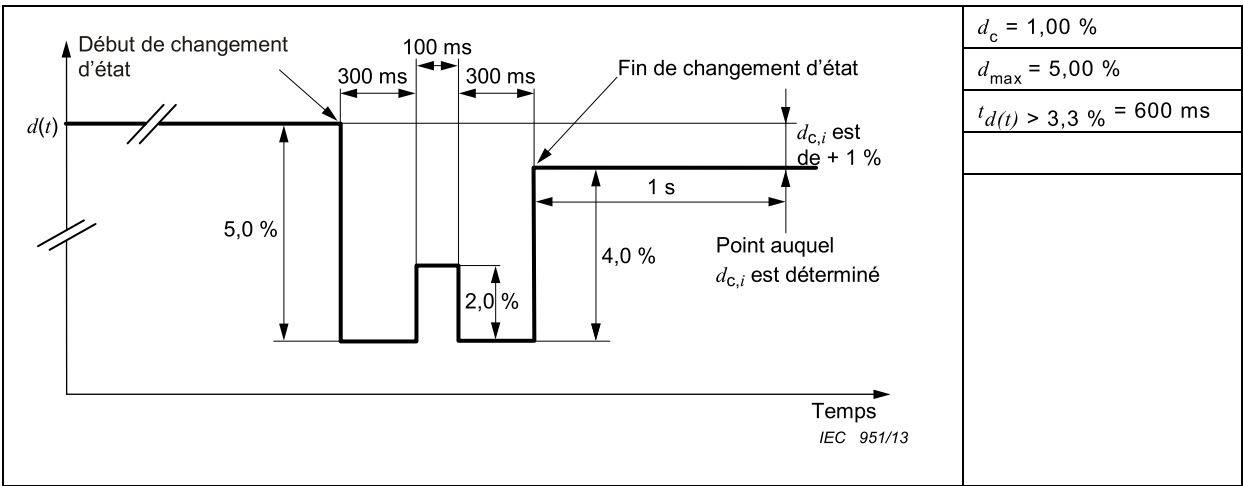
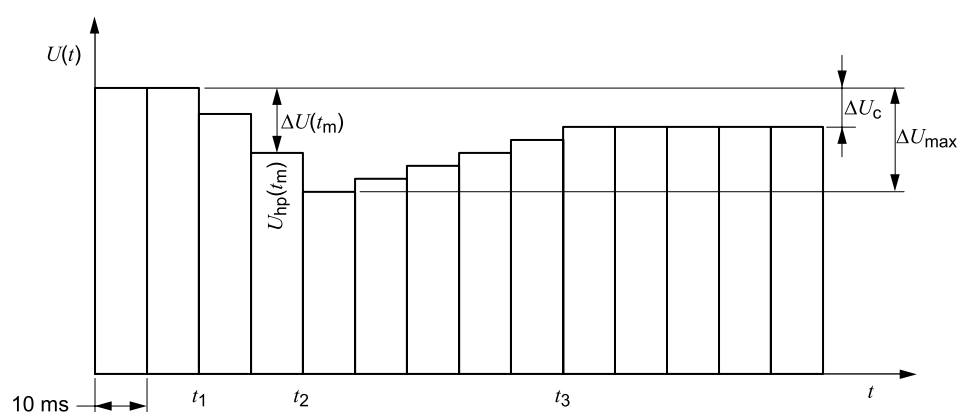


Tableau C.2 – Spécifications d'essais pour $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(extrait du Tableau 13 de l'IEC 61000-4-15:2010)





IEC 952/13

NOTE Temps de front $T_f = t_2 - t_1$
Temps de queue $T_t = t_3 - t_2$,
(voir Figure 5)

Figure C.1 – Évaluation de $U_{hp}(t)$

Annexe D (informative)

Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en entrée correspondant à un niveau $P_{st} = 1,0$ en sortie [IEC/TR 61000-3-7:2008]

**Tableau D.1 – Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en
entrée correspondant à un niveau $P_{st} = 1,0$ en sortie**

Fréquence des variations (r) variations/min	Variation de tension %		Fréquence des variations (r) variations/min	Variation de tension %	
	Ampoule 120 V Système 60 Hz	Ampoule 230 V Système 50 Hz		Ampoule 120 V Système 60 Hz	Ampoule 230 V Système 50 Hz
0,1	8,202	7,4	176	0,739	0,64
0,2	5,232	4,58	273	0,65	0,56
0,4	4,062	3,54	375	0,594	0,5
0,6	3,645	3,2	480	0,559	0,48
1	3,166	2,724	585	0,501	0,42
2	2,568	2,211	682	0,445	0,37
3	2,25	1,95	796	0,393	0,32
5	1,899	1,64	1 020	0,35	0,28
7	1,695	1,459	1 055	0,351	0,28
10	1,499	1,29	1 200	0,371	0,29
22	1,186	1,02	1 390	0,438	0,34
39	1,044	0,906	1 620	0,547	0,402
48	1	0,87	2 400	1,051	0,77
68	0,939	0,81	2 875	1,498	1,04
110	0,841	0,725			
NOTE 1 Deux variations de tension consécutives (l'une positive et l'autre négative) constituent un «cycle». Ainsi, deux variations de tension par seconde correspondent à une fluctuation de 1 Hz.					
NOTE 2 Ces courbes sont basées sur des lampes à incandescence de 60 W. Tant qu'un autre équipement d'éclairage peut donner des résultats différents, ces courbes sont adoptées comme référence pour permettre des évaluations cohérentes à travers une large variété de situations.					
NOTE 3 D'autres versions de ce tableau existent dans la littérature mais avec des différences minimales.					

Bibliographie

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sous <http://www.electropedia.org>)

IEC/TR 61000-3-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems* (disponible en anglais seulement)

FINAL VERSION

VERSION FINALE

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

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

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Assessment of voltage changes, voltage fluctuations and flicker	10
4.1 Assessment of a relative voltage change, $d(t)$	10
4.2 Assessment of the short-term flicker value, P_{st}	11
4.2.1 General	11
4.2.2 Flickermeter	11
4.2.3 Simulation method	11
4.2.4 Analytical method	11
4.2.5 Use of $P_{st} = 1$ curve	12
4.3 Assessment of long-term flicker value, P_{lt}	12
5 Limits	12
6 Test conditions	13
6.1 General	13
6.2 Measurement uncertainty	14
6.3 Test supply voltage	14
6.4 Reference impedance	14
6.5 Observation period	15
6.6 General test conditions	15
Annex A (normative) Application of limits and type test conditions for specific equipment	19
Annex B (normative) Test conditions and procedures for measuring d_{max} voltage changes caused by manual switching	27
Annex C (informative) Determination of steady state voltage and voltage change characteristics, as defined in IEC 61000-4-15:2010	28
Annex D (informative) Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{st} = 1,0$ at output [IEC/TR 61000-3-7:2008]	33
Bibliography	34
Figure 1 – Reference network for single-phase and three-phase supplies derived from a three-phase, four-wire supply	16
Figure 2 – Curve for $P_{st} = 1$ for rectangular equidistant voltage changes	17
Figure 3 – Shape factors F for double-step and ramp-voltage characteristics	17
Figure 4 – Shape factors F for rectangular and triangular voltage characteristics	18
Figure 5 – Shape factor F for motor-start voltage characteristics having various front times	18
Figure C.1 – Evaluation of $U_{hp}(t)$	32
Table 1 – Assessment method	11
Table A.1 – Test conditions for hotplates	19
Table A.2 – Electrode parameters	24

Table A.3 – Frequency factor R related to repetition rate " r "	25
Table C.1 – Test specification for $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (from Table 12 of IEC 61000-4-15: 2010).....	31
Table C.2 – Test specification for $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (from Table 13 of IEC 61000-4-15: 2010).....	31
Table D.1 – Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{St} = 1,0$ at output	33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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**

FOREWORD

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

DISCLAIMER

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

This Consolidated version of IEC 61000-3-3 bears the edition number 3.1. It consists of the third edition (2013-05) [documents 77A/809/FDIS and 77A/816/RVD] and its amendment 1 (2017-05) [documents 77A/952/FDIS and 77A/960/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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

International Standard IEC 61000-3-3 has been prepared by subcommittee 77A: EMC – Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

This standard forms part 3-3 of IEC 61000 series of standards. It has the status of a product family standard.

This third edition constitutes a technical revision.

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

- a) This edition takes account of the changes made in IEC 61000-4-15:2010.

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

A list of all parts in the IEC 61000 series, published under the general title *Electromagnetic compatibility (EMC)*, can be found on the IEC website.

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

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

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 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 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into sections which are to be published either as International Standards or as Technical Reports.

These standards and reports will be published in chronological order and numbered accordingly.

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

1 Scope

This part of IEC 61000 is concerned with the limitation of voltage fluctuations and flicker impressed on the public low-voltage system.

It specifies limits of voltage changes which may be produced by an equipment tested under specified conditions and gives guidance on methods of assessment.

This part of IEC 61000 is applicable to electrical and electronic equipment having an input current equal to or less than 16 A per phase, intended to be connected to public low-voltage distribution systems of between 220 V and 250 V line to neutral at 50 Hz, and not subject to conditional connection.

Equipment which does not comply with the limits of this part of IEC 61000 when tested with the reference impedance Z_{ref} of 6.4, and which therefore cannot be declared compliant with this part, may be retested or evaluated to show conformity with IEC 61000-3-11. Part 3-11 is applicable to equipment with rated input current ≤ 75 A per phase and subject to conditional connection.

The tests according to this part are type tests. Particular test conditions are given in Annex A and the test circuit is shown in Figure 1.

NOTE 1 The limits in this standard relate to the voltage changes experienced by consumers connected at the interface between the public supply low-voltage network and the equipment user's installation. Consequently, if the actual impedance of the supply at the supply terminals of equipment connected within the equipment user's installation exceeds the test impedance, it is possible that supply disturbance exceeding the limits could occur.

NOTE 2 The limits in this standard are based mainly on the subjective severity of flicker imposed on the light from 230 V 60 W coiled-coil filament lamps by fluctuations of the supply voltage. For systems with nominal voltage less than 220 V line to neutral and/or frequency of 60 Hz, the limits and reference circuit values are under consideration.

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/TR 60725, *Consideration of reference impedances and public supply impedances for use in determining disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current ≤ 75 A per phase*

IEC 60974-1, *Arc welding equipment – Part 1: Welding power sources*

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

IEC 61000-3-11, *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 61000-4-15:2010, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

flicker

impression of unsteadiness of visual sensation induced by a light stimulus whose luminance or spectral distribution fluctuates with time

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.2

voltage change characteristic

$d(t)$

time function of the relative r.m.s. voltage change evaluated as a single value for each successive half period between zero-crossings of the source voltage, except during time intervals in which the voltage is in a steady-state condition for at least 1 s

Note 1 to entry: For detailed information about the evaluation of a voltage change characteristic and the definition of a steady state condition see Annex C and IEC 61000-4-15:2010.

3.3

d_c

maximum steady state voltage change during an observation period

Note 1 to entry: For detailed information about the calculation of d_c see Annex C and IEC 61000-4-15:2010.

3.4

d_{max}

maximum absolute voltage change during an observation period

Note 1 to entry: For detailed information about the calculation of d_{max} see Annex C and IEC 61000-4-15:2010.

3.5

T_{max}

maximum time duration during the observation period that the voltage deviation $d(t)$ exceeds the limit for d_c

Note 1 to entry: During a voltage change characteristic the time duration T_{max} is accumulated until a new steady state condition is established.

Note 2 to entry: The T_{max} limit evaluation in this standard is generally intended to evaluate the inrush current pattern of the equipment under test. Thus, as soon as a new steady state condition is established, the T_{max} evaluation is ended. When a new voltage change occurs that exceeds the limit for d_c , a new T_{max} evaluation is started. The maximum duration that $d(t)$ exceeds the limit for d_c for any of the individual T_{max} evaluations during the observation period, is used for the comparison against the T_{max} limit, and is reported for the test.

3.6

nominal test voltage

U_n

nominal test voltage used to calculate percentages for the various directly measured parameters

Note 1 to entry: If no steady state condition is achieved during the observation period, U_n is used for the calculation of $d_{\max}$ and $T_{\max}$.

Note 2 to entry: U_n is not necessarily equal to the nominal voltage of the public supply.

3.7

P_{st}

short-term flicker severity

Note 1 to entry: If not specified differently, the P_{st} evaluation time is 10 minutes. For the purpose of power quality surveys and studies, other time intervals may be used, and have to be defined in the index. For example a 1 minute interval should be written as $P_{st,1\min}$.

3.8

P_{lt}

long-term flicker severity

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{st,i}^3}{N}}$$

where $P_{st,i}$ ($i = 1, 2, 3, \dots$) are consecutive readings of the short-term severity P_{st}

Note 1 to entry: Unless otherwise specified, P_{lt} is calculated over discrete T_{long} periods. Each time a T_{long} period has expired, a new P_{lt} calculation is started.

3.9

flickermeter

instrument designed to measure any quantity representative of flicker

Note 1 to entry: Measurements are normally P_{st} and P_{lt} and may also include the directly measured parameters specified in 3.2 to 3.5.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-14]

3.10

flicker impression time

t_f

value with a time dimension which describes the flicker impression of a voltage change characteristic

3.11

shape factor

F

value derived from the type of voltage fluctuation, such as a step, double step, or ramp pattern

Note 1 to entry: The shape factor is mainly needed when the analytical method is used to calculate P_{st} .

3.12

interface point

interface between a public supply network and a user's installation

3.13

conditional connection

connection of equipment requiring the user's supply at the interface point to have an impedance lower than the reference impedance Z_{ref} in order that the equipment emissions comply with the limits in this part

Note 1 to entry: Meeting the voltage change limits may not be the only condition for connection; emission limits for other phenomena such as harmonics, may also have to be satisfied.

4 Assessment of voltage changes, voltage fluctuations and flicker

4.1 Assessment of a relative voltage change, $d(t)$

The basis for flicker evaluation is the voltage change characteristic at the terminals of the equipment under test, that is the difference $\Delta U_{hp}(t)$ of any two successive values of the phase-to-neutral voltages $U_{hp}(t_1)$ and $U_{hp}(t_2)$:

$$\Delta U_{hp}(t) = U_{hp}(t_1) - U_{hp}(t_2) \quad (1)$$

NOTE 1 See Annex C for relevant definitions that are taken from IEC 61000-4-15:2010.

The r.m.s. values $U_{hp}(t_1)$, $U_{hp}(t_2)$ of the voltage shall be measured or calculated. When deducing r.m.s. values from oscillographic waveforms, account should be taken of any waveform distortion that may be present.

The voltage change at the EUT terminals, ΔU , is due to the change of the voltage drop across the complex reference impedance $\underline{Z}$, caused by the complex fundamental input current change, $\Delta \underline{I}$, of the equipment under test. ΔI_p and ΔI_q are the active and reactive parts respectively of the current change, $\Delta \underline{I}$.

$$\Delta \underline{I} = \Delta I_p - j\Delta I_q = \underline{I}(t_1) - \underline{I}(t_2) \quad (2)$$

NOTE 2 I_q is positive for lagging currents and negative for leading currents.

NOTE 3 If the harmonic distortion of the currents $I(t_1)$ and $I(t_2)$ is less than 10 %, the total r.m.s. value can be applied instead of the r.m.s. values of their fundamental currents, taking account of the phase angles of the fundamental currents.

NOTE 4 For single-phase and symmetrical three-phase equipment the voltage change can be, provided X is positive (inductive), approximated to:

$$\Delta U_{hp} = |\Delta I_p R + \Delta I_q X| \quad (3)$$

where ΔI_p and ΔI_q are the active and reactive parts respectively of the current change $\Delta \underline{I}$ and R and X are the elements of the complex reference impedance $\underline{Z}$ (see Figure 1).

The relative voltage change is given by:

$$d = \Delta U_{hp} / U_n \quad (4)$$

The $d_{max,i}$ evaluation ends as soon as a new steady state condition is established, or at the end of the observation period. The polarity of change(s) may be indicated as follows: if the maximum voltage deviation is observed during a reduction in voltage with respect to the previous $d_{end,i}$ the resulting $d_{max,i}$ value is positive; if the maximum voltage deviation is observed during a voltage increase with respect to the previous $d_{end,i}$ the resulting $d_{max,i}$ value is negative.

4.2 Assessment of the short-term flicker value, P_{st}

4.2.1 General

Table 1 shows alternative methods for evaluating P_{st} , due to voltage fluctuations of different types; in all cases direct measurement (with a flickermeter) is acceptable:

Table 1 – Assessment method

Types of voltage fluctuations	Method for evaluating P_{st}
All voltage fluctuations (on-line evaluation)	Flickermeter
All voltage fluctuations where $U(t)$ is known	Simulation
Voltage change characteristics according to Figures 3 to 5 with an occurrence rate less than 1 per second	Analytical
Rectangular voltage change at equal intervals	Use of the $P_{st} = 1$ curve of Figure 2

4.2.2 Flickermeter

All types of voltage fluctuations may be assessed by direct measurement using a flickermeter which complies with the specification given in IEC 61000-4-15:2010, and is connected as described in this standard. This is the reference method for application of the limits.

4.2.3 Simulation method

In the case where the relative voltage change characteristic $d(t)$ is known, P_{st} can be evaluated using a computer simulation.

4.2.4 Analytical method

4.2.4.1 General

For voltage change characteristics of the types shown in Figures 3, 4 and 5, the P_{st} value can be evaluated by an analytical method using Equations (5) and (6).

NOTE 1 The value of P_{st} obtained using this method is expected to be within $\pm 10\%$ of the result which would be obtained by direct measurement (reference method).

NOTE 2 This method is not used if the time duration between the end of one voltage change and the start of the next is less than 1 s.

4.2.4.2 Description of the analytical method

Each relative voltage change characteristic shall be expressed by a flicker impression time, t_f , in seconds:

$$t_f = 2,3 (Fd_{\max})^{3,2} \quad (5)$$

- the maximum relative voltage change $d_{\max}$ is expressed as a percentage of the nominal voltage U_n ;
- the shape factor, F , is associated with the shape of the voltage change characteristic (see 4.2.4.3).

The sum of the flicker impression times, Σt_f , of all evaluation periods within a total interval of the length T_p , in seconds, is the basis for the P_{st} evaluation. If the total time interval T_p is chosen according to 6.5, it is an "observation period", and:

$$P_{st} = (\Sigma t_f / T_p)^{1/3,2} \quad (6)$$

4.2.4.3 Shape factor

The shape factor, F , converts a relative voltage change characteristic $d(t)$ into a flicker equivalent relative step voltage change (Fd_{max}).

NOTE 1 The shape factor, F , is equal to 1,0 for step voltage changes.

NOTE 2 The relative voltage change characteristic can be measured directly (see Figure 1) or calculated from the r.m.s. current of the equipment under test (see Equations (1) to (4)).

The relative voltage change characteristic shall be obtained from a time progression of $U_{hp}(t)$ (see Figure C.1).

The shape factor may be deduced from Figures 3, 4 and 5, provided that the relative voltage change characteristic matches a characteristic shown in these figures. If the characteristics match, proceed as follows:

- find the maximum relative voltage change d_{max} ; and
- find the time T (in ms) appropriate to the voltage change characteristic as shown in Figures 3, 4 and 5 and, using this value, obtain the required shape factor, F .

NOTE 3 Extrapolation outside the range of the figures would lead to unacceptable errors.

4.2.5 Use of $P_{st} = 1$ curve

In the case of rectangular voltage changes of the same amplitude d separated by equal time intervals, the curve of Figure 2 may be used to deduce the amplitude corresponding to $P_{st} = 1$ for a particular rate of repetition; this amplitude is called d_{lim} . The P_{st} value corresponding to the voltage change d is then given by $P_{st} = dd_{lim}$.

4.3 Assessment of long-term flicker value, P_{lt}

The long-term flicker value P_{lt} shall be applied with the value of $N = 12$ (see 6.5).

It is generally necessary to assess the value of P_{lt} for equipment which is normally operated for more than 30 min at a time.

5 Limits

The limits shall be applicable to voltage fluctuations and flicker at the supply terminals of the equipment under test, measured or calculated according to Clause 4 under test conditions described in Clause 6 and Annex A. Tests made to prove compliance with the limits are considered to be type tests.

The following limits apply:

- the value of P_{st} shall not be greater than 1,0;
- the value of P_{lt} shall not be greater than 0,65;
- T_{max} , the accumulated time value of $d(t)$ with a deviation exceeding 3,3 % during a single voltage change at the EUT terminals, shall not exceed 500 ms;
- the maximum relative steady-state voltage change, d_c , shall not exceed 3,3 %;
- the maximum relative voltage change d_{max} , shall not exceed:
 - a) 4 % without additional conditions;
 - b) 6 % for equipment which is:

- switched manually, or
- switched automatically more frequently than twice per day, and also has either a delayed restart (the delay being not less than a few tens of seconds), or manual restart, after a power supply interruption.

NOTE The cycling frequency is further limited by the P_{st} and P_{lt} limits. For example: a d_{max} of 6 % producing a rectangular voltage change characteristic twice per hour gives a P_{lt} of about 0,65.

c) 7 % for equipment which is:

- attended whilst in use (for example: hair dryers, vacuum cleaners, kitchen equipment such as mixers, garden equipment such as lawn mowers, portable tools such as electric drills), or
- switched on automatically, or is intended to be switched on manually, no more than twice per day, and also has either a delayed restart (the delay being not less than a few tens of seconds) or manual restart, after a power supply interruption.

In the case of equipment having several separately controlled circuits in accordance with 6.6, limits b) and c) shall apply only if there is delayed or manual restart after a power supply interruption; for all equipment with automatic switching which is energized immediately on restoration of supply after a power supply interruption, limits a) shall apply.

For all equipment with manual switching, limits b) or c) shall apply depending on the rate of switching typical of normal operation.

P_{st} and P_{lt} requirements shall not be applied to voltage changes caused by manual switching.

The limits shall not be applied to voltage changes associated with emergency switching or emergency interruptions.

6 Test conditions

6.1 General

Tests need not be made on equipment which is unlikely to produce significant voltage fluctuations or flicker. Where it is considered necessary to conduct tests, the equipment shall comply with all limits in Clause 5 for the tests described in Annex A unless there are specific exclusions for a particular type of equipment.

It may be necessary to determine, by examination of the circuit diagram and specification of the equipment and by a short functional test, whether significant voltage fluctuations are likely to be produced.

For voltage changes caused by manual switching, equipment is deemed to comply without further testing if the maximum r.m.s. input current (including inrush current) evaluated over each 10 ms half-period between zero-crossings does not exceed 20 A, and the supply current after inrush is within a variation band of 1,5 A.

If measurement methods are used, the maximum relative voltage change d_{max} caused by manual switching shall be measured in accordance with Annex B.

Tests to prove the compliance of the equipment with the limits shall be made using the test circuit in Figure 1.

The test circuit consists of:

- the test supply voltage (see 6.3);
- the reference impedance (see 6.4);

- the equipment under test (see Annex A);
- if necessary, a flickermeter (see IEC 61000-4-15:2010).

The relative voltage change $d_{hp}(t)$ may be measured directly or derived from the r.m.s. current as described in 4.1. To determine the P_{st} value of the equipment under test, one of the methods described in 4.2 shall be used. In case of doubt, the P_{st} shall be measured using the reference method with a flickermeter.

NOTE If balanced multiphase equipment is tested, it is acceptable to measure only one of the three line-to-neutral voltages.

6.2 Measurement uncertainty

The magnitude of the current shall be measured with an accuracy of $\pm (1 \% + 10 \text{ mA})$ or better, where the 1 % is referred to the measured value. If, instead of active and reactive current, the phase angle is used, its error shall not exceed $\pm 2^\circ$.

The directly measured parameters (see Clauses 3 and 4) shall be determined with a total uncertainty better than $\pm 8 \%$ of the limit value, or $\pm 8 \%$ of the measured value, whichever is higher. The total impedance of the circuit, excluding the appliance under test, but including the internal impedance of the supply source, shall be equal to the reference impedance. The stability and tolerance of this total impedance shall be adequate to ensure that the overall uncertainty of $\pm 8 \%$ is achieved during the whole assessment procedure.

If the source impedance is not well defined, for example where the source impedance is subject to unpredictable variations, an impedance having resistance and inductance equal to the reference impedance may be connected between the supply and the terminals of the equipment under test. Measurements can then be made of the voltages at the source side of the reference impedance and at the equipment terminals. In that case, the maximum relative voltage change, d_{max} , measured at the supply terminals shall be less than 20 % of the maximum value d_{max} measured at the equipment terminals.

NOTE The above method using a voltage source with undefined impedance is not used where the measured values are close to the limits.

6.3 Test supply voltage

The test supply voltage (open-circuit voltage) shall be the rated voltage of the equipment. If a voltage range is stipulated for the equipment, the test voltage shall be 230 V single-phase or 400 V three-phase. The test voltage shall be maintained within $\pm 2 \%$ of the nominal value. The frequency shall be $50 \text{ Hz} \pm 0,25 \text{ Hz}$.

The percentage total harmonic distortion of the supply voltage shall be less than 3 %.

Fluctuations of the test supply voltage during a test may be neglected if the P_{st} value, produced from these fluctuations, is less than 0,4. If the measurements are made directly using the mains supply, this condition shall be verified before and after each test. If measurements are made using a controlled power source, this condition shall be verified during calibration of the power source.

NOTE Frequency deviations can cause the measured P_{st} and P_{lt} values to increase. Also, when testing a flicker meter response according to Tables 1b and 2b in IEC 61000-4-15: 2010, the 50 Hz frequency is preferably controlled to within $\pm 0,25 \text{ Hz}$.

6.4 Reference impedance

For equipment under test the reference impedance, Z_{ref} , according to IEC/TR 60725, is a conventional impedance used in the calculation and measurement of the directly measured parameters, and the P_{st} and P_{lt} values.

The impedance values of the various elements are given in Figure 1.

6.5 Observation period

The observation period, T_p , for the assessment of flicker values by flicker measurement, flicker simulation, or analytical method shall be:

- for P_{st} , $T_p = 10$ min;
- for P_{lt} , $T_p = 2$ h.

The observation period shall include that part of the whole operation cycle in which the equipment under test produces the most unfavourable sequence of voltage changes.

For the assessment of P_{st} , the cycle of operation shall be repeated continuously, unless stated otherwise in Annex A. The minimum time to restart the equipment shall be included in this observation period when testing equipment that stops automatically at the end of a cycle of operation which lasts for less than the observation period.

For P_{lt} assessment, the cycle of operation shall not be repeated, unless stated otherwise in Annex A, when testing equipment with a cycle of operation of less than 2 h and which is not normally used continuously.

NOTE For example, in the case of equipment with a cycle of operation lasting 45 min, five consecutive P_{st} values are measured during a total period of 50 min, and the remaining seven P_{st} values in the 2 h observation period are deemed to be zero.

6.6 General test conditions

The test conditions for the measurement of voltage fluctuations and flicker are given below. For equipment not mentioned in Annex A, controls or automatic programs shall be set to produce the most unfavourable sequence of voltage changes, using only those combinations of controls and programmes which are mentioned by the manufacturer in the instruction manual, or are otherwise likely to be used.

The equipment shall be tested in the condition in which it is supplied by the manufacturer. Preliminary operation of motor drives may be needed before the tests to ensure that results corresponding to those of normal use are obtained.

NOTE Operating conditions include mechanical and/or electrical loading conditions.

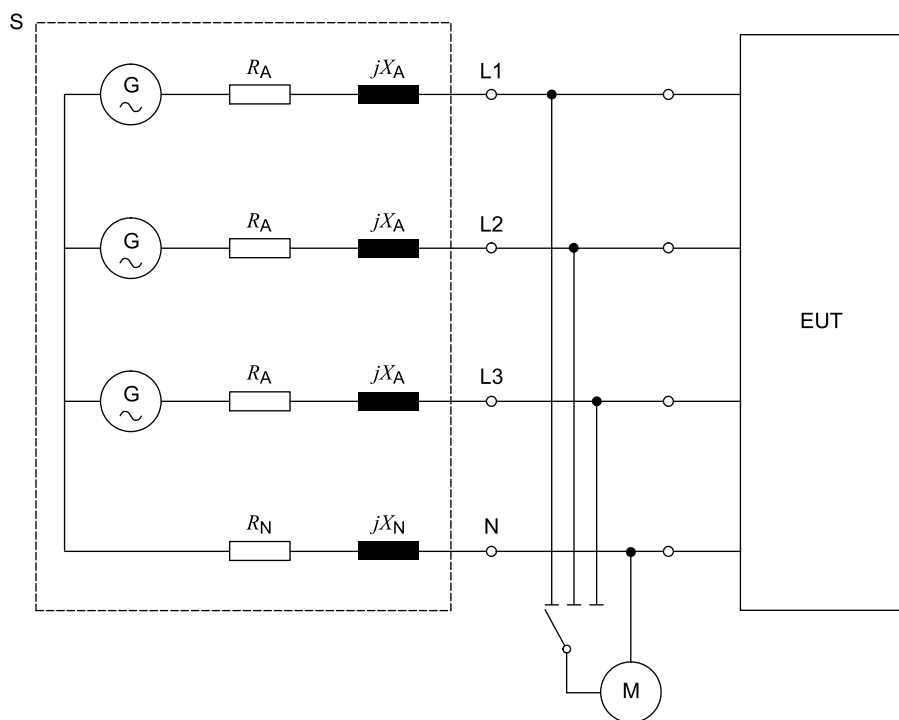
For motors, locked-rotor measurements may be used to determine the largest r.m.s. voltage change, d_{max} , occurring during motor starting.

For equipment having several separately controlled circuits, the following conditions apply:

- each circuit shall be considered as a single item of equipment if it is intended to be used independently, provided that the controls are not designed to switch at the same instant;
- if the controls of separate circuits are designed to switch simultaneously, the group of circuits so controlled are considered as a single item of equipment.

For control systems regulating part of a load only, the voltage fluctuations produced by each variable part of the load alone shall be considered.

Detailed type test conditions for some equipment are given in Annex A.



IEC 945/13

Key

G voltage source in accordance with 6.3.

EUT equipment under test

M measuring equipment

S supply source consisting of the supply voltage generator G and reference impedance Z with the elements:

$$R_A = 0,24 \, \Omega; \quad jX_A = 0,15 \, \Omega \text{ at } 50 \, \text{Hz};$$

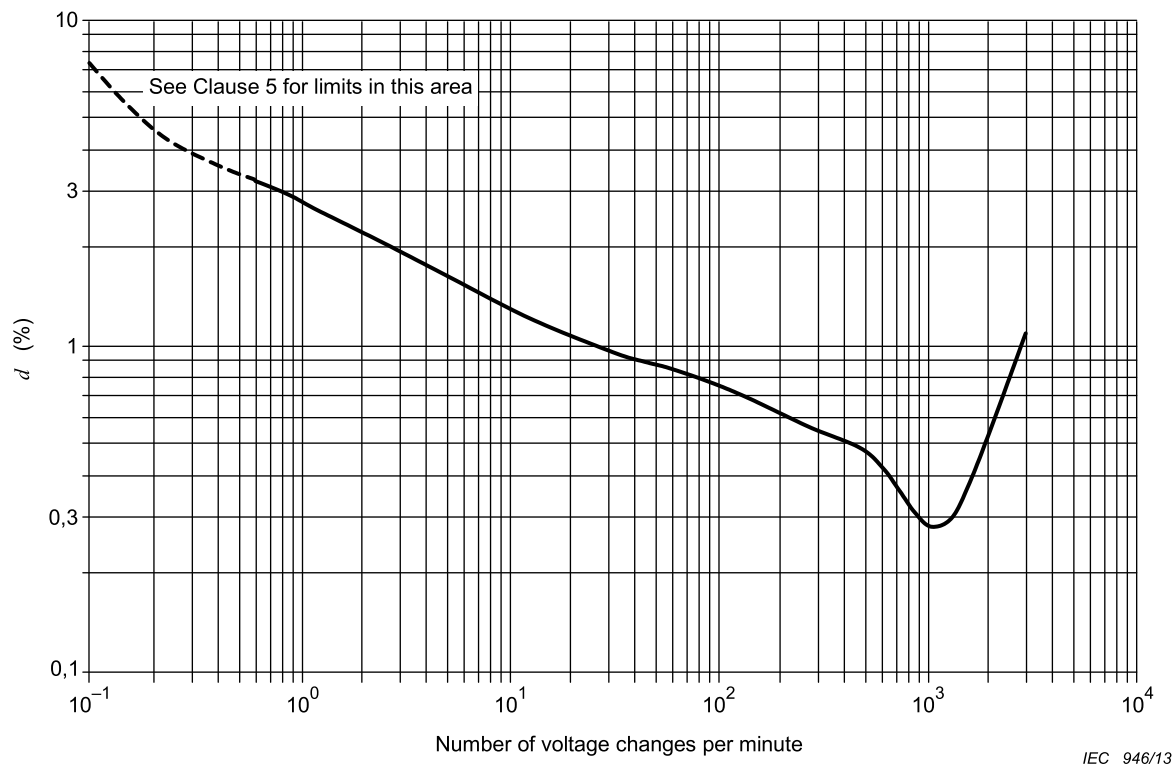
$$R_N = 0,16 \, \Omega; \quad jX_N = 0,10 \, \Omega \text{ at } 50 \, \text{Hz}.$$

NOTE 1 The elements include the actual generator impedance.

NOTE 2 When the source impedance is not well defined, see 6.2.

NOTE 3 In general, three-phase loads are balanced, and R_N and X_N can be neglected, as there is no current in the neutral wire.

Figure 1 – Reference network for single-phase and three-phase supplies derived from a three-phase, four-wire supply



NOTE 1 1 200 voltage changes per minute give a 10 Hz flicker.

NOTE 2 Annex D includes a numerical table corresponding to Figure 2, taken from IEC/TR 61000-3-7:2008.

Figure 2 – Curve for $P_{st} = 1$ for rectangular equidistant voltage changes

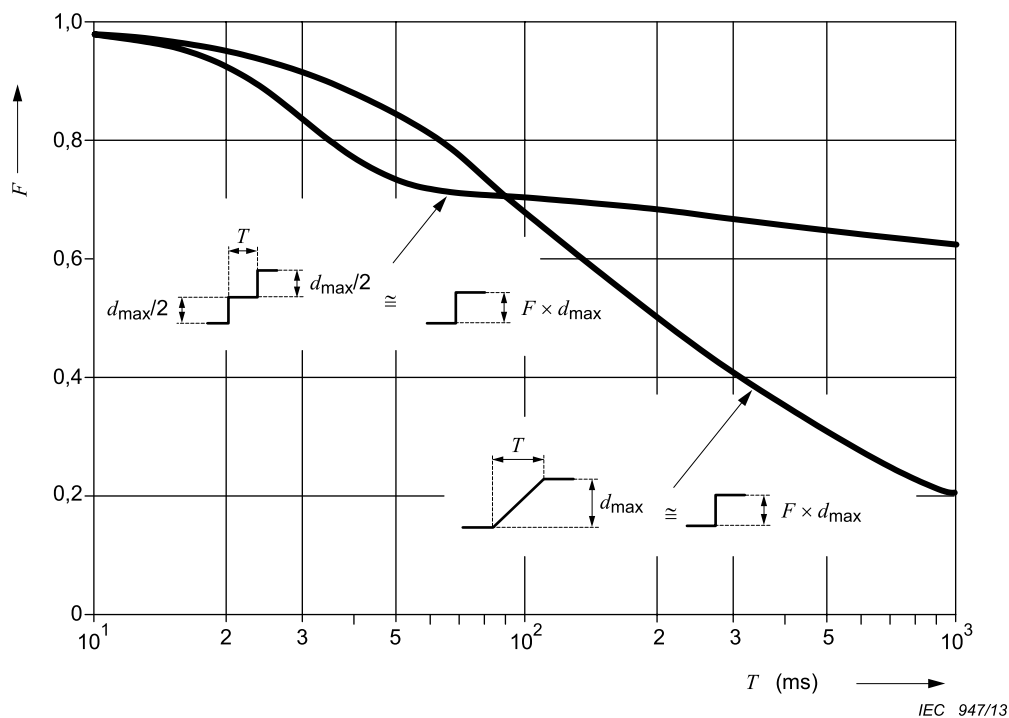


Figure 3 – Shape factors F for double-step and ramp-voltage characteristics

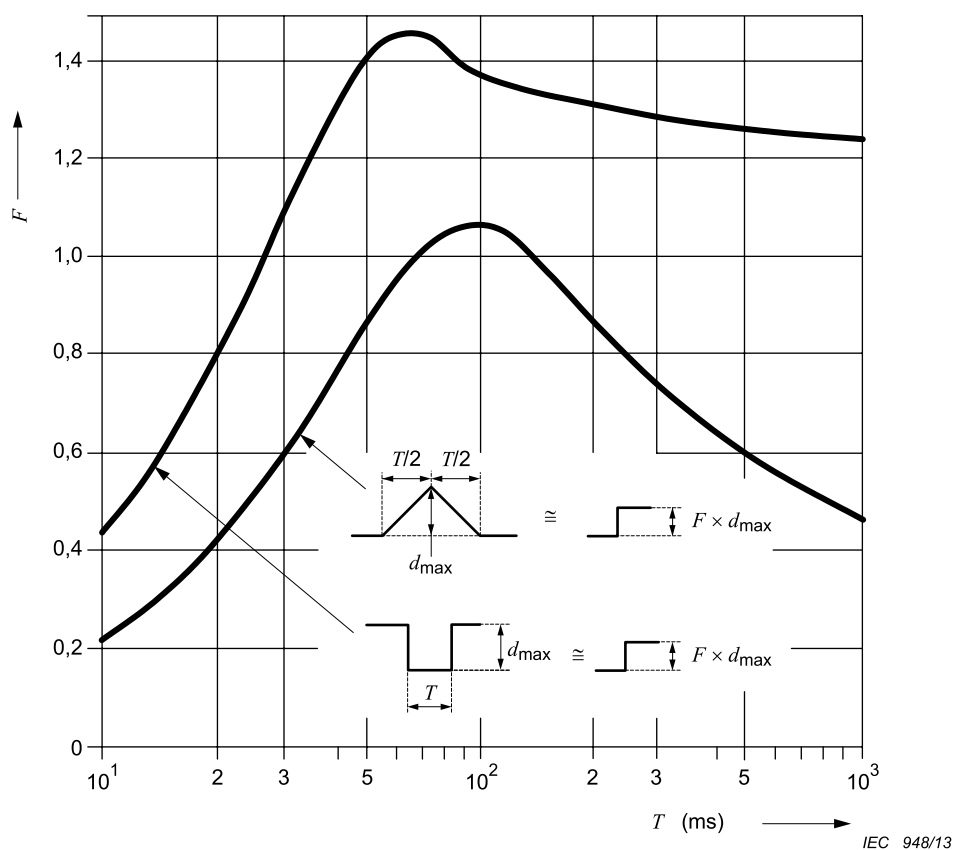
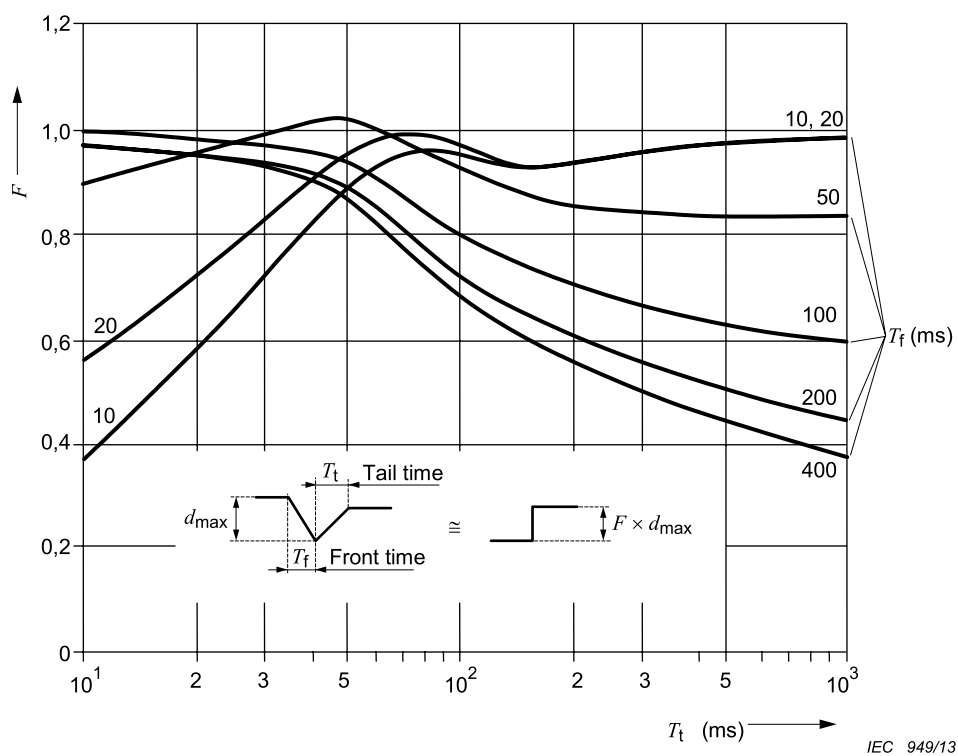


Figure 4 – Shape factors F for rectangular and triangular voltage characteristics



NOTE $T_t = t_3 - t_2$, $T_f = t_2 - t_1$ (see Figure C.1).

Figure 5 – Shape factor F for motor-start voltage characteristics having various front times

Annex A (normative)

Application of limits and type test conditions for specific equipment

A.1 Test conditions for cookers

A.1.1 General

For cookers designed for use in domestic premises, the evaluation of P_{lt} shall not be required. The tests of P_{st} shall be performed at steady-state temperature conditions, unless stated otherwise.

Each heater shall be tested separately as follows.

A.1.2 Hotplates

Hotplates shall be tested using standard saucepans with diameter, height and water quantity as follows:

Table A.1 – Test conditions for hotplates

Diameter of the hotplate mm	Height of the pot mm	Quantity of water g
145	about 140	1 000 ± 50
180	about 140	1 500 ± 50
220	about 120	2 000 ± 50

Losses by evaporation shall be compensated for during the time of measurement.

In all of the following tests the hotplate shall comply with the limits given in Clause 5.

- a) Boiling temperature range: set the control to the position where the water just boils. The test is made five times and the mean value of the test results calculated.
- b) Frying temperature range: fill the pot, without a lid, with silicone oil to 1,5 times the quantity of water shown in Table A.1. Set the control to a temperature of 180 °C measured by a thermocouple in the geometric centre of the oil.
- c) Total range of power settings: the total power range shall be checked continuously during a 10 min observation period. If control switches have discrete stages, test all stages up to a maximum of 20 stages. If there are no discrete stages, divide the total range into 10 equally spaced steps. The measurements shall then be made starting at the highest power stage.
- d) Area cooking plates, which automatically configure cooking zones out of multiple small hotplates or induction coils, are tested with the biggest saucepan from Table A.1 placed in the geometric center of the cooking area.

A.1.3 Baking ovens

The oven shall be tested empty with the door closed. Adjust the control so that a thermocouple fixed in the geometric centre measures a mean temperature of 220 °C for conventional ovens and 200 °C for hot air ovens.

A.1.4 Grills

The grill shall be tested empty with the door closed, if not otherwise stated by the manufacturer. If a control is available it shall be set to the lowest, the medium and the highest setting for grilling operation, and the worst result recorded.

A.1.5 Baking oven/grill combinations

The oven/grill combination shall be tested empty with the door closed. Adjust the control so that a thermocouple fixed in the geometric centre measures a mean temperature of 250 °C, or the available temperature closest to this value.

A.1.6 Microwave ovens

The microwave oven or the microwave function of a combination oven shall be tested using a load comprising a glass bowl containing 1 000 g $\pm$ 50 g of water. The tests shall be performed at the lowest, the medium and a third stage which is the highest adjustable power less than or equal to 90 % of the maximum power and the worst result recorded.

A.2 Test conditions for lighting equipment

The following test conditions shall apply to equipment with a primary function of generating and/or regulating and/or distributing optical radiation by means of incandescent or discharge lamps or LEDs.

Such equipment shall be tested with a lamp of that power for which the equipment is rated. If lighting equipment includes more than one lamp, all lamps shall be in use.

P_{st} and P_{lt} evaluations are required only for lighting equipment which is likely to produce multiple voltage fluctuations which in turn can cause flicker of other lighting equipment, for example due to fast varying or switching of significant loads inside the lighting equipment.

No limits shall apply to individual lamps, for example self ballasted lamps, incandescent light bulbs and fluorescent tubes.

Incandescent lamp luminaires with ratings less than or equal to 1 000 W and discharge and LED lamp luminaires with ratings less than or equal to 600 W, are deemed to comply with the d_c , d_{max} and T_{max} limits in this standard and are not required to be tested.

Ballasts are deemed to be part of luminaires and are not required to be tested.

A.3 Test conditions for washing machines

The washing machine shall be tested during a complete laundry program incorporating the normal wash-cycle, filled with the rated load of double hemmed, pre-washed cotton cloths, size approximately 70 cm $\times$ 70 cm, dry weight from 140 g/m² to 175 g/m².

The temperature of the fill water shall be:

- 65 °C $\pm$ 5 °C for washing machines without heater elements and intended for connection to a hot water supply;
- 15 °C + 10 °C, – 5 °C for other washing machines.

For washing machines with a programmer, the 60 °C cotton programme without pre-wash, if available, shall be used, otherwise the regular wash programme without pre-wash shall be used. If the washing machine contains heating elements which are not controlled by the programmer, the water shall be heated to 65 °C $\pm$ 5 °C before starting the first wash period.

If the washing machine contains heating elements and does not incorporate a programmer, the water shall be heated to $90\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ or lower if steady conditions are established, before starting the first wash period.

Neglect simultaneous switching of heater and motor in the evaluation of d_c , $d_{\max}$ and $T_{\max}$.

P_{st} and P_{lt} shall be evaluated. When calculating P_{lt} , due account shall be taken of operating time of the washing machine. See 6.5.

A.4 Test conditions for tumbler dryers

The tumble dryer shall be operated with the drum filled with textile material having a mass in the dry condition of 50 % of the maximum load stated in the instruction for use.

The textile material consists of pre-washed double-hemmed cotton sheets, approximately $70\text{ cm} \times 70\text{ cm}$, having a mass between 140 g/m^2 and 175 g/m^2 in the dry condition. The material shall be soaked with water having a temperature of $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and a mass of 60 % of that of the textile material.

If a control of the drying degree is available, the test shall be performed at the maximum and minimum settings.

P_{st} and P_{lt} shall be evaluated.

A.5 Test conditions for refrigerators

Refrigerators shall operate continuously with the door closed. Adjust the thermostat to the mid-value of the adjusting range. The cabinet shall be empty and not heated. The measurement shall be made after a steady state has been reached. P_{st} and P_{lt} shall not be evaluated.

A.6 Test conditions for copying machines, laser printers and similar appliances

The appliance shall be tested for P_{st} at the maximum rate of copying. The original to be copied/printed is white blank paper and the copy paper shall have a weight of 80 g/m^2 if not otherwise stated by the manufacturer.

Obtain the P_{lt} value in the stand-by mode.

A.7 Test conditions for vacuum cleaners

For vacuum cleaners, P_{st} and P_{lt} shall not be evaluated.

A.8 Test conditions for food mixers

For food mixers, P_{st} and P_{lt} shall not be evaluated.

A.9 Test conditions for portable tools

For portable tools, P_{lt} shall not be evaluated. For portable tools without heating elements, P_{st} shall not be evaluated. For portable tools with heating elements, P_{st} shall be evaluated as follows.

Switch on the tool and allow to operate continuously for 10 min, or until it switches off automatically, in which case 6.5 applies.

A.10 Test conditions for hairdryers

For hand-held hairdryers, P_{lt} shall not be evaluated. To evaluate P_{st} , switch on the hairdryer and allow to operate continuously for 10 min or until it switches off automatically, in which case 6.5 applies.

For hairdryers incorporating a power range, check the total power range continuously during a 10 min observation period. If control switches have discrete stages, all stages shall be tested up to a maximum of 20 stages. If there are no discrete stages, divide the total range into 10 equally spaced steps. The measurements shall then be made, starting with the highest power stage.

A.11 Test conditions for television sets, audio-equipment, computers, DVDs and similar electronic equipment

Such equipment, intended for use by residential consumers, shall be tested to prove compliance only with the appropriate d_{max} limit in Clause 5 if no other special test conditions in Annex A are applicable.

A.12 Test conditions for direct water heaters

For direct water heaters without electronic controls, evaluate d_c only by switching the heater on and off (sequence 0 – P_{max} – 0).

For direct water heaters with electronic controls, the output temperature of the water shall be chosen such that, by varying the water flow-rate, all electric power consumption rates between P_{min} and P_{max} can be produced. P_{max} is defined as the maximum power which can be chosen, and $P_{min} > 0$ is defined as the minimum power which can be chosen.

NOTE 1 For some appliances, the maximum power P_{max} which can be chosen can be less than the rated power.

The set temperature value shall be kept unchanged during the total test.

Starting from the water flow-rate demand for maximum power consumption, P_{max} , reduce the rate of flow in 20 approximately equal steps to minimum power consumption, P_{min} .

Then, in another 20 approximately equal steps, increase the water flow-rate again to power consumption P_{max} . For each of these 40 stages the $P_{st,i}$ value shall be evaluated; the measurements start when the steady state is reached, that is, about 30 s after changing the water flow-rate.

NOTE 2 It can be sufficient to calculate $P_{st,i}$ value on the base of a measurement period of only 1 min.

Additionally, the flicker $P_{st,z}$ caused by switching the heater on and off shall be measured within a 10 min interval. In this interval, the power consumption shall be changed twice in the

quickest possible way between the stages $P = 0$ and $P = P_{\max}$ (sequence $0 - P_{\max} - 0 - P_{\max} - 0$).

The duty cycle of the heater shall be 50 %, that is $P_{\max}$ during 5 min.

Evaluate the resultant P_{st} values by:

$$P_{\text{st}} = \left(P_{\text{st},z}^3 + \frac{1}{40} \cdot \sum_{i=1}^{i=40} (P_{\text{st},i})^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

and compare against the limit value in Clause 5.

P_{lt} shall not be evaluated.

A.13 Test conditions for audio-frequency amplifiers

Audio amplifiers shall be tested under the same operating conditions as are specified in Clause C.3 of IEC 61000-3-2:2009.

A.14 Test conditions for air conditioners, dehumidifiers, heat pumps, and commercial refrigerating equipment

Operate the equipment until a steady-state condition has been established or for a minimum compressor run time of 30 min.

The ambient temperature for testing shall be $15\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for heating and $30\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for cooling or dehumidification.

Reverse cycle heat pumps shall be tested only in cooling mode.

$d_{\max}$ shall be evaluated in one of the following ways:

a) By direct measurement:

- turn the motor of the compressor off using the thermostat;
- turn the motor of the compressor on again using the thermostat after the minimum off-time prescribed in the user manual or allowed by the automatic control;
- repeat the off/on sequence 24 times and evaluate the results in accordance with Annex B. However, if the first test result is not within $\pm 10\%$ of the limit, the equipment may be assessed for compliance on the basis of this single result and the test may be terminated.

b) By the analytical method:

- using as starting current, the locked rotor current and power factor of the motor of the compressor and of any other loads (such as a fan motor) which are turned on less than 2 s before or after the motor of the compressor starts. This procedure separates the voltage changes.

P_{st} and P_{lt} shall be analytically evaluated using the number of cycles per hour declared by the manufacturer.

A.15 Test conditions for arc welding equipment and allied processes

A.15.1 General

For arc-welding equipment, attended whilst in use, and allied processes, $d_{\max}$ shall be evaluated against the 7 % limit in c) of Clause 5, using the test method given in Annex B.

Additionally, for equipment designed to be used for the Manual Metal Arc (MMA) process, P_{st} and d_c values shall be evaluated according to the procedures given in A.15.2.1 and A.15.3.1

For all tests, the voltage drop caused by the equipment under normal operating conditions at rated maximum output power shall be within 3 % to 5 % of the supply voltage.

Although the scope of this standard is limited to equipment with input current equal to or less than 16 A, these test conditions shall also be valid for equipment with input current greater than 16 A.

The following test conditions shall be applicable to welding equipment designed according to IEC 60974-1. Test conditions for other types of equipment are under consideration.

A.15.2 Evaluation of P_{st}

A.15.2.1 General

Tests to evaluate the P_{st} value for MMA welding equipment should be made using a test setup simulating welding with 3,25 mm basic electrodes. If the equipment under test (EUT) is not suitable for these electrodes ($I_{2\max} < 130$ A), parameters representing a 2,5 mm electrode shall be used.

Table A.2 – Electrode parameters

Diameter mm	Basic data				
	I_{nom} A	U_{nom} V	Drops l/min	t_{drop} ms	$R_{\text{short circuit}}$ mΩ
2,5	90	23,6	920	5,6	18
3,25	130	25,2	350	7,5	13

The value of the voltage change at the input terminals of the EUT, ΔU , which is crucial to the determination of P_{st} , shall be measured or calculated from input current measurements at the supply input terminals of the EUT using one of the following test procedures.

In all cases the arc-force dial, if it exists, shall be set to the medium position, and the connection to the dummy load should be made with two 3 m welding cables of 50 mm² Cu.

A.15.2.2 Test procedure A

This simple test procedure can give pessimistically high test results and may therefore also be used for preliminary testing.

The r.m.s. input current is measured firstly with the EUT loaded with a resistive load equivalent to the nominal output current and voltage and secondly loaded with the specified short-circuit resistance, $R_{\text{short circuit}}$ given in Table A.2. The difference of the measured r.m.s. input current values, ΔI_{input} , is used to derive ΔU_{hp} values in the evaluation process.

A.15.2.3 Test procedure B

This test procedure is more complicated than test A but it gives more realistic results.

The parameters given in Table A.2 shall be simulated by an electronically switched resistive load capable of changing from “nominal load” values to “short-circuit” values with the specified resistance for the specified droplet time at defined phase angles with respect to the input voltage.

The input current changes (10 ms r.m.s. samples) caused by these load-changes on the output shall be measured with dropstarts at zero-crossing and delays of 2 ms, 4 ms, 6 ms and 8 ms. The average arithmetical value of the resulting current changes shall be used in the evaluation process.

A.15.2.4 P_{st} evaluation process

The P_{st} of the EUT shall be calculated by use of the following equation:

$$P_{st} = 0,365 \Delta U \times Fr^{0,31} R$$

where

$$\Delta U = \Delta I_{input} Z_{ref} \times 100 / U_n \%;$$

F is the shape factor, depending on the shape of the voltage change characteristic; for MMA welding $F = 1,0$;

r is the frequency of the voltage changes per minute;

R is a coefficient depending on the repetition frequency, values of which are presented in Table A.3.

Table A.3 – Frequency factor R related to repetition rate “ r ”

r in voltage changes per minute	R	r in voltage changes per minute	R
0,2	0,98	2	0,99
0,3	1,03	3	1,00
0,4	1,02	4	1,00
0,5	1,00	5	1,03
0,6	1,00	6	1,02
0,7	1,02	7	1,02
0,8	1,00	8	1,03
0,9	1,00	9	1,03
1,0	1,00	10	1,08

NOTE In practice the MMA welding process is composed of workpiece preparation, welding time, time to work on the seam and time to change electrodes. Therefore, the estimated time of use during which voltage changes are produced is only 2,5 min in every 10 min period represented by a duty cycle of 0,25; the value of r for this typical operation is 0,2 changes/minute as only the voltage changes at the start and finish of a period of continuous welding are significant.

The result shall comply with the limit in Clause 5. If the limit is exceeded, the equipment cannot be declared compliant with this part of IEC 61000 and the procedure according to IEC 61000-3-11 shall be applied.

A.15.3 Test procedure for d_c

A.15.3.1 General

The r.m.s. input current shall be measured firstly with the EUT loaded with a resistive load equivalent to the rated maximum output current and voltage and secondly with a load equivalent to idling conditions. The difference between the r.m.s. input current values shall be used in the evaluation process.

A.15.3.2 Evaluation of d_c

d_c shall be determined by application of the following equation:

$$d_c = \Delta I_{\text{input}} Z_{\text{ref}} \times 100 / U_n$$

The result shall comply with the limit in Clause 6. If the limit is exceeded, the equipment cannot be declared compliant with this part of IEC 61000 and the procedure according to IEC 61000-3-11 shall be applied.

Annex B (normative)

Test conditions and procedures for measuring $d_{\max}$ voltage changes caused by manual switching

B.1 Overview

The considerable variations in the designs and characteristics of manually operated switches cause wide variations in the results of voltage change measurements. A test procedure dependent on the actual operation of the EUT's manually operated switch is essential.

Therefore a statistical method shall be applied to the measurement of $d_{\max}$ in order to achieve repeatability of test results.

The procedure in Clause B.2 may also be used for the measurement of the parameters d_c and $T_{\max}$.

B.2 Procedure

The test procedure is the following:

- a) 24 measurements of inrush current data shall be carried out in the following order:
 - start a measurement;
 - switch on the EUT (to create a voltage change);
 - let the EUT operate as long as possible under normal operating conditions during a measuring time interval of 1 min;
 - switch off the EUT before the end of the 1 min measuring time interval and make sure that all moving parts inside the EUT come to standstill and that any $d_{\max}$ mitigation devices have had time to cool to the ambient temperature before the next measuring interval is started;
 - start the next measurement.
- NOTE The method of cooling can be natural or forced, and the cooling period is specified by the equipment manufacturer if desired.
- b) The final test result shall be calculated by deleting the highest and lowest results and take the arithmetical average of the remaining 22 values.

Annex C (informative)

Determination of steady state voltage and voltage change characteristics, as defined in IEC 61000-4-15:2010

C.1 Overview

The following explanations and descriptions are replicated from IEC 61000-4-15:2010, in order to assist the user of this standard by providing the information required to understand the assessment of directly measured parameters in this document. For those requiring more information regarding the exact functionality of the overall flickermeter, IEC 61000-4-15:2010 provides the details needed for a full understanding. In case of doubts, the definitions in IEC 61000-4-15:2010 overrule the definitions in Annex C. This is necessary, because this annex is not a direct copy but was slightly modified to improve the understanding outside its regular context.

The directly measured parameters (see the definitions in Clause 3 and also Clause C.2 below) are not a mandatory part of the flickermeter as defined in IEC 61000-4-15:2010, but they should be assessed for the purpose of compliance with the limits specified in Clause 6 of this standard. Because of differing interpretations resulting from an earlier edition of this standard, the directly measured parameters were defined in detail in IEC 61000-4-15:2010, so that evaluations using flickermeters complying with IEC 61000-4-15:2010 would yield consistent results.

While performing a voltage fluctuation and flicker test, two basic conditions are recognized, being periods where the voltage remains in steady state and periods where voltage changes occur. Proper definition of these conditions is mandatory to achieve consistent test results.

C.2 Terms and definitions

C.2.1

half period r.m.s. value of the voltage

U_{hp}

r.m.s. voltage of the mains supply voltage, determined over a half period, between consecutive zero crossings of the fundamental frequency voltage

C.2.2

half period r.m.s. value characteristics

$U_{hp}(t)$

characteristics vs. time of the half period r.m.s. value, determined from successive U_{hp} values

Note 1 to entry: See IEC 61000-4-15:2010, Annex B for more explanation.

C.2.3

relative half period r.m.s. value characteristics

$d_{hp}(t)$

characteristics vs. time of the half period r.m.s. values, expressed as a ratio of the nominal voltage U_n

$$d_{hp}(t) = U_{hp}(t)/U_n$$

C.2.4

steady state voltage change

$d_{c,i}$

value of the difference between two successive steady state values, normally expressed as a percent of U_n , i.e. $d_{\text{end},i-1} - d_{\text{start},i}$

Note 1 to entry: The polarity of change(s) in steady state condition(s) shall be indicated. As follows from the above formula, if the voltage decreases during a change characteristic, the resulting $d_{c,i}$ value is positive. If the voltage increases during a change characteristic the resulting $d_{c,i}$ value is negative.

C.2.5

maximum voltage change during a voltage change characteristic

$d_{\text{max},i}$

value of the maximum difference between the last steady state condition $d_{\text{end},i-1}$ and following $d_{\text{hp}}(t)$ values, observed during a voltage change characteristic, normally expressed as a percent of U_n

$$d_{\text{max},i} = \max (d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{hp}}(t))$$

Note 1 to entry: The $d_{\text{max},i}$ evaluation ends as soon as a new steady state condition is established, or at the end of the observation period. The polarity of change(s) shall be indicated. As follows from the above formula, if the maximum voltage deviation is observed during a reduction in voltage versus $d_{\text{end},i-1}$ the resulting $d_{\text{max},i}$ value is positive. If the maximum voltage deviation is observed during a voltage increase with respect to the previous $d_{\text{end},i-1}$ the resulting $d_{\text{max},i-1}$ value is negative.

C.2.6

maximum steady state voltage change during an observation period

d_c

highest absolute value of all $d_{c,i}$ values, observed during an observation period:

$$d_c = \max_i (|d_{c,i}|)$$

C.2.7

maximum absolute voltage change during an observation period

d_{max}

highest absolute value of all $d_{\text{max},i}$ values, observed during an observation period:

$$d_{\text{max}} = \max_i (|d_{\text{max},i}|)$$

C.2.8

voltage deviation

$d(t)$

deviation of actual $d_{\text{hp}}(t)$ from the previous $d_{\text{end}, i-1}$ inside a voltage change characteristic, expressed as a percentage of U_n :

$$d(t) = d_{\text{end},i-1} - d_{\text{hp}}(t)$$

Note 1 to entry: Polarity is optional. If polarity is shown, a voltage drop is considered to be a positive value.

C.3 Steady state voltage, and voltage change characteristics

A steady state condition exists when the half period r.m.s. voltage U_{hp} remains within the specified tolerance band of $\pm 0,2 \%$ for a minimum of 100 half cycles of the fundamental frequency (50 Hz).

At the beginning of the test, the average r.m.s. voltage, as measured during the last second preceding the test observation period, shall be used as the starting reference value for d_c , and $d_{hp}(t)$ calculations, as well as for the purpose of d_{max} , and $d(t)$ measurements. In the event that no steady state condition during a given test is established, the parameter d_c shall be reported to be zero.

As the measurement during a test progresses, and a steady state condition is established and remains present, the sliding 1 second average value $U_{hp,avg}$ of U_{hp} is determined, i.e. the last 100 values of U_{hp} are used to compute $U_{hp,avg}$. This value $U_{hp,avg}$ is subsequently used to determine whether or not the steady state condition continues, and it is also the reference for the determination of d_c , d_{max} and T_{max} in the event that a voltage change occurs.

For the determination of a new steady state condition $d_{c,i}$ after a voltage change has occurred, a first value $d_{start,i} = d_{hp}(t = t_{start})$ is used. Around this value a tolerance band of $\pm 0,002 U_n$ ($\pm 0,2\%$ of U_n) is determined. The steady state condition is considered to be present if $U_{hp}(t)$ does not leave the tolerance band for 100 half consecutive periods of the fundamental frequency.

NOTE The use of this $U_{hp,avg}$ parameter prevents that very slowly changing line voltages trigger a d_c or d_{max} evaluation, while minimizing deviations of up to 0,4 % of U_n (+ 0,2 % and – 0,2 %) between two measuring instruments.

The steady state condition ends when a subsequent value $U_{hp}(t = t_x)$ exceeds the tolerance band: $d_{hp}(t = t_x) > d_{hp,avg} + 0,002$ or $d_{hp}(t = t_x) < d_{hp,avg} - 0,002$.

The last value within the tolerance band is denoted as: $d_{end,i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. The value $d_{hp}(t = t_x)$ is used as the starting value for the determination of the next steady state condition $d_{c,i+1} = d_{start, i+1}$.

If any value $d_{hp}(t > t_x)$ fails the tolerance band prior to the required 100 half periods for establishing steady state, this new U_{hp} is used as the starting value for the determination of the next steady state condition $d_{c,i+1}$. Thus, a new steady state condition is present the instant $U_{hp,avg}$ can be determined.

C.4 Pictorial description of the directly measured parameters d_c , $d(t)$, d_{max} , and T_{max}

The directly measured parameters d_c , d_{max} and T_{max} , are compared against the limit values specified in Clause 5. The examples in Annex C are intended to assist the user of this standard in understanding how the directly measured parameter values are assessed, and thus compared against the limits.

The Tables C.1 and C.2 describe pictorially the test specifications for $d_c - d_{max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$. These tables have been taken from IEC 61000-4-15: 2010. The parameter $t_{d(t)} > 3,3 \%$ has been given the name T_{max} in this document (see 3.5).

Table C.1 – Test specification for $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(from Table 12 of IEC 61000-4-15: 2010)

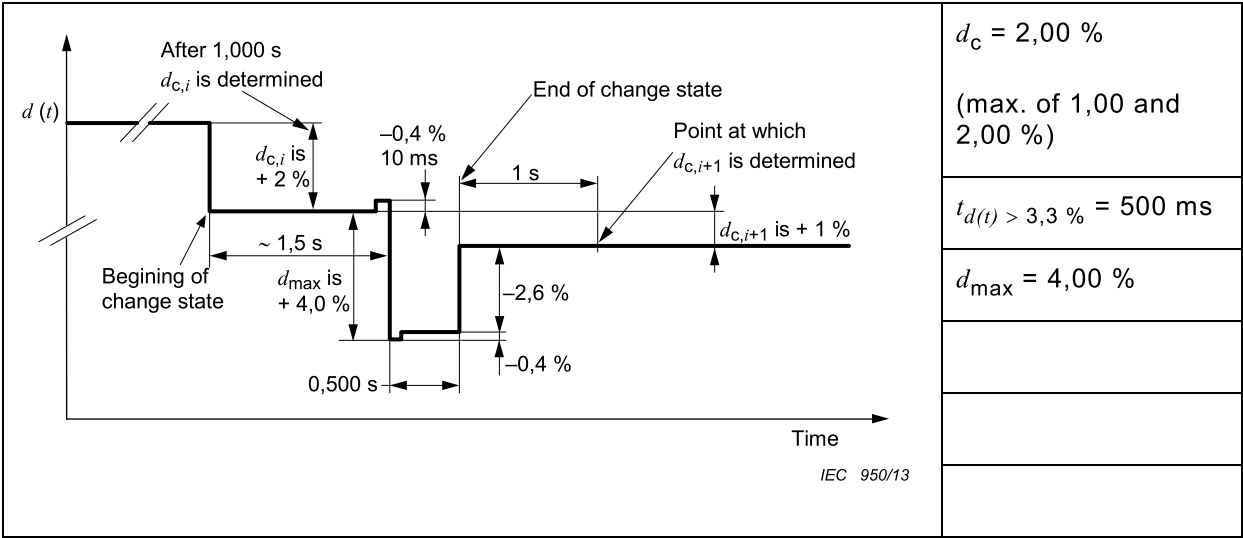
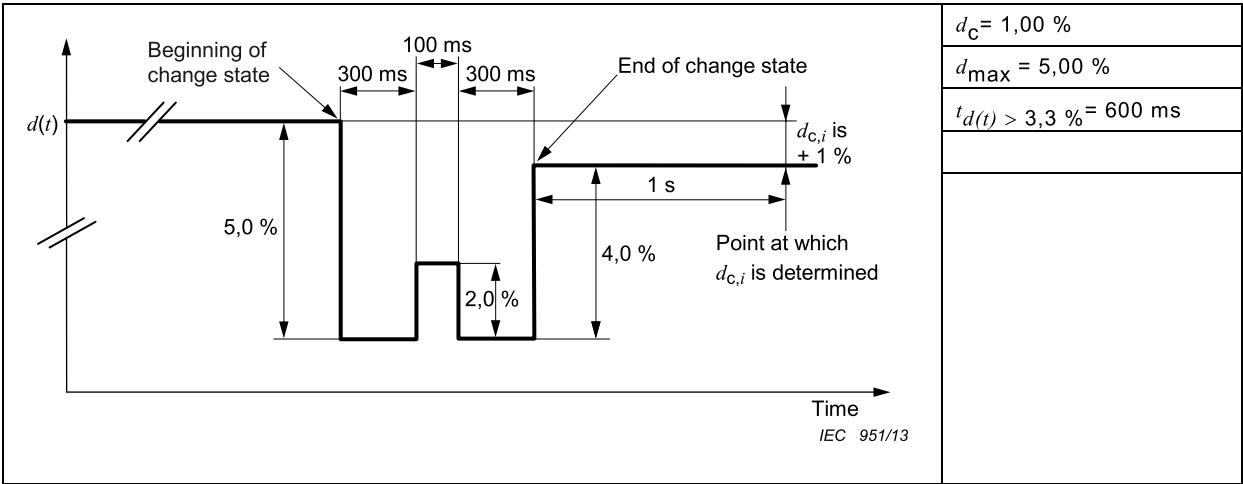
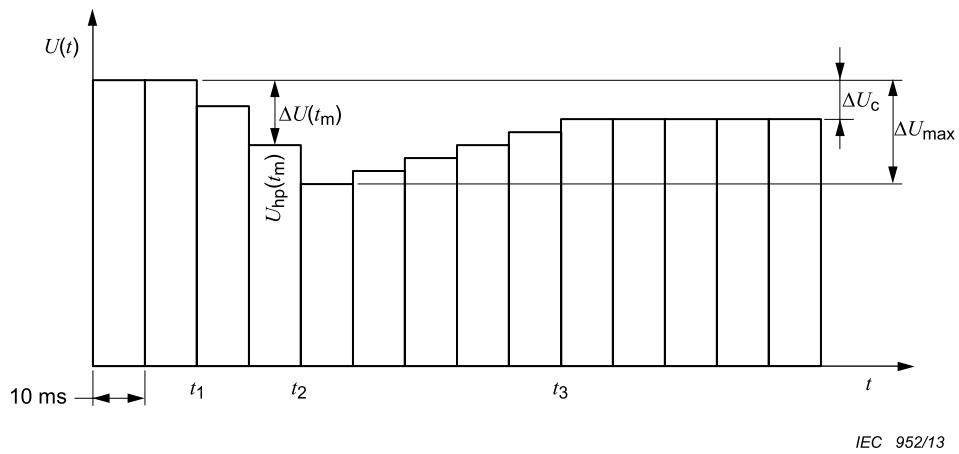


Table C.2 – Test specification for $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(from Table 13 of IEC 61000-4-15: 2010)





NOTE Front time $T_f = t_2 - t_1$
Tail time $T_t = t_3 - t_2$,
(see Figure 5)

Figure C.1 – Evaluation of $U_{hp}(t)$

Annex D (informative)

Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{st} = 1,0$ at output [IEC/TR 61000-3-7:2008]

Table D.1 – Input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for $P_{st} = 1,0$ at output

Fluctuation rate (<i>r</i>) changes/min	Voltage fluctuation %		Fluctuation rate (<i>r</i>) changes/min	Voltage fluctuation %	
	120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz System		120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz system
0,1	8,202	7,4	176	0,739	0,64
0,2	5,232	4,58	273	0,65	0,56
0,4	4,062	3,54	375	0,594	0,5
0,6	3,645	3,2	480	0,559	0,48
1	3,166	2,724	585	0,501	0,42
2	2,568	2,211	682	0,445	0,37
3	2,25	1,95	796	0,393	0,32
5	1,899	1,64	1 020	0,35	0,28
7	1,695	1,459	1 055	0,351	0,28
10	1,499	1,29	1 200	0,371	0,29
22	1,186	1,02	1 390	0,438	0,34
39	1,044	0,906	1 620	0,547	0,402
48	1	0,87	2 400	1,051	0,77
68	0,939	0,81	2 875	1,498	1,04
110	0,841	0,725			
NOTE 1 Two consecutive voltage changes (one positive and one negative) constitute one “cycle”, i.e. two voltage changes per second correspond to a 1 Hz fluctuation.					
NOTE 2 These curves are based on 60 W incandescent lighting. While other lighting equipment can give different results, these curves are adopted as reference to allow consistent evaluations across a wide variety of situations.					
NOTE 3 Different versions of this table exist in the literature with very minor differences.					

Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC/TR 61000-3-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
INTRODUCTION	40
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives	41
3 Termes et définitions	42
4 Détermination des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement (flicker)	44
4.1 Détermination en valeur relative d'une variation de tension, $d(t)$	44
4.2 Evaluation de la valeur du papillotement de courte durée, P_{st}	45
4.2.1 Généralités	45
4.2.2 Flickermètre	45
4.2.3 Méthodes de simulation	45
4.2.4 Méthode analytique	45
4.2.5 Utilisation de la courbe $P_{st} = 1$	46
4.3 Evaluation de la valeur du papillotement de longue durée, P_{lt}	46
5 Limites	46
6 Conditions d'essai	47
6.1 Généralités	47
6.2 Incertitude de mesure	48
6.3 Tension d'alimentation d'essai	49
6.4 Impédance de référence	49
6.5 Période d'observation	49
6.6 Conditions générales d'essai	49
Annexe A (normative) Application des limites et conditions d'essai type pour équipements particuliers	54
Annexe B (normative) Conditions et procédures pour la mesure des variations de tension d_{max} dues à une commutation manuelle	62
Annexe C (informative) Détermination de la tension permanente et des caractéristiques de variation de tension, telles que définies dans l'IEC 61000-4-15:2010	63
Annexe D (informative) Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en entrée correspondant à un niveau $P_{st} = 1,0$ en sortie [IEC/TR 61000-3-7:2008]	68
Bibliographie	69
Figure 1 – Réseau de référence pour alimentations monophasées et triphasées dérivées d'une alimentation triphasée, quatre conducteurs	51
Figure 2 – Courbe pour $P_{st}=1$ des variations de tension rectangulaires équidistantes	52
Figure 3 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques de tension en double échelon et en rampe	52
Figure 4 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques rectangulaires et triangulaires	53
Figure 5 – Facteurs de forme F des caractéristiques de tension de démarrage de moteurs pour différents temps de front	53
Figure C.1 – Évaluation de $U_{hp}(t)$	67
Tableau 1 – Méthodes d'évaluation	45

Tableau A.1 – Conditions d'essai pour les plaques chauffantes	54
Tableau A.2 – Paramètres de l'électrode.....	60
Tableau A.3 – Facteur de fréquence R lié aux taux de répétition « r »	61
Tableau C.1 – Spécifications d'essais pour $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (extrait du Tableau 12 de l'IEC 61000-4-15:2010).....	66
Tableau C.2 – Spécifications d'essais pour $d_C - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$ (extrait du Tableau 13 de l'IEC 61000-4-15:2010).....	66
Tableau D.1 – Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en entrée correspondant à un niveau $P_{St} = 1,0$ en sortie	68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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**

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

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

Cette version consolidée de l'IEC 61000-3-3 porte le numéro d'édition 3.1. Elle comprend la troisième édition (2013-05) [documents 77A/809/FDIS et 77A/816/RVD] et son amendement 1 (2017-05) [documents 77A/952/FDIS et 77A/960/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61000-3-3 a été établie par le sous-comité 77A: CEM – Phénomènes basse fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique.

La présente norme constitue la partie 3-3 de la série de normes IEC 61000. Elle a le statut d'une norme de famille de produit.

Cette troisième édition constitue une révision technique.

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

a) Cette édition prend en compte les changements effectués dans l'IEC 61000-4-15:2010.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61000, publiées sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

L'IEC 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties conformément à la structure suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des comités de produit)

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 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en sections qui seront publiées soit comme Normes internationales, soit comme Rapports techniques.

Ces normes et rapports seront publiés chronologiquement et numérotés en conséquence.

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61000 traite des limitations des fluctuations de tension et du papillotement (flicker) appliquées sur le réseau de distribution public basse tension.

Elle spécifie les limites des variations de tension pouvant être produites par un équipement essayé dans des conditions spécifiées et formule des recommandations pour les méthodes d'évaluation.

La présente partie de l'IEC 61000 s'applique aux matériels électriques et électroniques ayant un courant appelé inférieur ou égal à 16 A par phase et destinés à être raccordés à des réseaux publics de distribution basse tension présentant une tension nominale phase-neutre comprise entre 220 V et 250 V à 50 Hz et non soumis à un raccordement conditionnel.

Les matériels qui ne sont pas conformes aux limites indiquées dans cette partie de l'IEC 61000 lorsqu'ils sont soumis à essai sur l'impédance de référence Z_{ref} de 6.4, et qui de ce fait ne peuvent être déclarés conformes à cette partie, peuvent être à nouveau soumis à essai ou évalués pour démontrer la conformité aux exigences de l'IEC 61000-3-11, qui s'appliquent aux matériels ayant un courant appelé assigné ≤ 75 A par phase et soumis à un raccordement conditionnel.

Les essais effectués selon la présente partie sont des essais types. Les conditions d'essai pour des équipements particuliers sont données en Annexe A, et les circuits d'essai sont indiqués en Figure 1.

NOTE 1 Les limites mentionnées dans la présente norme concernent les variations de tension rencontrées par les consommateurs connectés au point de raccordement entre le réseau public d'alimentation basse tension et les matériels de l'installation de l'utilisateur. Par conséquent, il est possible que des perturbations dépassant les limites aient lieu si l'impédance d'alimentation aux bornes d'alimentation de l'appareil connecté à l'intérieur de l'installation de l'utilisateur est supérieure à l'impédance d'essai.

NOTE 2 Les limites de la présente norme sont principalement fondées sur la sévérité subjective du papillotement provenant de la lumière émise par une lampe à filament bi-spiralé de 230 V 60 W soumise à des fluctuations de la tension d'alimentation. Pour les réseaux dont la tension nominale phase-neutre est inférieure à 220 V et/ou la fréquence est de 60 Hz, les limites et les valeurs de référence du circuit sont à l'étude.

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).

IEC/TR 60725, *Etude 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*

IEC 60974-1, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 1: Sources de courant de soudage*

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

IEC 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*

IEC 61000-4-15:2010, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

flicker

papillotement

impression d'instabilité de la sensation visuelle due à un stimulus lumineux dont la luminance ou la répartition spectrale fluctue dans le temps

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-13]

3.2

caractéristique de la variation de tension

$d(t)$

fonction temporelle de la variation de tension efficace relative évaluée comme valeur unique pour chaque demi-période consécutive comprise entre les passages par zéro de la tension source, à l'exception des intervalles de temps dont la tension est en régime permanent pendant au moins 1 s

Note 1 à l'article: Pour des informations détaillées concernant l'évaluation d'une caractéristique de variation de tension et la définition du régime permanent, voir Annexe C et l'IEC 61000-4-15:2010.

3.3

d_c

variation maximale de tension permanente au cours d'une période d'observation

Note 1 à l'article: Pour des informations détaillées concernant les calculs de d_c voir l'Annexe C et l'IEC 61000-4-15:2010.

3.4

$d_{\max}$

valeur absolue maximale des variations de tension au cours d'une période d'observation

Note 1 à l'article: Pour des informations détaillées concernant les calculs de $d_{\max}$ voir l'Annexe C et l'IEC 61000-4-15:2010.

3.5

$T_{\max}$

durée maximale au cours de la période d'observation où l'écart de tension $d(t)$ dépasse la limite pour d_c

Note 1 à l'article: Au cours d'une variation de tension, la durée $T_{\max}$ est cumulée jusqu'à ce qu'un nouveau régime permanent soit établi.

Note 2 à l'article: L'évaluation de la limite de la valeur $T_{\max}$ dans la présente norme est généralement destinée à évaluer l'appel de courant de l'appareil en essai. Ainsi, dès qu'un nouveau régime permanent est établi,

l'évaluation de la valeur $T_{\max}$ prend fin. Lorsqu'une nouvelle variation de tension dépassant la valeur limite pour d_c se produit, une nouvelle évaluation de la valeur $T_{\max}$ est lancée. La durée maximale, pendant laquelle $d(t)$ dépasse la valeur limite pour d_c pour toute évaluation de la valeur $T_{\max}$ au cours de la période d'observation, est utilisée pour la comparaison avec la limite sur $T_{\max}$ et consignée pour l'essai.

3.6

Tension nominale d'essai

U_n

tension nominale d'essai, utilisée pour calculer les pourcentages relatifs aux divers paramètres directement mesurés

Note 1 à l'article: Si aucun régime permanent n'est établi au cours de la période d'observation, U_n est utilisé pour le calcul de $d_{\max}$ et de $T_{\max}$.

Note 2 à l'article: U_n n'est pas nécessairement égale à la tension nominale du réseau public d'alimentation.

3.7

P_{st}

sévérité du papillotement de courte durée

Note 1 à l'article: Sauf spécification contraire, la durée d'évaluation de P_{st} est de 10 minutes. Pour les besoins d'enquêtes et d'études sur la qualité de l'alimentation électrique, d'autres intervalles de temps peuvent être utilisés et doivent être définis dans l'index. Par exemple, il convient qu'un intervalle de 1 minute soit écrit de la manière suivante: $P_{st,1min}$.

3.8

P_{lt}

sévérité du papillotement de longue durée

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{st,i}^3}{N}}$$

où $P_{st,i}$ ($i = 1, 2, 3, \dots$) sont des valeurs consécutives de la sévérité de courte durée P_{st}

Note 1 à l'article: Sauf spécification contraire, P_{lt} est calculé sur des périodes T_{long} distinctes. A chaque fois que la période T_{long} s'achève, un nouveau calcul de P_{lt} commence.

3.9

flickermètre

appareil destiné à mesurer une grandeur représentative du phénomène de papillotement

Note 1 à l'article: Les mesures sont, normalement, P_{st} et P_{lt} et elles peuvent également comprendre les paramètres directement mesurés spécifiés en 3.2 à 3.5.

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-08-14]

3.10

temps de rémanence

t_f

valeur temporelle décrivant l'impression de papillotement due à une caractéristique de variation de tension

3.11

facteur de forme

F

valeur dépendant du type de fluctuation de tension, tel qu'une fluctuation en échelon, en double échelon ou en rampe

Note 1 à l'article: Le facteur de forme est principalement nécessaire lorsque la méthode analytique est utilisée pour calculer P_{st} .

3.12

point de raccordement

interface entre un réseau public d'alimentation et l'installation électrique d'un utilisateur

3.13

raccordement conditionnel

disposition requérant que l'alimentation de l'utilisateur au point de raccordement présente une impédance inférieure à l'impédance de référence Z_{ref} , afin que les émissions provenant de ces matériels soient conformes aux limites énoncées dans la présente partie

Note 1 à l'article: Le respect des limites de variation de tension peut ne pas constituer la seule condition posée pour le raccordement. Il peut également s'avérer nécessaire de respecter les limites d'émission pour d'autres phénomènes, tels que les harmoniques.

4 Détermination des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement (flicker)

4.1 Détermination en valeur relative d'une variation de tension, $d(t)$

L'évaluation du papillotement est faite à partir de la caractéristique de la variation de tension aux bornes de l'équipement en essai, c'est à dire la différence $\Delta U_{hp}(t)$ entre deux valeurs consécutives des tensions entre phase et neutre $U_{hp}(t_1)$ et $U_{hp}(t_2)$:

$$\Delta U_{hp}(t) = U_{hp}(t_1) - U_{hp}(t_2) \quad (1)$$

NOTE 1 Voir l'Annexe C pour les définitions utiles qui proviennent de l'IEC 61000-4-15:2010.

Les valeurs efficaces $U_{hp}(t_1)$, $U_{hp}(t_2)$ de la tension doivent être soit mesurées, soit calculées. Lorsque ces valeurs sont déduites à partir de courbes relevées à l'oscilloscope, il convient de tenir compte d'une éventuelle distorsion du signal.

La variation de tension ΔU aux bornes de l'appareil en essai est due à une variation de la chute de tension aux bornes de l'impédance de référence complexe $\underline{Z}$, causée par la variation $\Delta \underline{I}$, du courant fondamental complexe à l'entrée de l'équipement en essai. ΔI_p et ΔI_q sont respectivement les parties active et réactive de la variation de courant $\Delta \underline{I}$.

$$\Delta \underline{I} = \Delta I_p - j\Delta I_q = \underline{I}(t_1) - \underline{I}(t_2) \quad (2)$$

NOTE 2 I_q est positif pour des courants en retard sur la tension et négatif pour des courants en avance.

NOTE 3 Si la distorsion harmonique des courants $I(t_1)$ et $I(t_2)$ est inférieure à 10 %, on pourra utiliser la valeur efficace totale au lieu des valeurs efficaces de leurs courants fondamentaux, tout en prenant en compte les angles de phase des courants fondamentaux.

NOTE 4 Pour des matériels monophasés et triphasés symétriques, et à condition que X soit positif (inductif), la variation de tension peut être approchée par:

$$\Delta U_{hp} = |\Delta I_p R + \Delta I_q X| \quad (3)$$

où ΔI_p et ΔI_q sont respectivement les parties active et réactive de la variation de courant $\Delta \underline{I}$ et R et X sont les éléments de la valeur complexe de l'impédance de référence $\underline{Z}$ (voir Figure 1).

La valeur relative de la variation de tension est donnée par:

$$d = \Delta U_{hp} / U_n \quad (4)$$

L'évaluation de la valeur $d_{\max,i}$ s'achève dès qu'un nouveau régime permanent est établi, ou à la fin de la période d'observation. La polarité de la ou des variations peut être indiquée comme suit: si l'écart maximal de tension est observé au cours d'une réduction de tension par rapport à la valeur $d_{\text{end},i}$ précédente, la valeur $d_{\max,i}$ résultante est positive; si l'écart maximal de tension est observé au cours d'une augmentation de tension par rapport à la valeur $d_{\text{end},i}$ précédente, la valeur $d_{\max,i}$ résultante est négative.

4.2 Evaluation de la valeur du papillotement de courte durée, P_{st}

4.2.1 Généralités

Le Tableau 1 présente différentes possibilités d'évaluation du P_{st} , dues à des fluctuations de tension de différents types; dans tous les cas, la mesure directe (par un flickermètre) est acceptable:

Tableau 1 – Méthodes d'évaluation

Types de fluctuations de tension	Méthodes d'évaluation du P_{st}
Toutes fluctuations de tension confondues (évaluation directe)	Flickermètre
Toutes fluctuations de tension confondues où $U(t)$ est connu	Simulation
Caractéristiques de variation de tension selon les Figures 3 à 5 avec une fréquence d'apparition inférieure à 1 par seconde	Analytique
Variations de tension rectangulaires à intervalles réguliers	Utilisation de la courbe $P_{\text{st}} = 1$ de la Figure 2

4.2.2 Flickermètre

Toute fluctuation de tension peut être évaluée par mesure directe en utilisant un flickermètre qui satisfait aux spécifications données dans l'IEC 61000-4-15:2010, et qui est raccordé comme indiqué dans la présente norme. C'est la méthode de référence pour la détermination des limites.

4.2.3 Méthodes de simulation

Lorsque la caractéristique de la variation relative de tension $d(t)$ est connue, la valeur du P_{st} peut être évaluée par simulation informatique.

4.2.4 Méthode analytique

4.2.4.1 Généralités

Pour des caractéristiques de variation de tension des types présentés aux Figures 3, 4 et 5, la valeur du P_{st} peut être évaluée par une méthode analytique à l'aide des Equations (5) et (6).

NOTE 1 On peut estimer que la valeur du P_{st} obtenue par cette méthode est, à $\pm 10\%$ près, égale à celle obtenue par la méthode de mesure directe (méthode de référence).

NOTE 2 Cette méthode n'est pas utilisée si le temps séparant la fin d'une variation de tension et le début de la suivante est inférieur à 1 s.

4.2.4.2 Description de la méthode analytique

Chaque caractéristique de variation relative de tension doit être représentée par un temps de rémanence, t_f , exprimé en secondes:

$$t_f = 2,3 (Fd_{\max})^{3,2} \quad (5)$$

- la variation de tension relative maximale $d_{\max}$ est exprimée en pourcentage de la tension nominale U_n ;
- le facteur de forme, F , est associé à la forme de la caractéristique de variation de tension de l'onde (voir 4.2.4.3).

La somme des temps de rémanence, Σt_f , de toutes les périodes d'évaluation à l'intérieur d'un intervalle de temps total T_p , exprimé en secondes, est la base de l'évaluation du P_{st} . Si l'intervalle de temps total, T_p , est choisi selon la méthode de 6.5, il s'agit d'une «période d'observation», et:

$$P_{st} = (\Sigma t_f / T_p)^{1/3,2} \quad (6)$$

4.2.4.3 Facteur de forme

Le facteur de forme, F , transforme une caractéristique de variation relative de tension $d(t)$ en un échelon relatif de tension, de valeur $(Fd_{\max})$, équivalent pour le calcul du papillotement.

NOTE 1 Pour des échelons de variation de tension, le facteur de forme F est égal à 1,0.

NOTE 2 La caractéristique de variation relative de tension peut être mesurée directement (voir Figure 1) ou calculée à partir de la valeur efficace du courant de l'équipement en essai (voir Equations (1) à (4)).

La caractéristique de variation relative de tension doit être obtenue à partir d'un histogramme de $U_{hp}(t)$ (voir Figure C.1).

Le facteur de forme peut être déduit des Figures 3, 4 et 5 si la forme de la caractéristique de variation relative de tension correspond à une des caractéristiques de ces figures. Si les caractéristiques correspondent, procéder comme suit:

- trouver la variation de tension relative maximale $d_{\max}$; et
- trouver la durée T (en ms) appropriée à la caractéristique de variation de tension selon la méthode indiquée aux Figures 3, 4 et 5; le facteur de forme F recherché est ensuite obtenu à partir de cette valeur.

NOTE 3 Une extrapolation qui serait effectuée en dehors du domaine d'application de ces figures pourrait conduire à des erreurs inacceptables.

4.2.5 Utilisation de la courbe $P_{st} = 1$

Dans le cas où les variations de tension sont rectangulaires et de même amplitude d , séparées par des intervalles de temps égaux, la courbe de la Figure 2 peut servir à déduire l'amplitude correspondant à $P_{st} = 1$ pour un taux de répétition particulier; cette amplitude est appelée d_{lim} . La valeur du P_{st} correspondant à la variation de tension d est alors donnée par $P_{st} = d/d_{lim}$.

4.3 Evaluation de la valeur du papillotement de longue durée, P_{lt}

La valeur du papillotement de longue durée P_{lt} doit être calculée avec la valeur $N = 12$ (voir 6.5).

Il faut généralement évaluer la valeur du P_{lt} pour tous les appareils qui fonctionnent plus de 30 min sans arrêt.

5 Limites

Les limites doivent s'appliquer aux fluctuations de tension et au papillotement aux bornes d'alimentation du matériel soumis à essai, ces perturbations étant mesurées ou calculées conformément à l'Article 4 dans les conditions d'essai définies à l'Article 6 et à l'Annexe A.

Les essais, effectués pour s'assurer de la conformité aux limites, sont considérés comme des essais de type.

Les limites suivantes s'appliquent:

- la valeur de P_{st} ne doit pas être supérieure à 1,0;
- la valeur de P_{lt} ne doit pas être supérieure à 0,65;
- T_{max} , correspondant à la valeur du temps cumulé pendant lequel $d(t)$ présente un écart supérieur à 3,3 % lors d'une variation de tension aux bornes de l'appareil en essai, ne doit pas dépasser 500 ms;
- la variation relative maximale de la tension permanente d_c ne doit pas dépasser 3,3 %;
- la variation relative maximale de la tension d_{max} , ne doit pas dépasser:
 - a) 4 % s'il n'y a pas de condition supplémentaire;
 - b) 6 % pour les matériels
 - commutés manuellement, ou
 - commutés automatiquement plus de deux fois par jour, et dont le démarrage est retardé (le délai étant au minimum de plusieurs dizaines de secondes) ou manuel, suite à l'interruption de l'alimentation.

NOTE La fréquence du cycle de fonctionnement est également limitée par les limites du P_{st} et du P_{lt} . Par exemple: avec une valeur d_{max} de 6 % produisant une variation de tension rectangulaire d'une fréquence de deux par heure, on obtient une valeur P_{lt} d'environ 0,65.

c) 7 % pour les matériels

- qui sont sous surveillance pendant leur utilisation (par exemple: sèche-cheveux, aspirateurs, matériels de cuisine comme les mixeurs, matériels de jardinage comme les tondeuses à gazon, outils portables comme les perceuses électriques) ou
- qui sont mis sous tension automatiquement, ou sont destinés à être mis sous tension manuellement, deux fois par jour au maximum, et dont le redémarrage est retardé (le délai étant au minimum de plusieurs dizaines de secondes) ou manuel, suite à l'interruption de l'alimentation.

Dans le cas d'un matériel ayant plusieurs circuits commandés séparément, conformément au 6.6, les limites b) et c) doivent s'appliquer uniquement s'il existe un redémarrage avec retard ou manuel à la suite d'une coupure d'alimentation; pour tout matériel commuté automatiquement qui est mis sous tension immédiatement en rétablissant l'alimentation après une coupure, la limite a) doit s'appliquer.

Pour tout matériel commuté manuellement, la limite b) ou c) doit s'appliquer suivant la fréquence de commutation typique d'un fonctionnement normal.

Les exigences relatives à P_{st} et P_{lt} ne doivent pas s'appliquer aux variations de tension dues à une commutation manuelle.

Ces limites ne doivent pas s'appliquer aux commutations d'urgence ni aux interruptions d'urgence.

6 Conditions d'essai

6.1 Généralités

Il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais sur les appareils non susceptibles de produire des fluctuations de tension ou un papillotement significatif. Si l'on considère qu'il est nécessaire de réaliser des essais, l'appareil doit être conforme à toutes les limites définies

dans l'Article 5 pour les essais décrits en Annexe A, sauf s'il existe des exclusions spécifiques pour un type particulier d'appareil.

Il peut s'avérer nécessaire de déterminer si d'importantes fluctuations de tension sont susceptibles de se produire, par un examen du diagramme du circuit et des spécifications des matériels et par un essai fonctionnel sommaire.

Pour les variations de tension dues à une commutation manuelle, on estime que les matériels sont conformes et qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer d'autres essais si le courant appelé efficace maximal (comprenant l'appel de courant) évalué toutes les demi-périodes de 10 ms entre les passages par zéro ne dépasse pas 20 A et si le courant d'alimentation après l'appel initial de courant varie avec une fluctuation de 1,5 A au maximum.

Si des méthodes de mesure sont utilisées, la variation relative maximale de tension $d_{\max}$ due à une commutation manuelle doit être mesurée conformément à l'Annexe B.

Les essais réalisés afin de démontrer la conformité des appareils aux limites doivent être effectués en utilisant le circuit d'essai de la Figure 1.

Le circuit d'essai comporte:

- une tension d'alimentation d'essai (voir 6.3);
- une impédance de référence (voir 6.4);
- l'appareil en essai (voir Annexe A);
- si nécessaire, un flickermètre (voir l'IEC 61000-4-15:2010).

Le changement de tension relative $d_{hp}(t)$ peut être mesurée directement ou déduite du courant efficace, comme indiqué en 4.1. Pour déterminer la valeur du P_{st} de l'appareil en essai, une des méthodes décrites en 4.2 doit être utilisée. En cas de doute, le P_{st} doit être mesuré en utilisant la méthode de référence avec un flickermètre.

NOTE Dans le cas d'essai d'un appareil multiphasé équilibré, on admet que la mesure d'une seule des trois tensions phase-neutre est suffisante.

6.2 Incertitude de mesure

La précision de mesure de la valeur du courant doit être au moins égale à $\pm (1 \% + 10 \text{ mA})$, où le 1 % se réfère à la valeur mesurée. Si l'angle de phase est utilisé à la place des courants actifs et réactifs, l'erreur ne doit pas dépasser $\pm 2^\circ$.

Les paramètres directement mesurés (voir Articles 3 et 4) doivent être déterminés avec une incertitude totale meilleure que $\pm 8 \%$ de la valeur limite, ou $\pm 8 \%$ de la valeur mesurée, la valeur la plus grande étant retenue. L'impédance totale du circuit, à l'exclusion de l'appareil en essai, mais y compris l'impédance interne de la source d'alimentation, doit être égale à l'impédance de référence. Il est nécessaire que la stabilité et la tolérance de cette impédance totale soient telles qu'elles permettent d'assurer une incertitude globale de $\pm 8 \%$ tout au long de l'essai d'évaluation.

Si l'impédance de source n'est pas bien définie, par exemple si l'impédance de source est sujette à des variations imprévisibles, une impédance dont la résistance et l'inductance sont égales à l'impédance de référence peut être connectée entre l'alimentation et les bornes de l'appareil en essai. Des mesures de tensions peuvent ensuite être faites aux bornes de l'alimentation et aux bornes de l'appareil en essai. Dans ce cas, il faut que la variation relative maximale de tension, $d_{\max}$, aux bornes de l'alimentation soit inférieure à 20 % de la valeur maximale $d_{\max}$ mesurée aux bornes de l'appareil.

NOTE La méthode présentée ci-dessus utilisant une source de tension avec une impédance non définie n'est pas utilisée lorsque les valeurs mesurées sont proches des limites.

6.3 Tension d'alimentation d'essai

La tension d'alimentation d'essai (tension en circuit ouvert) doit être la tension assignée de l'appareil. Si une plage de tension est indiquée pour l'équipement, la tension d'alimentation doit être 230 V monophasé ou 400 V en triphasé. La tension d'essai doit être maintenue à la tension nominale $\pm 2 \%$. La fréquence doit être de 50 Hz $\pm 0,25$ Hz.

Le taux global de distorsion harmonique de la tension d'alimentation doit être inférieur à 3 %.

Les fluctuations de tension d'alimentation en cours d'essai peuvent être négligées si la valeur du P_{st} produit par ces fluctuations est inférieure à 0,4. Si les mesures sont effectuées directement en utilisant le réseau d'alimentation électrique, cette condition doit être vérifiée avant et après chaque essai. Si les mesures sont effectuées en utilisant une source d'alimentation contrôlée, cette condition doit être vérifiée au cours de l'étalonnage de la source d'alimentation.

NOTE Les écarts de fréquence peuvent être à l'origine d'une augmentation des valeurs P_{st} et P_{lt} . Par conséquent, la fréquence de 50 Hz est de préférence contrôlée à $\pm 0,25$ Hz près, lors de l'essai de réponse du flickermètre selon les Tableaux 1b et 2b de l'IEC 61000-4-15:2010.

6.4 Impédance de référence

Pour un équipement en essai, l'impédance de référence, Z_{ref} , définie dans l'IEC/TR 60725 est une impédance utilisée par convention pour le calcul et la mesure des paramètres directement mesurés, et des valeurs du P_{st} et du P_{lt} .

Les valeurs des impédances des différents éléments sont indiquées à la Figure 1.

6.5 Période d'observation

La période d'observation, T_p , pour l'évaluation des valeurs du papillotement, par mesure et par simulation, ou en utilisant la méthode analytique doit être:

- pour le P_{st} , $T_p = 10$ min;
- pour le P_{lt} , $T_p = 2$ h.

La période d'observation doit comprendre la partie du cycle complet de fonctionnement de l'appareil essayé qui produit la séquence de variations de tension la plus défavorable.

En ce qui concerne l'évaluation du P_{st} , le cycle de fonctionnement doit être répété de manière continue, sauf spécification contraire à l'Annexe A. Pour un appareil qui s'arrête automatiquement après un cycle de fonctionnement durant moins longtemps que la période d'observation, la durée minimale nécessaire au redémarrage de l'équipement doit être incluse dans la période d'observation.

En ce qui concerne l'évaluation du P_{lt} lors de l'essai d'un appareil dont le cycle de fonctionnement dure moins de 2 h et qui n'est pas normalement utilisé de manière continue, le cycle de fonctionnement ne doit pas être répété sauf indication contraire à l'Annexe A.

NOTE Par exemple, dans le cas d'appareils dont le cycle de fonctionnement est de 45 min, cinq mesures consécutives de valeurs du P_{st} sont effectuées pendant une durée totale de 50 min, et les sept valeurs du P_{st} restantes correspondant à la période d'observation de 2 h sont considérées comme étant égales à zéro.

6.6 Conditions générales d'essai

Les paragraphes ci-dessous indiquent les conditions d'essai pour la mesure des fluctuations de tension et du papillotement. Dans le cas d'appareils non mentionnés en Annexe A, il est nécessaire d'établir des commandes ou programmes automatiques qui produisent la séquence de variations de tension la plus défavorable en utilisant uniquement les séquences

de commandes et programmes préconisées par le fabricant dans le mode d'emploi ou qui sont susceptibles d'être utilisés.

L'appareil doit être essayé en l'état, tel qu'il a été fourni par le fabricant. Il peut être nécessaire d'effectuer des fonctionnements préliminaires des commandes de moteurs avant les essais afin de s'assurer que les résultats obtenus correspondent bien à ceux qui seraient obtenus lors d'un fonctionnement normal de l'appareil.

NOTE Les conditions de fonctionnement comprennent les conditions de charge mécanique et/ou électrique de l'appareil.

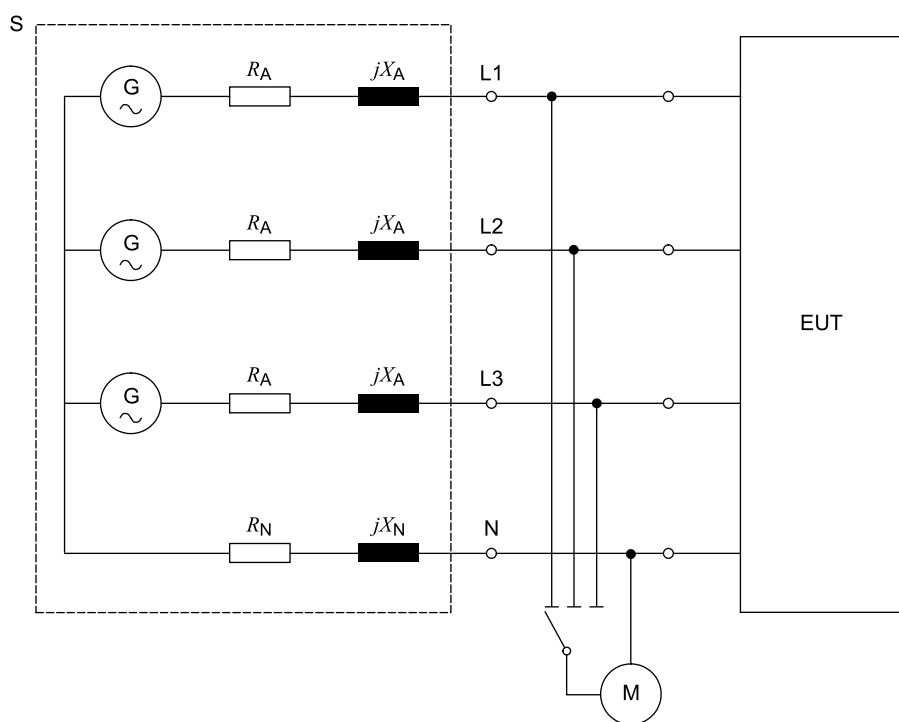
En ce qui concerne les moteurs, il est possible d'effectuer des mesures à rotor bloqué afin de déterminer la plus grande variation de tension efficace, $d_{\max}$, se produisant lors du démarrage du moteur.

Pour les équipements dotés de plusieurs circuits de contrôle-commande séparés, les conditions sont les suivantes:

- chaque circuit doit être considéré comme un équipement unique si sa vocation est d'être utilisé séparément, à condition que les commandes ne soient pas conçues de manière à commuter simultanément;
- si les circuits de contrôle-commande sont conçus pour commuter simultanément, l'ensemble des circuits commandés est considéré comme un seul appareil.

Si le système de contrôle-commande ne régule qu'une partie de la charge totale, on ne doit considérer que les fluctuations de tension produites par les parties variables de la charge.

L'Annexe A donne les conditions d'essai de type détaillées pour certains appareils.



IEC 945/13

Légende

G source de tension, conformément à 6.3

EUT appareil en essai

M appareil de mesure

S source d'alimentation constituée par le générateur de tension G et l'impédance de référence Z avec les éléments:

$$R_A = 0,24 \, \Omega; \quad jX_A = 0,15 \, \Omega \text{ à } 50 \, \text{Hz};$$

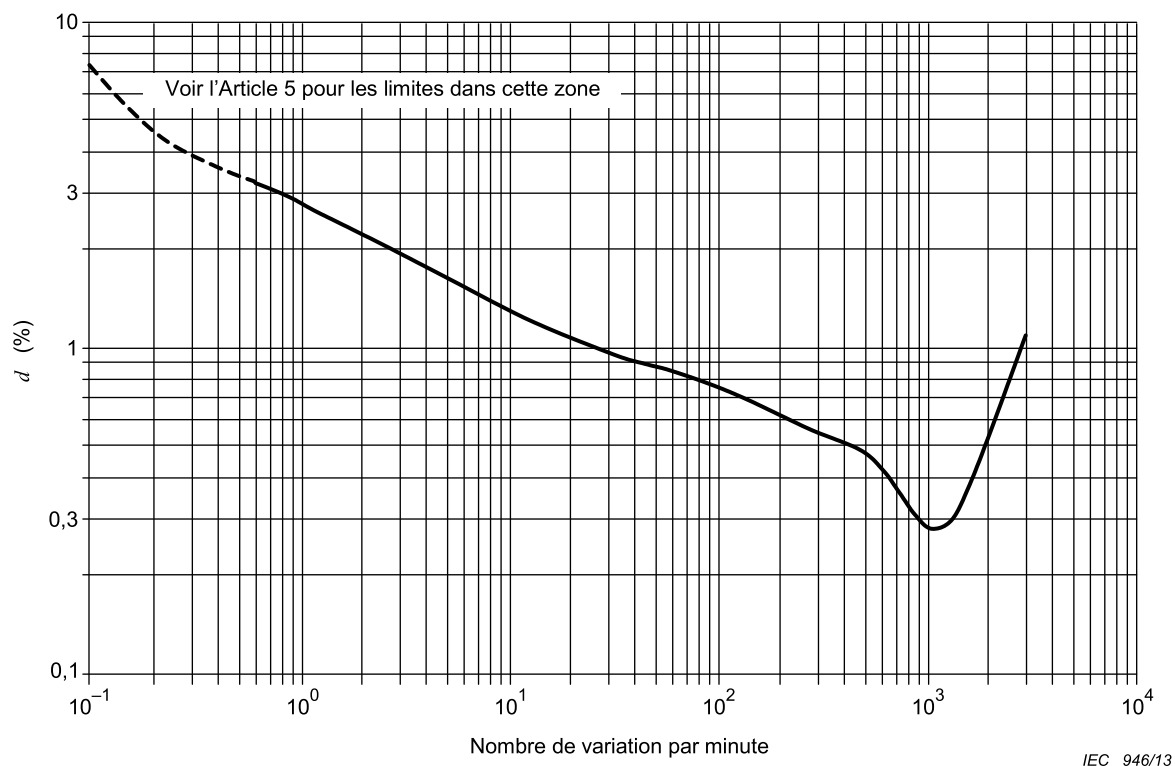
$$R_N = 0,16 \, \Omega; \quad jX_N = 0,10 \, \Omega \text{ à } 50 \, \text{Hz}.$$

NOTE 1 Les éléments comprennent l'impédance réelle du générateur.

NOTE 2 Quand les impédances de source ne sont pas bien définies, voir 6.2.

NOTE 3 En général, les charges triphasées sont équilibrées et R_N et X_N peuvent être négligées, car il n'y a pas de courant dans le fil de neutre.

Figure 1 – Réseau de référence pour alimentations monophasées et triphasées dérivées d'une alimentation triphasée, quatre conducteurs



NOTE 1 200 variations de tension par minute donnent un papillotement de 10 Hz.

NOTE 2 L'Annexe D inclut un tableau de correspondance numérique à la Figure 2, extrait de la IEC/TR 61000-3-7:2008.

Figure 2 – Courbe pour $P_{st}=1$ des variations de tension rectangulaires équidistantes

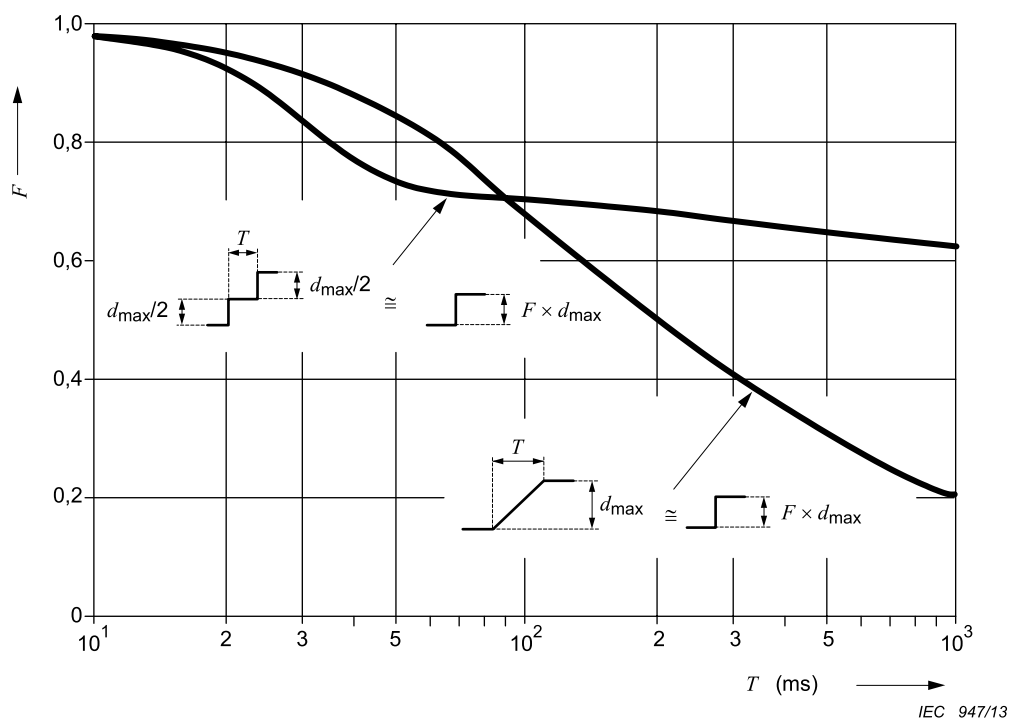


Figure 3 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques de tension en double échelon et en rampe

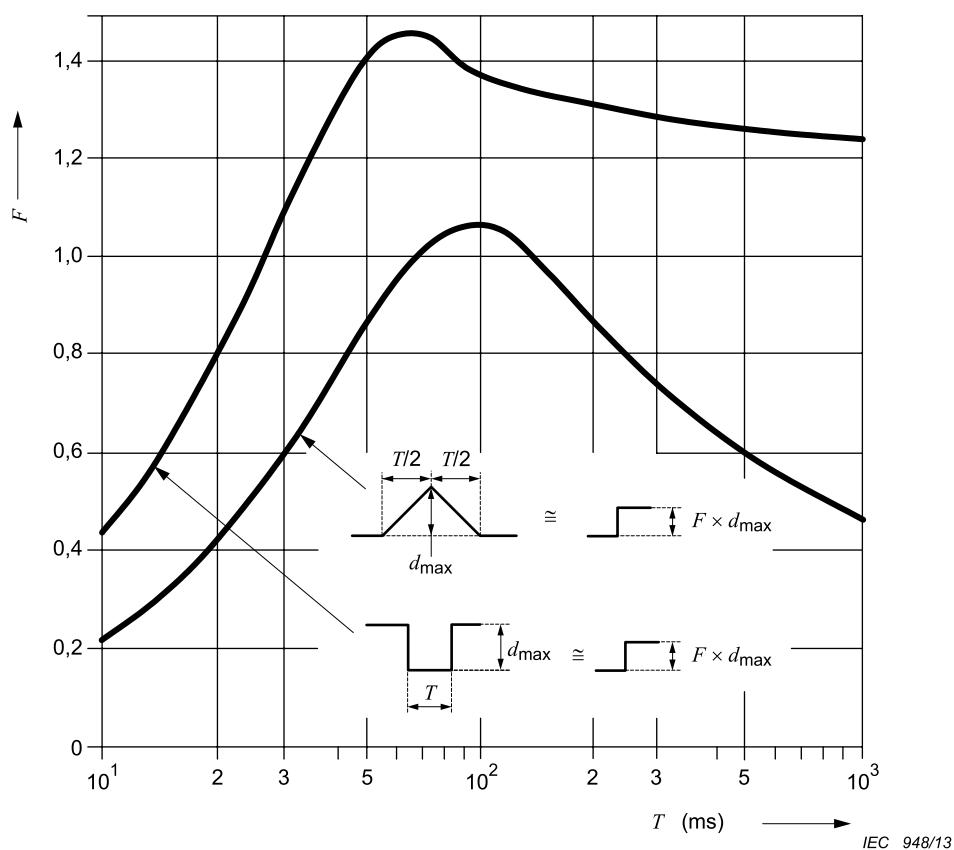
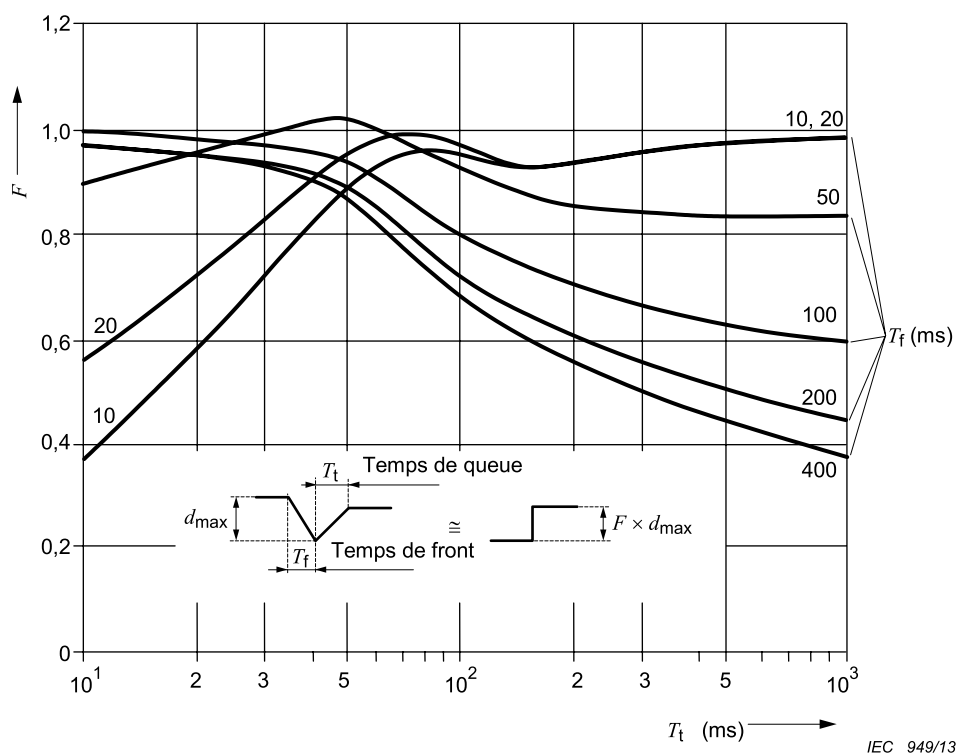


Figure 4 – Facteurs de forme F pour des caractéristiques rectangulaires et triangulaires



NOTE $T_t = t_3 - t_2$, $T_f = t_2 - t_1$ (voir Figure C.1).

Figure 5 – Facteurs de forme F des caractéristiques de tension de démarrage de moteurs pour différents temps de front

Annexe A (normative)

Application des limites et conditions d'essai type pour équipements particuliers

A.1 Conditions d'essais des cuisinières

A.1.1 Généralités

L'évaluation du P_{lt} ne doit pas être requise pour les cuisinières destinées à une utilisation domestique. Sauf indication contraire, la mesure du P_{st} doit être effectuée dans des conditions de température stable.

Chaque partie chauffante doit être essayée séparément comme suit:

A.1.2 Plaques chauffantes

Les essais de plaques chauffantes doivent être réalisés à l'aide de casseroles ordinaires de diamètre, de hauteur et avec la quantité d'eau indiqués ci-dessous:

Tableau A.1 – Conditions d'essai pour les plaques chauffantes

Diamètre de la plaque chauffante, en mm	Hauteur de la casserole, en mm	Quantité d'eau, en g
145	environ 140	1 000 ± 50
180	environ 140	1 500 ± 50
220	environ 120	2 000 ± 50

Il est nécessaire de compenser les pertes par évaporation pendant la durée de l'essai.

Au cours de tous les essais suivants, la plaque chauffante doit être conforme aux limites indiquées à l'Article 5.

- Gamme de température d'ébullition: la commande de la plaque est réglée afin que l'eau se maintienne tout juste au point d'ébullition. L'essai est reconduit cinq fois, et l'on calcule la valeur moyenne des résultats.
- Gamme de température de friture: on remplit la casserole non couverte avec de l'huile de silicone jusqu'à un niveau correspondant à 1,5 fois la quantité d'eau indiquée sur le Tableau A.1. On règle la commande de la plaque pour obtenir 180 °C, température mesurée par un thermocouple plongé au centre géométrique de l'huile.
- Gamme totale de puissance: on vérifie la gamme totale de puissance de manière continue pendant une période d'observation de 10 min. Si les boutons de réglage ont des niveaux de puissance distincts, tous les niveaux sont essayés jusqu'à un maximum de 20. S'il n'y a pas de niveaux distincts, la gamme totale est divisée en 10 pas égaux. Les mesures sont alors effectuées en débutant au niveau de puissance le plus élevé.
- Les plaques de cuisson avec zone modulable, dont les zones de cuisson sont automatiquement configurées grâce à de multiples petites plaques chauffantes ou bobines d'induction, sont soumises aux essais en plaçant la plus grande casserole, indiquée au Tableau A.1, au centre géométrique de la zone de cuisson.

A.1.3 Fours

Le four doit être essayé vide avec la porte fermée. Le réglage est ajusté afin qu'un thermocouple fixé au centre géométrique du four indique une température moyenne de 220 °C pour les fours classiques et 200 °C pour les fours à air pulsé.

A.1.4 Grills

Le grill doit être essayé vide, porte fermée, sauf indication contraire du fabricant. Si l'appareil est doté d'un système de réglage, la fonction grill doit être réglée au niveau le plus bas, au niveau moyen et au niveau le plus élevé; le plus mauvais résultat doit être retenu.

A.1.5 Combiné four/grill

Le combiné four/grill doit être essayé vide, porte fermée. L'appareil est réglé de telle manière qu'un thermocouple fixé au centre géométrique du combiné mesure une température moyenne de 250 °C ou la température disponible la plus proche de cette valeur.

A.1.6 Fours à micro-ondes

Le four à micro-ondes ou la fonction micro-ondes d'un four combiné doit être essayé en utilisant un récipient de verre rempli avec $1\,000\text{ g} \pm 50\text{ g}$ d'eau. Les essais doivent être effectués au niveau le plus bas, au niveau moyen et à un troisième niveau qui correspond à la plus haute puissance réglable inférieure ou égale à 90 % de la puissance maximale; le plus mauvais résultat doit être retenu.

A.2 Conditions d'essai des appareils d'éclairage

Les conditions d'essai suivantes doivent être appliquées aux matériels dont la fonction première est de générer, et/ou réguler et/ou distribuer le rayonnement optique au moyen de lampes à incandescence, de lampes à décharge ou de DELs.

De tels matériels doivent être soumis à l'essai au moyen d'une lampe de même puissance que la puissance assignée au matériel. Si le système d'éclairage comprend plus d'une lampe, toutes les lampes doivent être utilisées.

Les évaluations de P_{st} et P_{lt} sont exigées uniquement pour les appareils d'éclairage susceptibles de produire de multiples fluctuations de tension qui, à leur tour, peuvent provoquer le papillotement d'autres appareils d'éclairage, par exemple du fait de rapides variations ou commutations de charges significatives à l'intérieur des appareils d'éclairage.

Aucune limite ne doit s'appliquer aux ampoules individuelles, par exemple les lampes à ballast électronique intégré, les ampoules à incandescence et les tubes fluorescents.

Les luminaires à lampes à incandescence dont la puissance est inférieure ou égale à 1 000 W et les luminaires à lampes à décharge et à LED dont la puissance est inférieure à 600 W, sont réputés conformes aux limites de d_c , d_{max} et T_{max} figurant dans la présente norme et il n'est pas exigé de les soumettre à l'essai.

On estime que les ballasts font partie des éclairages et qu'il n'est pas requis de les soumettre aux essais.

A.3 Conditions d'essai pour les lave-linge

Le lave-linge doit être essayé pendant un programme de lavage complet intégrant le cycle de lavage normal, rempli avec la quantité assignée de vêtements de coton prélavé double ourlet, de taille approximative 70 cm × 70 cm, d'un poids à sec de 140 g/m² à 175 g/m².

La température de l'eau de remplissage doit être

- 65 °C ± 5 °C pour les lave-linge sans élément chauffant et destinés à être raccordés à une alimentation d'eau chaude;
- 15 °C + 10 °C, – 5 °C pour les autres lave-linge.

Pour les lave-linge avec un programmeur, le programme coton 60 °C sans prélavage, s'il est disponible, doit être utilisé, sinon le programme normal sans prélavage doit être utilisé. Si le lave-linge contient des éléments chauffants qui ne sont pas contrôlés par le programmeur, l'eau doit être chauffée à 65 °C ± 5 °C avant le démarrage de la première période de lavage.

Si le lave-linge contient des éléments chauffants et n'intègre pas de programmeur, l'eau doit être chauffée à 90 °C ± 5 °C ou plus bas si les conditions stables sont établies, avant le démarrage de la première période de lavage.

Négliger la commutation simultanée du chauffage et du moteur dans l'évaluation de d_c , d_{max} et T_{max} .

P_{st} et P_{lt} doivent être évalués. Lors du calcul de la valeur de P_{lt} , le temps de fonctionnement du lave-linge doit être dûment pris en compte. Voir 6.5.

A.4 Conditions d'essai pour les sèche-linge

Le sèche-linge doit fonctionner avec un tambour rempli de textile ayant une masse, dans les conditions sèches, de 50 % de la charge maximale définie dans le manuel d'instructions.

Le matériau textile consiste en des pièces de coton à double ourlet prélavées, de taille approximativement égale à 70 cm × 70 cm, dont la masse est comprise entre 140 g/m² et 175 g/m² à sec. Le matériau doit être mouillé par une eau dont la température est de 25 °C ± 5 °C et une masse égale à 60 % de celle du textile initial.

S'il existe une jauge permettant d'évaluer le degré de séchage, l'essai doit être effectué au niveau maximal et minimal.

P_{st} et P_{lt} doivent être évalués.

A.5 Conditions d'essai pour les réfrigérateurs

Les réfrigérateurs doivent être essayés en fonctionnement continu, porte fermée. Le thermostat est réglé à la moitié de la plage de réglage. L'armoire doit être vide et non chauffée. La mesure doit être effectuée lorsque le régime de stabilité de la température est atteint. P_{st} et P_{lt} ne doivent pas être évalués.

A.6 Conditions d'essai des photocopieurs, imprimantes laser et appareils similaires

L'appareil doit être essayé pour déterminer le P_{st} à la cadence maximale de copiage. L'original à photocopier/imprimer est une feuille blanche vierge, et le papier des copies doit avoir un poids de 80 g/m², sauf indication contraire du fabricant.

La valeur du P_{lt} est obtenue en mode d'attente.

A.7 Conditions d'essai des aspirateurs

Le P_{st} et le P_{lt} ne doivent pas être évalués pour les aspirateurs.

A.8 Conditions d'essai pour les mixeurs alimentaires

Le P_{st} et le P_{lt} ne doivent pas être évalués pour les mixeurs alimentaires.

A.9 Conditions d'essai pour les outils portables

Le P_{lt} ne doit pas être évalué pour les outils portables. Le P_{st} ne doit pas être évalué pour les outils portables sans éléments chauffants. Dans le cas des outils portables dotés d'éléments chauffants, le P_{st} doit être évalué de la manière suivante.

L'outil est mis en marche et fonctionne en continu pendant 10 min, ou jusqu'à ce qu'il s'arrête automatiquement, auquel cas 6.5 s'applique.

A.10 Conditions d'essai pour les sèche-cheveux

Le P_{lt} ne doit pas être évalué pour les sèche-cheveux manuels. En ce qui concerne l'évaluation du P_{st} , l'appareil est mis en marche et fonctionne en continu pendant 10 min ou jusqu'à ce qu'il s'arrête automatiquement, auquel cas 6.5 s'applique.

Dans le cas des sèche-cheveux comportant un réglage de puissance, la plage de puissance totale doit être essayée en continu pendant une période d'observation de 10 min. Si les interrupteurs de réglage comportent des niveaux de puissance distincts, tous les niveaux doivent être essayés jusqu'à un maximum de 20 niveaux. S'il n'y a pas de niveaux distincts, la gamme totale est divisée en 10 pas égaux. Les mesures doivent alors être effectuées en commençant par le niveau de puissance le plus élevé.

A.11 Conditions d'essai pour les récepteurs de télévision, les équipements audio, les ordinateurs, DVD et matériels électroniques similaires

De tels matériels, prévus pour être utilisés par des clients résidentiels, doivent être essayés pour prouver la conformité uniquement avec la limite d_{max} appropriée dans l'Article 5 si aucune autre condition d'essai spéciale de l'Annexe A n'est applicable.

A.12 Conditions d'essai pour les chauffe-eau électriques

Pour les chauffe-eau directs sans contrôle électronique, seul d_c doit être évalué en enclenchant et déclenchant l'élément chauffant (séquence 0 – P_{max} – 0).

Pour les chauffe-eau directs avec contrôle électronique, il est nécessaire de sélectionner la température de sortie de l'eau de manière à pouvoir reproduire toutes les consommations de puissance électrique entre $P_{\min}$ et $P_{\max}$ en faisant varier le débit d'eau. $P_{\max}$ est défini comme étant la puissance maximale qui puisse être choisie et $P_{\min} > 0$ comme la puissance minimale pouvant être sélectionnée.

NOTE 1 Pour certains appareils, la puissance maximale $P_{\max}$ pouvant être sélectionnée peut être inférieure à la puissance nominale.

La valeur de température réglée doit rester inchangée pendant toute la durée de l'essai.

A partir d'un débit d'eau correspondant à la consommation de puissance maximale, $P_{\max}$, ce débit doit être réduit en 20 pas successifs approximativement égaux jusqu'à la consommation de puissance minimale, $P_{\min}$.

Le débit d'eau doit être ensuite à nouveau augmenté jusqu'à la consommation de puissance $P_{\max}$ sur 20 autres pas à peu près égaux. Les valeurs des $P_{st,i}$ doivent être évaluées pour chacune de ces 40 étapes; les mesures commencent lorsque le régime permanent est atteint, c'est-à-dire environ 30 s après la modification du débit.

NOTE 2 Il peut être suffisant de calculer chaque valeur de $P_{st,i}$ sur la base d'une période de mesure de 1 min seulement.

De plus, le papillotement $P_{st,z}$ causé par la mise en marche et en arrêt du chauffe-eau doit être mesuré sur un intervalle de 10 min. Il faut que la consommation de puissance soit changée deux fois sur cet intervalle le plus rapidement possible entre les états $P = 0$ et $P = P_{\max}$ (séquence $0 - P_{\max} - 0 - P_{\max} - 0$).

Le rendement de chauffe du chauffe-eau doit être de 50 %, c'est-à-dire $P_{\max}$ pendant 5 min.

La valeur résultante du P_{st} est évaluée en utilisant la formule suivante:

$$P_{st} = \left(P_{st,z}^3 + \frac{1}{40} \cdot \sum_{i=1}^{i=40} (P_{st,i})^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

et on compare à la valeur limite de l'Article 5.

P_{lt} ne doit pas être évalué.

A.13 Conditions d'essai pour les amplificateurs basse fréquence

Les amplificateurs audio doivent être mis à l'essai dans les conditions de fonctionnement spécifiées à l'Article C.3 de l'IEC 61000-3-2:2009.

A.14 Conditions d'essai pour les climatiseurs, les déshumidificateurs, les pompes à chaleur et les matériels réfrigérants commerciaux

Faire fonctionner les appareils jusqu'à établissement d'un régime permanent ou pendant un cycle de fonctionnement minimal du compresseur de 30 min.

L'essai doit être réalisé à une température ambiante de $15\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pour le chauffage et de $30\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pour le refroidissement ou la déshumidification.

Les pompes à chaleur de cycle inverse doivent être mises à l'essai uniquement en mode de refroidissement.

La valeur $d_{\max}$ doit être évaluée à l'aide d'une des deux méthodes suivantes:

a) Par mesure directe:

- éteindre le compresseur à l'aide du thermostat;
- rallumer le compresseur à l'aide du thermostat à la fin du temps d'arrêt minimal prescrit dans le manuel utilisateur ou autorisé par le système de contrôle automatique;
- répéter la séquence d'extinction et d'allumage 24 fois et évaluer les résultats conformément à l'Annexe B. Cependant, si le résultat du premier test n'est pas dans la bande des ± 10 % autour de la limite, le matériel peut être évalué pour simplifier sur la base de ce simple résultat et le test est terminé.

b) Par la méthode analytique:

- utilisant comme courant de démarrage le courant et le facteur de puissance du moteur du compresseur fonctionnant à rotor bloqué, et de toute autre charge (par exemple un moteur de ventilateur), qui est allumée moins de 2 s avant ou après le démarrage du compresseur. Ceci permet de distinguer les variations de tension.

P_{st} et P_{lt} doivent être évalués de façon analytique en fonction du nombre de cycles par heure spécifié par le constructeur.

A.15 Conditions d'essai pour les matériels de soudage à l'arc et les processus connexes

A.15.1 Généralités

Pour les matériels de soudage à l'arc sous surveillance pendant leur utilisation et les processus connexes, la valeur $d_{\max}$ doit être évaluée par rapport à la limite de 7 % indiquée en c) de l'Article 5, et selon la méthode d'essai définie à l'Annexe B.

De plus, pour les matériels conçus pour être utilisés dans le cadre du processus de soudage manuel à l'arc (MMA), les valeurs P_{st} et d_c doivent être évaluées conformément aux procédures indiquées en A.15.2 1 et A.15.3.1

Pour tous les essais, la chute de tension provoquée par le matériel en fonctionnement normal, à une puissance de sortie égale à la puissance maximale assignée, doit être comprise entre 3 % et 5 % de la tension d'alimentation.

Bien que le domaine d'application de la présente norme soit limité aux matériels dont le courant appelé est inférieur ou égal à 16 A, ces conditions d'essai doivent également être valables pour le matériel dont le courant appelé est supérieur à 16 A.

Les conditions d'essai suivantes doivent s'appliquer aux matériels de soudage conçus conformément à l'IEC 60974-1. Les conditions d'essai pour d'autres types de matériels sont à l'étude.

A.15.2 Evaluation du P_{st}

A.15.2.1 Généralités

Pour évaluer la valeur du papillotement de courte durée P_{st} des matériels de soudage MMA, il convient d'effectuer des essais au moyen d'un dispositif d'essai simulant le soudage à l'aide d'électrodes classiques de 3,25 mm. Si le matériel soumis à l'essai n'est pas adapté à ces électrodes ($I_{2\max} < 130$ A), les paramètres représentant une électrode de 2,5 mm doivent être adoptés.

Tableau A.2 – Paramètres de l'électrode

Diamètre mm	Données de base				
	I_{nom} A	U_{nom} V	Chutes l/min	t_{chutes} ms	$R_{\text{court-circuit}}$ mΩ
2,5	90	23,6	920	5,6	18
3,25	130	25,2	350	7,5	13

La valeur de la variation de tension aux bornes d'alimentation du matériel soumis à l'essai, ΔU , décisive dans la détermination de la valeur de P_{st} , doit être mesurée ou calculée à partir des mesures du courant d'entrée aux bornes d'alimentation du matériel soumis à l'essai au moyen de l'une des procédures d'essai suivantes.

Dans tous les cas où un cadran de forçage à l'arc existe, ce dernier doit être défini en position médiane, le raccordement à la charge d'essai étant effectué à l'aide de deux câbles de soudage en cuivre de 3 m de long et de 50 mm² d'épaisseur.

A.15.2.2 Procédure d'essai A

Cette simple procédure d'essai peut fournir des résultats d'essai anormalement élevés et, par conséquent, elle peut également être utilisée pour des essais préliminaires.

Le courant appelé efficace est tout d'abord mesuré, le matériel soumis à l'essai ayant une charge résistive équivalente au courant et à la tension de sortie nominaux, puis le courant appelé efficace est mesuré une seconde fois, le matériel soumis à l'essai étant chargé au moyen de la résistance de court-circuit spécifiée $R_{\text{court-circuit}}$ donnée dans le Tableau A.2. La différence obtenue entre les valeurs mesurées du courant d'entrée efficace, ΔI_{input} , est utilisée pour obtenir les valeurs de ΔU_{hp} dans le processus d'évaluation.

A.15.2.3 Procédure d'essai B

Cette procédure d'essai est plus compliquée que la procédure d'essai A, mais elle fournit des résultats plus réalistes.

Les paramètres indiqués dans le Tableau A.2 doivent être simulés par une charge résistive commutée électroniquement capable de passer des valeurs «de charge nominale» aux valeurs de «court-circuit» avec la résistance spécifiée, en un temps égal au temps de chute spécifié, tout en respectant les angles de phase définis par rapport à la tension d'entrée.

Les variations de courant appelé (échantillons efficaces de 10 ms) provoquées par ces variations de charge en sortie doivent être mesurées à l'aide de démarrages lors du passage par zéro et avec des retards de 2 ms, 4 ms, 6 ms et 8 ms. La valeur moyenne des variations de courant résultantes doit être utilisée dans le processus d'évaluation.

A.15.2.4 Processus d'évaluation de P_{st}

L'équation suivante permet de calculer la valeur P_{st} du matériel soumis à l'essai:

$$P_{\text{st}} = 0,365 \Delta U \times Fr^{0,31} R$$

où

$$\Delta U = \Delta I_{\text{input}} Z_{\text{ref}} \times 100 / U_n \ %;$$

F est le facteur de forme, dépendant de la forme de la caractéristique de variation de tension. Pour le soudage MMA, $F = 1,0$;

r est la fréquence des variations de tension par minute;

R est un coefficient dépendant de la fréquence de répétition et dont les valeurs sont présentées dans le Tableau A.3.

Tableau A.3 – Facteur de fréquence R lié aux taux de répétition « r »

r en variations de tension par minute	R	r en variations de tension par minute	R
0,2	0,98	2	0,99
0,3	1,03	3	1,00
0,4	1,02	4	1,00
0,5	1,00	5	1,03
0,6	1,00	6	1,02
0,7	1,02	7	1,02
0,8	1,00	8	1,03
0,9	1,00	9	1,03
1,0	1,00	10	1,08

NOTE En pratique, le processus de soudage MMA comporte la préparation des pièces à souder, le temps de soudure, le temps de travail sur le joint et le temps consacré au changement des électrodes. Par conséquent, le temps d'utilisation estimé pendant lequel les variations de tension se produisent est seulement de 2,5 min par période de 10 min représenté par un rapport cyclique de 0,25. La valeur de r pour cette opération spécifique est de 0,2 variations/minute, car seules les variations de tension qui se produisent au début et à la fin d'une période de soudage continu sont significatives.

Le résultat obtenu doit être conforme à la limite indiquée à l'Article 5. Si cette limite est dépassée, le matériel ne peut pas être déclaré conforme à la présente partie de l'IEC 61000, et la procédure décrite dans l'IEC 61000-3-11 doit être appliquée.

A.15.3 Procédure d'essai pour d_c

A.15.3.1 Généralités

Le courant appelé efficace doit tout d'abord être mesuré lorsque le matériel soumis à l'essai est branché à une charge résistive équivalente au courant et à la tension de sortie nominaux maximaux, puis à une charge équivalente correspondant aux conditions lorsque le matériel est à l'arrêt. La différence obtenue entre les différentes valeurs de courant appelé efficace doit être utilisée dans le processus d'évaluation.

A.15.3.2 Evaluation de la valeur d_c

d_c doit être déterminé par l'utilisation de l'équation suivante:

$$d_c = \Delta I_{\text{input}} Z_{\text{ref}} \times 100 / U_n$$

Le résultat obtenu doit être conforme à la limite indiquée à l'Article 6. Si cette limite est dépassée, le matériel ne peut pas être déclaré conforme à la présente partie de l'IEC 61000 et la procédure décrite dans l'IEC 61000-3-11 doit être appliquée.

Annexe B (normative)

Conditions et procédures pour la mesure des variations de tension $d_{\max}$ dues à une commutation manuelle

B.1 Vue d'ensemble

Les variations considérables quant à la conception et aux caractéristiques des commutateurs à commande manuelle entraînent d'importants écarts dans les résultats des mesures de variation de tension. Il est essentiel que la procédure d'essai prenne en compte le fonctionnement du commutateur manuel du matériel soumis à l'essai.

Par conséquent, une méthode statistique doit être appliquée à la mesure de $d_{\max}$, afin d'assurer la répétabilité des résultats d'essai.

La procédure décrite à l'Article B.2 peut également être utilisée pour la mesure des paramètres d_c et $T_{\max}$.

B.2 Procédure

La procédure d'essai est la suivante:

- a) 24 mesures des paramètres de l'appel de courant doivent être effectuées dans l'ordre suivant:
 - démarrer une mesure;
 - allumer le matériel soumis à l'essai (pour créer une variation de tension);
 - faire fonctionner le matériel soumis à l'essai aussi longtemps que possible dans des conditions de fonctionnement normales pendant une période de mesure de 1 min;
 - éteindre le matériel soumis à l'essai avant la fin de l'intervalle de mesure de 1 min et s'assurer que toutes les pièces mobiles situées à l'intérieur du matériel soumis à l'essai se sont immobilisées et que tous les dispositifs d'atténuation de $d_{\max}$ ont eu le temps de refroidir pour atteindre une température égale à la température ambiante avant de démarrer l'intervalle de mesure suivant;
 - démarrer la mesure suivante.

NOTE La méthode de refroidissement peut être naturelle ou forcée, et la période de refroidissement est spécifiée par le constructeur si nécessaire.

- b) Le résultat final de l'essai doit être calculé en supprimant le résultat le plus élevé et le résultat le moins élevé, et en faisant la moyenne arithmétique des 22 valeurs restantes.

Annexe C **(informative)**

Détermination de la tension permanente et des caractéristiques de variation de tension, telles que définies dans l'IEC 61000-4-15:2010

C.1 Vue d'ensemble

Les explications et descriptions suivantes sont reprises de l'IEC 61000-4-15:2010, afin d'aider l'utilisateur de cette norme en lui fournissant les informations nécessaires pour comprendre l'évaluation des paramètres directement mesurés dans ce document. Pour ceux qui souhaitent obtenir des informations supplémentaires concernant la fonctionnalité exacte du flickermètre en général, l'IEC 61000-4-15:2010 fournit les détails nécessaires pour une compréhension approfondie. En cas de doute, les définitions fournies dans l'IEC 61000-4-15:2010 prennent le pas sur les définitions données dans l'Annexe C. Cela est nécessaire car cette annexe n'est pas une copie exacte; elle a été légèrement modifiée pour améliorer sa compréhension en dehors de son contexte habituel.

Les paramètres directement mesurés (voir les définitions à l'Article 3 ainsi qu'à l'Article C.2 ci-dessous) ne font pas obligatoirement partie du flickermètre tel que défini dans l'IEC 61000-4-15:2010, mais ils devraient être évalués afin de vérifier leur conformité aux limites spécifiées à l'Article 6 de la présente norme. En raison d'interprétations différentes résultant d'une édition antérieure de la présente norme, les paramètres directement mesurés ont été définis en détail dans l'IEC 61000-4-15:2010, de sorte que les évaluations utilisant des flickermètres conformes à l'IEC 61000-4-15:2010 fournissent des résultats cohérents.

Lorsque l'on effectue un essai de fluctuation de tension et de papillotement (flicker), on distingue deux états fondamentaux: les périodes durant lesquelles la tension reste en régime permanent et les périodes durant lesquelles se produisent des variations de tension. Une définition correcte de ces états est obligatoire pour obtenir des résultats d'essai cohérents.

C.2 Termes et définitions

C.2.1

valeur efficace de demi-période de la tension

U_{hp}

tension efficace de la tension secteur, déterminée sur une demi-période, entre des passages par zéro consécutifs de la composante fondamentale de la tension

C.2.2

caractéristiques de la valeur efficace de demi-période

$U_{hp}(t)$

caractéristiques en fonction du temps de la valeur efficace de demi-période, déterminées à partir de valeurs successives de U_{hp}

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 61000-4-15:2010, Annexe B, pour plus d'explications.

C.2.3

caractéristiques de la valeur efficace relative de demi-période

$d_{hp}(t)$

caractéristiques en fonction du temps des valeurs efficaces de demi-période exprimées en tant que pourcentage de la tension nominale U_n

$$d_{hp}(t) = U_{hp}(t)/U_n$$

C.2.4**variation de tension en régime permanent** **$d_{c,i}$**

valeur de la différence entre deux valeurs en régime permanent successives, normalement exprimée en tant que pourcentage de U_n , c'est-à-dire $d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{start}, i}$

Note 1 à l'article: La polarité des variations en régime permanent doit être indiquée. Comme il s'ensuit à partir de la formule ci-dessus, si la tension diminue pendant une caractéristique de variation, la valeur d_c résultante sera positive. Si la tension augmente pendant une caractéristique de variation, la valeur d_c résultante sera négative.

C.2.5**variation maximale de tension pendant une caractéristique de variation de tension** **$d_{\text{max}, i}$**

valeur de la différence maximale entre le $d_{\text{end}, i-1}$ du dernier régime permanent et les valeurs $d_{\text{hp}}(t)$ suivantes, observée pendant une caractéristique de variation de tension, normalement exprimée en tant que pourcentage de U_n

$$d_{\text{max}, i} = \max (d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{hp}}(t))$$

Note 1 à l'article: L'évaluation de $d_{\text{max}, i}$ se termine dès qu'un nouveau régime permanent est établi, ou à la fin de la période d'observation. La polarité de la ou des variations doit être indiquée. Comme il s'ensuit à partir de la formule ci-dessus, si l'écart de tension maximal est observé pendant une réduction de la tension par rapport à $d_{\text{end}, i-1}$, la valeur $d_{\text{max}, i}$ résultante sera positive. Si l'écart de tension maximal est observé pendant une augmentation de tension par rapport à la valeur $d_{\text{end}, i-1}$ précédente, la valeur $d_{\text{max}, i-1}$ résultante sera négative.

C.2.6**variation maximale de tension en régime permanent pendant une période d'observation** **d_c**

valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs $d_{c,i}$, observée pendant une période d'observation:

$$d_c = \max_i (|d_{c,i}|)$$

C.2.7**valeur absolue maximale des variations de tension pendant une période d'observation** **d_{max}**

valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs $d_{\text{max}, i}$, observée pendant une période d'observation:

$$d_{\text{max}} = \max_i (|d_{\text{max}, i}|)$$

C.2.8**écart de tension** **$d(t)$**

écart entre la valeur $d_{\text{hp}}(t)$ présente et la valeur $d_{\text{end}, i-1}$ précédente à l'intérieur d'une caractéristique de variation de tension, exprimé en tant que pourcentage de U_n :

$$d(t) = d_{\text{end}, i-1} - d_{\text{hp}}(t)$$

Note 1 à l'article: La polarité est optionnelle. Si la polarité est indiquée, une chute de tension est considérée comme étant une valeur positive.

C.3 Tension en régime permanent et caractéristiques de variation de tension

Un état de régime permanent existe lorsque la tension efficace de demi-période U_{hp} reste dans la bande de tolérance spécifiée de $\pm 0,2 \%$ pendant un minimum de 100 demi-périodes de la fréquence fondamentale (50 Hz).

Au début de l'essai, la tension efficace moyenne, telle que mesurée pendant la dernière seconde précédant la période d'observation d'essai, doit être utilisée en tant que valeur de référence de départ pour les calculs de d_c et $d_{hp}(t)$, ainsi que pour les mesures de d_{max} , et $d(t)$. Dans le cas où un régime permanent n'est pas établi pendant des essais donnés, le paramètre d_c doit être rapporté comme étant nul.

Alors que la mesure pendant un essai progresse et qu'un régime permanent est établi, la moyenne glissante 1 seconde $U_{hp,avg}$ de U_{hp} est déterminée, c'est-à-dire que les 100 dernières valeurs de U_{hp} sont utilisées pour calculer $U_{hp,avg}$. Cette valeur $U_{hp,avg}$ est utilisée par la suite pour déterminer si, oui ou non, le régime permanent se poursuit, et c'est également la référence pour la détermination de d_c , d_{max} et T_{max} dans le cas où une variation de tension se produit.

Pour la détermination d'un $d_{c,i}$ de nouveau régime permanent après qu'une variation de tension s'est produite, une première valeur $d_{start,i} = d_{hp}(t = t_{start})$ est utilisée. Une bande de tolérance de $\pm 0,002 U_n$ ($\pm 0,2 \%$ de U_n) est déterminée autour de cette valeur. Le régime permanent est considéré comme établi si $U_{hp}(t)$ ne sort pas de la bande de tolérance pendant 100 demi-périodes consécutives de la fréquence fondamentale.

NOTE L'utilisation de ce paramètre $U_{hp,avg}$ évite que des tensions de ligne variant très lentement ne déclenchent une évaluation de d_c ou d_{max} , tout en réduisant les écarts entre deux instruments de mesure à moins de $0,4 \%$ de U_n ($+ 0,2 \%$ et $- 0,2 \%$).

Le régime permanent se termine lorsqu'une valeur $U_{hp}(t = t_x)$ suivante dépasse la bande de tolérance: $d_{hp}(t = t_x) > d_{hp,avg} + 0,002$ ou $d_{hp}(t = t_x) < d_{hp,avg} - 0,002$.

La dernière valeur dans la bande de tolérance est indiquée par: $d_{end,i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. La valeur $d_{hp}(t = t_x)$ est utilisée comme valeur de départ pour la détermination du $d_{c,i+1} = d_{start,i+1}$ du régime permanent suivant.

Si une valeur $d_{hp}(t > t_x)$ sort de la bande de tolérance avant les 100 demi-périodes requises pour l'établissement du régime permanent, cette nouvelle valeur U_{hp} est utilisée comme valeur de départ pour la détermination du prochain régime permanent $d_{c,i+1}$. Ainsi, un nouveau régime permanent est établi à l'instant où $U_{hp,avg}$ peut être déterminée.

C.4 Description illustrée des paramètres directement mesurés d_c , $d(t)$, d_{max} , et T_{max}

Les paramètres directement mesurés, d_c , d_{max} et T_{max} , sont comparés aux valeurs limites spécifiées à l'Article 5. Les exemples de l'Annexe C sont destinés à aider l'utilisateur de la présente norme à comprendre comment les paramètres directement mesurés sont évalués, et par conséquent comparés aux limites.

Les Tableaux C.1 et C.2 ci-dessous illustrent les spécifications d'essai pour $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$. Ces tableaux proviennent de l'IEC 61000-4-15:2010. Le paramètre $t_{d(t)} > 3,3 \%$ est désigné par $T_{\max}$ dans ce document (voir 3.5).

Tableau C.1 – Spécifications d'essais pour $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(extrait du Tableau 12 de l'IEC 61000-4-15:2010)

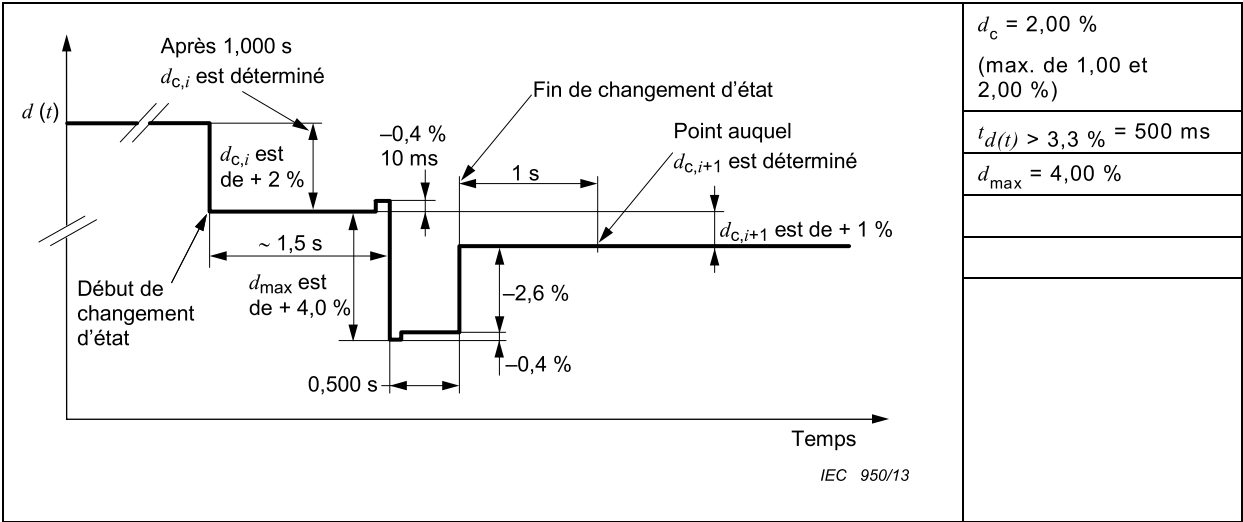
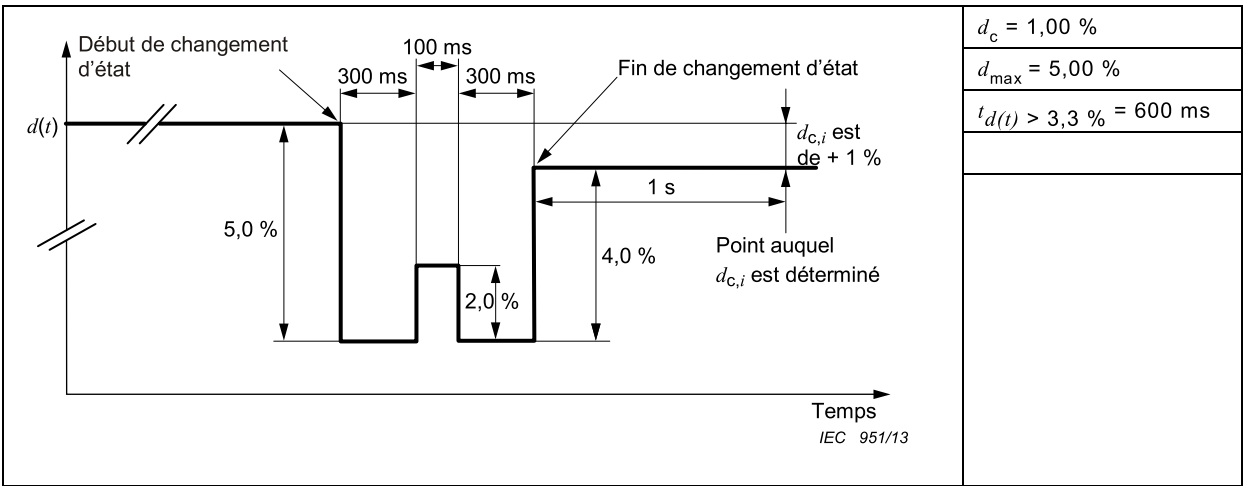
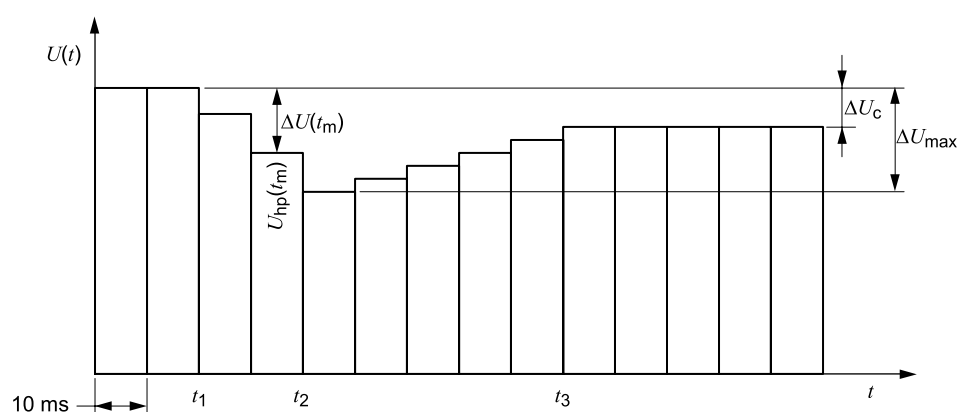


Tableau C.2 – Spécifications d'essais pour $d_c - d_{\max} - t_{d(t)} > 3,3 \%$
(extrait du Tableau 13 de l'IEC 61000-4-15:2010)





IEC 952/13

NOTE Temps de front $T_f = t_2 - t_1$
Temps de queue $T_t = t_3 - t_2$,
(voir Figure 5)

Figure C.1 – Évaluation de $U_{hp}(t)$

Annexe D (informative)

Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en entrée correspondant à un niveau $P_{st} = 1,0$ en sortie [IEC/TR 61000-3-7:2008]

**Tableau D.1 – Variations relatives de tension $\Delta V/V$ en
entrée correspondant à un niveau $P_{st} = 1,0$ en sortie**

Fréquence des variations (r) variations/min	Variation de tension %		Fréquence des variations (r) variations/min	Variation de tension %	
	Ampoule 120 V Système 60 Hz	Ampoule 230 V Système 50 Hz		Ampoule 120 V Système 60 Hz	Ampoule 230 V Système 50 Hz
0,1	8,202	7,4	176	0,739	0,64
0,2	5,232	4,58	273	0,65	0,56
0,4	4,062	3,54	375	0,594	0,5
0,6	3,645	3,2	480	0,559	0,48
1	3,166	2,724	585	0,501	0,42
2	2,568	2,211	682	0,445	0,37
3	2,25	1,95	796	0,393	0,32
5	1,899	1,64	1 020	0,35	0,28
7	1,695	1,459	1 055	0,351	0,28
10	1,499	1,29	1 200	0,371	0,29
22	1,186	1,02	1 390	0,438	0,34
39	1,044	0,906	1 620	0,547	0,402
48	1	0,87	2 400	1,051	0,77
68	0,939	0,81	2 875	1,498	1,04
110	0,841	0,725			
NOTE 1 Deux variations de tension consécutives (l'une positive et l'autre négative) constituent un «cycle». Ainsi, deux variations de tension par seconde correspondent à une fluctuation de 1 Hz.					
NOTE 2 Ces courbes sont basées sur des lampes à incandescence de 60 W. Tant qu'un autre équipement d'éclairage peut donner des résultats différents, ces courbes sont adoptées comme référence pour permettre des évaluations cohérentes à travers une large variété de situations.					
NOTE 3 D'autres versions de ce tableau existent dans la littérature mais avec des différences minimales.					

Bibliographie

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sous <http://www.electropedia.org>)

IEC/TR 61000-3-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-7: Limits – Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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