

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**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  $\leq 16$  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  $\leq 16$  A par phase et non  
soumis à un raccordement conditionnel**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://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.

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

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

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

### A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

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

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61000-3-3

Edition 2.0 2008-06

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**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  $\leq 16$  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  $\leq 16$  A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

T

ICS 33.100.10

ISBN 2-8318-9831-5

## CONTENTS

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                                                  | 3  |
| INTRODUCTION.....                                                                                                              | 5  |
| 1 Scope.....                                                                                                                   | 6  |
| 2 Normative references .....                                                                                                   | 6  |
| 3 Definitions .....                                                                                                            | 7  |
| 4 Assessment of voltage changes, voltage fluctuations and flicker .....                                                        | 8  |
| 4.1 Assessment of a relative voltage change, " $d$ " .....                                                                     | 8  |
| 4.2 Assessment of the short-term flicker value, $P_{st}$ .....                                                                 | 9  |
| 4.2.1 Flickermeter .....                                                                                                       | 9  |
| 4.2.2 Simulation method .....                                                                                                  | 9  |
| 4.2.3 Analytical method .....                                                                                                  | 9  |
| 4.2.4 Use of $P_{st} = 1$ curve.....                                                                                           | 10 |
| 4.3 Assessment of long-term flicker value, $P_{lt}$ .....                                                                      | 10 |
| 5 Limits .....                                                                                                                 | 10 |
| 6 Test conditions .....                                                                                                        | 11 |
| 6.1 General.....                                                                                                               | 11 |
| 6.2 Measurement accuracy .....                                                                                                 | 12 |
| 6.3 Test supply voltage .....                                                                                                  | 12 |
| 6.4 Reference impedance.....                                                                                                   | 12 |
| 6.5 Observation period .....                                                                                                   | 12 |
| 6.6 General test conditions.....                                                                                               | 13 |
| Annex A (normative) Application of limits and type test conditions<br>for specific equipment.....                              | 18 |
| Annex B (normative) Test conditions and procedures for measuring $d_{max}$ voltage<br>changes caused by manual switching ..... | 25 |
| Figure 1 – Reference network for single-phase and three-phase supplies derived<br>from a three-phase, four-wire supply.....    | 14 |
| Figure 2 – Histogram evaluation of $U(t)$ .....                                                                                | 15 |
| Figure 3 – Relative voltage change characteristic .....                                                                        | 15 |
| Figure 4 – Curve for $P_{st}=1$ for rectangular equidistant voltage changes .....                                              | 16 |
| Figure 5 – Shape factors $F$ for double-step and ramp-voltage characteristics.....                                             | 16 |
| Figure 6 – Shape factors $F$ for rectangular and triangular voltage characteristics .....                                      | 17 |
| Figure 7 – Shape factor $F$ for motor-start voltage characteristics<br>having various front times .....                        | 17 |
| Table 1 – Assessment method .....                                                                                              | 9  |
| Table A.1 – Electrode parameters .....                                                                                         | 23 |
| Table A.2 – Frequency factor $R$ related to repetition rate " $r$ " .....                                                      | 24 |

## 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  $\leq 16$  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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

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

This second edition IEC 61000-3-3 cancels and replaces the first edition published in 1994, amendment 1 (2001) and amendment 2 (2005). This edition constitutes a revised edition.

The document 77A/644/FDIS, circulated to the National Committees as amendment 3, led to the publication of the new edition.

The text of this standard is based on the first edition, its amendment 1, amendment 2 and on the following documents:

| FDIS         | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 77A/644/FDIS | 77A/650/RVD      |

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

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

Copyright International Electrotechnical Commission

## 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.

This part is a Product Family Standard.

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 may occur.

## 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 $\leq 16$ 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  $\leq 75$  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 The limits in this part of IEC 61000 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 referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

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

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

IEC 61000-3-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  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  $\leq 75$  A and subject to conditional connection*

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

### 3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61000-3, the following definitions apply.

#### 3.1

##### **r.m.s. voltage shape, $U(t)$**

the time function of r.m.s. voltage, evaluated as a single value for each successive half period between zero-crossings of the source voltage (see Figure 2)

#### 3.2

##### **voltage change characteristic, $\Delta U(t)$**

the time function of the r.m.s. voltage change evaluated as a single value for each successive half period between zero-crossings of the source voltage between time intervals in which the voltage is in a steady-state condition for at least 1 s (see Figure 2)

NOTE Since this characteristic is only used for assessments using calculations, the voltage in the steady-state condition is assumed to be constant within the measurement accuracy (see 6.2).

#### 3.3

##### **maximum voltage change characteristic, $\Delta U_{\max}$**

the difference between maximum and minimum r.m.s. values of a voltage change characteristic (see Figure 2)

#### 3.4

##### **steady-state voltage change, $\Delta U_c$**

the difference between two adjacent steady-state voltages separated by at least one voltage change characteristic (see Figure 2)

NOTE Definitions 3.2 to 3.4 relate to absolute phase-to-neutral voltages. The ratios of these magnitudes to the phase-to-neutral value of the nominal voltage ( $U_n$ ) of the reference network in Figure 1 are called:

- relative voltage change characteristic:  $d(t)$  (definition 3.2);
- maximum relative voltage change:  $d_{\max}$  (definition 3.3);
- relative steady-state voltage change:  $d_c$  (definition 3.4).

These definitions are explained by the example in Figure 3.

#### 3.5

##### **voltage fluctuation**

series of changes of r.m.s. voltage evaluated as a single value for each successive half-period between zero-crossings of the source voltage

#### 3.6

##### **flicker**

impression of unsteadiness of visual sensation induced by a light stimulus whose luminance or spectral distribution fluctuates with time. [IEV 161-08-13]

#### 3.7

##### **short-term flicker indicator, $P_{st}$**

the flicker severity evaluated over a short period (in minutes);  $P_{st} = 1$  is the conventional threshold of irritability

### 3.8

#### **long-term flicker indicator, $P_{lt}$**

the flicker severity evaluated over a long period (a few hours) using successive  $P_{st}$  values

### 3.9

#### **flickermeter:**

an instrument designed to measure any quantity representative of flicker

NOTE Measurements are normally  $P_{st}$  and  $P_{lt}$ . [IEV 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

#### **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 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.

### 3.12

#### **interface point**

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

## **4 Assessment of voltage changes, voltage fluctuations and flicker**

### **4.1 Assessment of a relative voltage change, "d"**

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

$$\Delta U = U(t_1) - U(t_2) \quad (1)$$

The r.m.s. values  $U(t_1)$ ,  $U(t_2)$  of the voltage shall be measured or calculated. When deducing r.m.s. values from oscillographic waveform, account should be taken of any waveform distortion that may be present. The voltage change  $\Delta U$  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.  $\Delta I_p$  and  $\Delta I_q$  are the active and reactive parts respectively of the current change,  $\Delta \underline{I}$ .

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

NOTE 1  $I_q$  is positive for lagging currents and negative for leading currents.

NOTE 2 If the harmonic distortion of the currents  $\underline{I}(t_1)$  and  $\underline{I}(t_2)$  is less than 10 %, the total r.m.s. value may be applied instead of the r.m.s. values of their fundamental currents.

NOTE 3 For single-phase and symmetrical three-phase equipment the voltage change can, provided X is positive (inductive), be approximated to:

$$\Delta U = |\Delta I_p \cdot R + \Delta I_q \cdot X| \quad (3)$$

where

$\Delta I_p$  and  $\Delta I_q$  are the active and reactive parts respectively of the current change  $\Delta \underline{I}$ ;

$R$  and  $X$  are the elements of the complex reference impedance  $\underline{Z}$  (see Figure 1).

The relative voltage change is given by:

$$"d" = \Delta U / U_n \quad (4)$$

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

The short-term flicker value  $P_{st}$  is defined in IEC 61000-4-15.

Table 1 shows alternative methods for evaluating  $P_{st}$ , due to voltage fluctuations of different types:

**Table 1 – Assessment method**

| Types of voltage fluctuations                                                                             | Methods of evaluation $P_{st}$                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| All voltage fluctuations (on-line evaluation)                                                             | Direct measurement                                    |
| All voltage fluctuations where $U(t)$ is defined                                                          | Simulation<br>Direct measurement                      |
| Voltage change characteristics according to Figures 5 to 7 with an occurrence rate less than 1 per second | Analytical method<br>Simulation<br>Direct measurement |
| Rectangular voltage change at equal intervals                                                             | Use of the $P_{st} = 1$ curve of Figure 4             |

### 4.2.1 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, and is connected as described in Clause 6 of this part. This is the reference method for application of the limits.

### 4.2.2 Simulation method

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

### 4.2.3 Analytical method

For voltage change characteristics of the types shown in Figures 5, 6 and 7, 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 recommended if the time duration between the end of one voltage change and the start of the next is less than 1 s.

#### 4.2.3.1 Description of the analytical method

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

$$t_f = 2,3 (F \cdot d_{\max})^{3,2} \quad (5)$$

- the maximum relative voltage change  $d_{\max}$  is expressed as a percentage of the nominal voltage;
- the shape factor,  $F$ , is associated with the shape of the voltage change characteristic (see 4.2.3.2).

The sum of the flicker impression times,  $\Sigma t_f$ , 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:

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

#### 4.2.3.2 Shape factor

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

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

NOTE 2 The relative voltage change characteristic may 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 histogram of  $U(t)$  (see Figure 3).

The shape factor may be deduced from Figures 5, 6 and 7, provided that the relative voltage change characteristic matches a characteristic shown in the Figures. If the characteristics match, proceed as follows:

- find the maximum relative voltage change  $d_{\max}$  (according to Figure 3); and
- find the time  $T(\text{ms})$  appropriate to the voltage change characteristic as shown in Figures 5, 6 and 7 and, using this value, obtain the required shape factor,  $F$ .

NOTE 3 Extrapolation outside the range of the Figures may lead to unacceptable errors.

#### 4.2.4 Use of $P_{\text{st}} = 1$ curve

In the case of rectangular voltage changes of the same amplitude " $d$ " separated by equal time intervals, the curve of Figure 4 may be used to deduce the amplitude corresponding to  $P_{\text{st}} = 1$  for a particular rate of repetition; this amplitude is called  $d_{\text{lim}}$ . The  $P_{\text{st}}$  value corresponding to the voltage change " $d$ " is then given by  $P_{\text{st}} = d/d_{\text{lim}}$ .

#### 4.3 Assessment of long-term flicker value, $P_{\text{lt}}$

The long-term flicker value  $P_{\text{lt}}$  is defined in IEC 61000-4-15 and shall be applied with the value of  $N = 12$  (see 6.5).

It is generally necessary to assess the value of  $P_{\text{lt}}$  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  $P_{\text{st}}$  shall not be greater than 1,0;
- the value of  $P_{\text{lt}}$  shall not be greater than 0,65;
- the value of  $d(t)$  during a voltage change shall not exceed 3,3 % for more than 500 ms;
- the relative steady-state voltage change,  $d_{\text{c}}$ , 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 will be further limited by the  $P_{st}$  and  $P_{lt}$  limit. For example: a  $d_{max}$  of 6 % producing a rectangular voltage change characteristic twice per hour will give 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 energised 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.

$P_{st}$  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.

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).

The relative voltage change  $d(t)$  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 accuracy

The magnitude of the current shall be measured with an accuracy of  $\pm 1$  % or better. If instead of active and reactive current the phase angle is used, its error shall not exceed  $\pm 2^\circ$ .

The relative voltage change " $d$ " shall be determined with a total accuracy better than  $\pm 8$  % with reference to the maximum value  $d_{\max}$ . 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 accuracy of  $\pm 8$  % is achieved during the whole assessment procedure.

NOTE The following method is not recommended where the measured values are close to the limits.

When 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.

## 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  $50 \text{ Hz} \pm 0,5$  %.

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  $P_{\text{st}}$  value is less than 0,4. This condition shall be verified before and after each test.

## 6.4 Reference impedance

For equipment under test the reference impedance,  $Z_{\text{ref}}$ , according to IEC 60725, is a conventional impedance used in the calculation and measurement of the relative voltage change " $d$ ", and the  $P_{\text{st}}$  and  $P_{\text{lt}}$  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  $P_{\text{st}}$ ,  $T_p = 10 \text{ min}$ ;
- for  $P_{\text{lt}}$ ,  $T_p = 2 \text{ h}$ .

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  $P_{\text{st}}$ , 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 will be measured during a total period of 50 min, and the remaining seven  $P_{st}$  values in the 2 h observation period will be 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. Particular test conditions for equipment not included in Annex A are under consideration.

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.

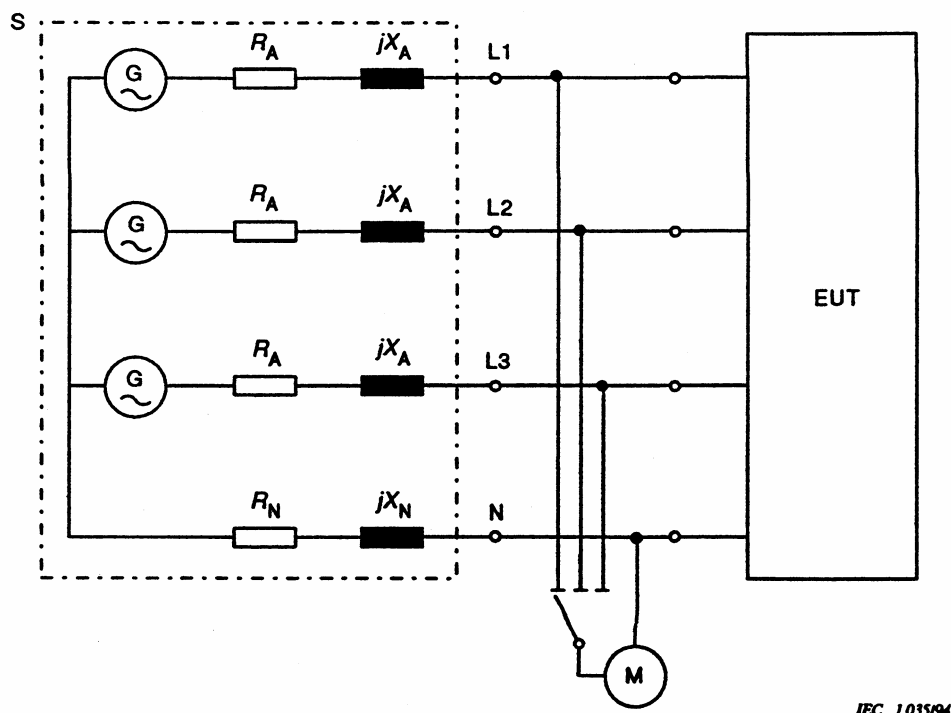
For motors, locked-rotor measurements may be used to determine the largest r.m.s. voltage change,  $d_{max}$ , occurring during motor starting.

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 control 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.



EUT equipment under test

M measuring equipment

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

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

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

The elements include the actual generator impedance.

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

G voltage source in accordance with 6.3.

NOTE 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**

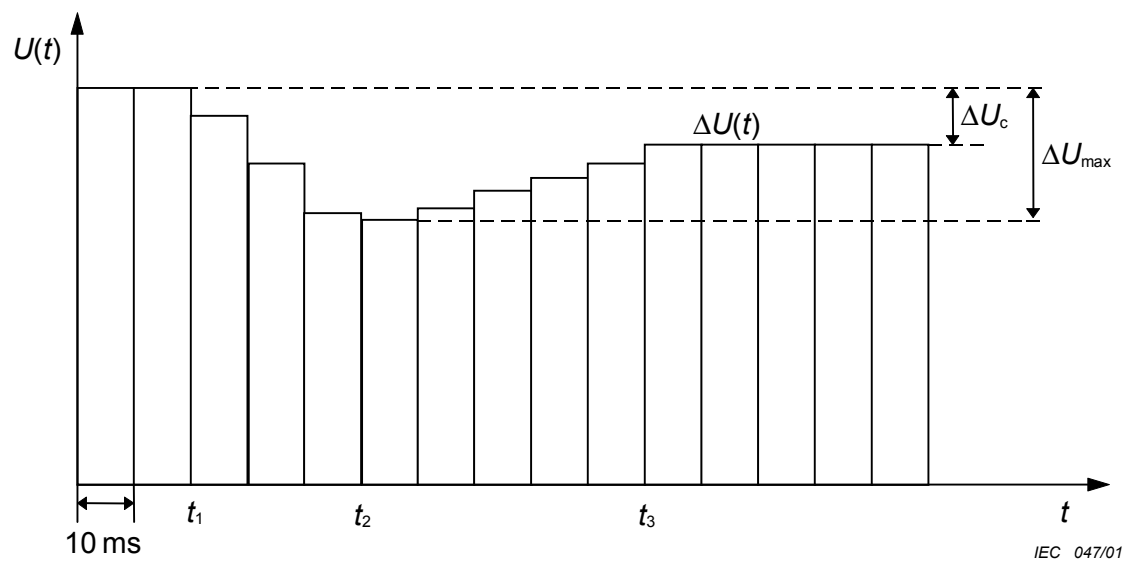


Figure 2 – Histogram evaluation of  $U(t)$

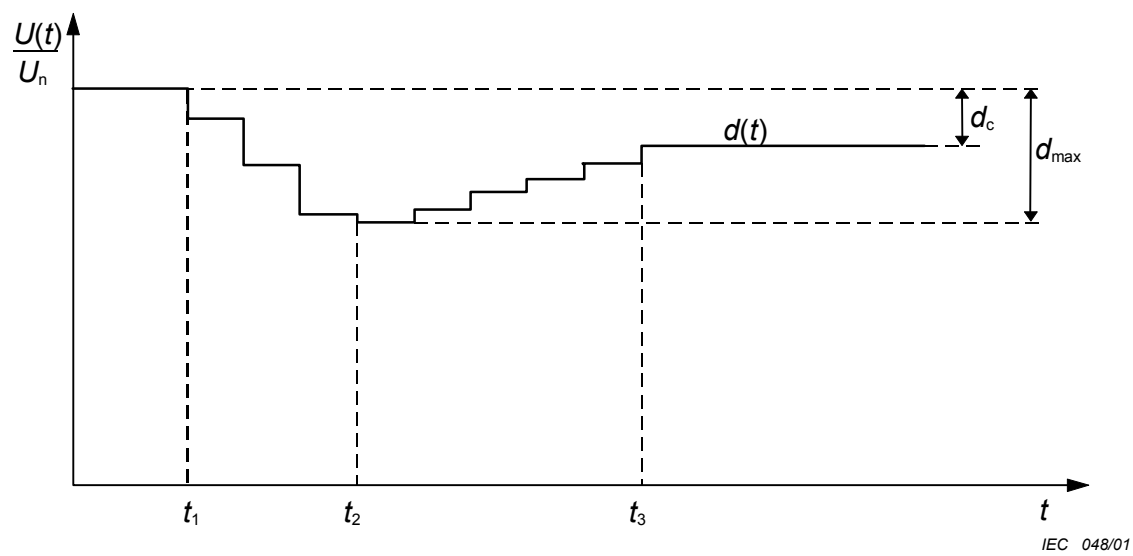
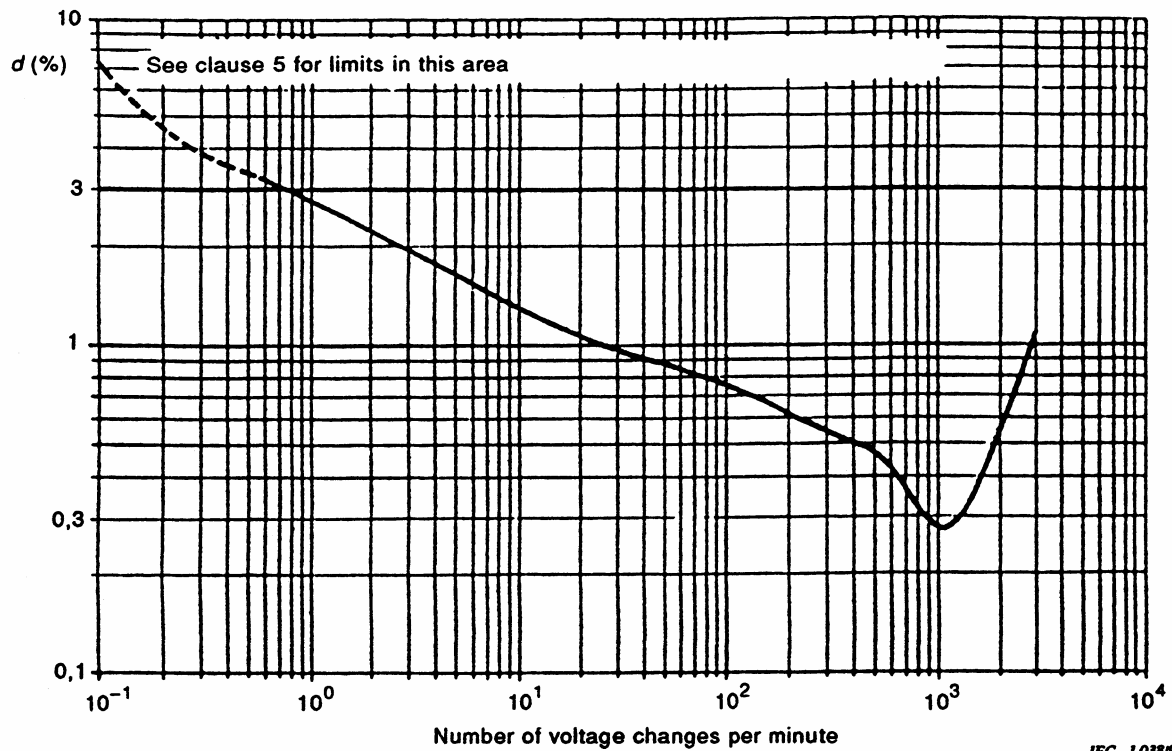


Figure 3 – Relative voltage change characteristic



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

Figure 4 – Curve for  $P_{st}=1$  for rectangular equidistant voltage changes

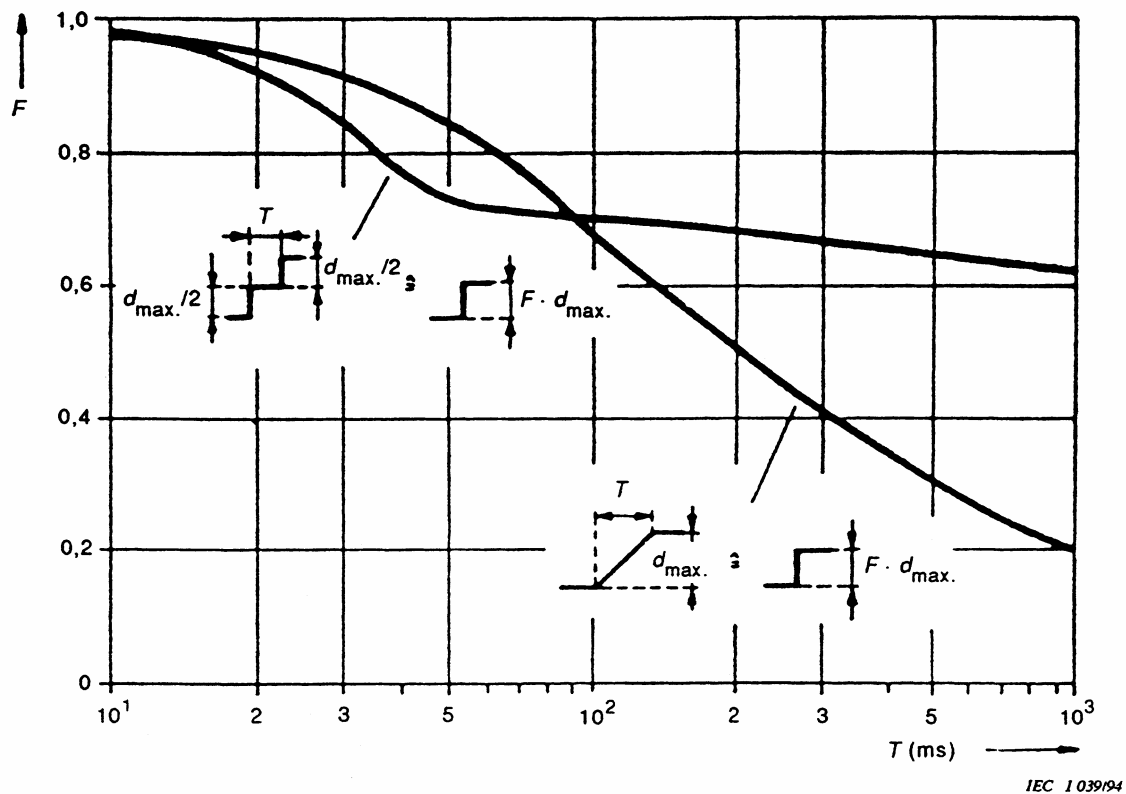


Figure 5 – Shape factors  $F$  for double-step and ramp-voltage characteristics

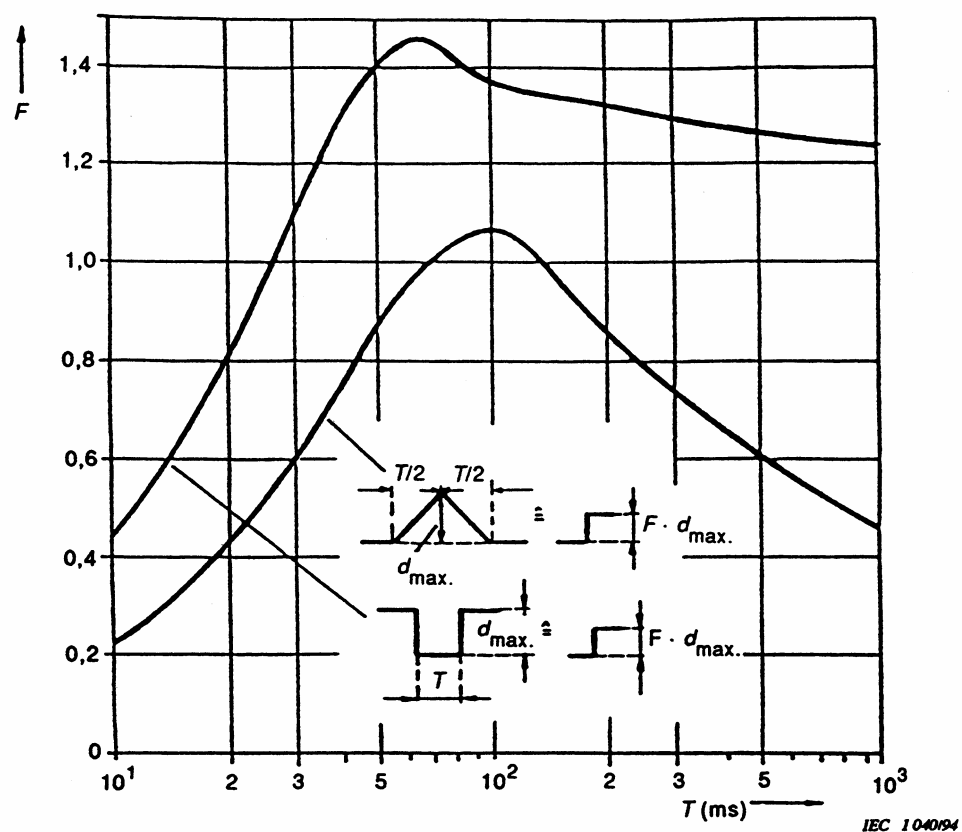
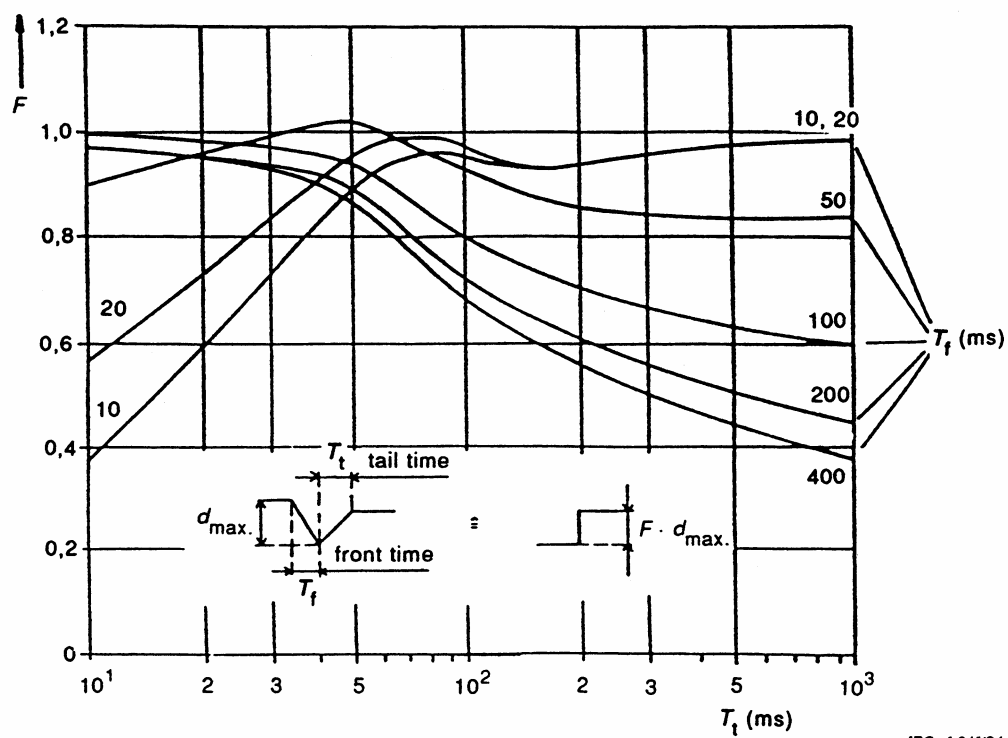


Figure 6 – Shape factors  $F$  for rectangular and triangular voltage characteristics



NOTE  $T_t = t_3 - t_2$ ,  $T_f = t_2 - t_1$  (see Figure 3).

Figure 7 – 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

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.1.1 Hotplates

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

| Diameter of<br>the hotplate<br>(mm) | Height of the pot<br>(mm) | Quantity of water<br>(g) |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 145                                 | about 140                 | 1 000 ± 50               |
| 180                                 | about 140                 | 1 500 ± 50               |
| 220                                 | about 120                 | 2 000 ± 50               |

Possible losses by evaporation have to 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 the Table. 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.

##### A.1.2 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 oven.

##### A.1.3 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.1.4 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 that available temperature closest to this value.

#### A.1.5 Microwave ovens

The microwave oven or the microwave function of a combination oven shall be tested 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. Load the oven with a glass bowl containing  $1\,000 \pm 50$  g of water.

### 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 flicker; for example: disco lighting and automatically regulated equipment.

No limits shall apply to lamps.

Incandescent lamp luminaires with ratings less than or equal to 1 000 W and discharge lamp luminaires with ratings less than or equal to 600 W, are deemed to comply with the  $d_{max}$  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 × 70 cm, dry weight from 140 g/m<sup>2</sup> to 175 g/m<sup>2</sup>.

The temperature of the fill water shall be:

- 65 °C ± 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 ± 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 °C ± 5 °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  $d(t)$ .

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

#### **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 cm × 70 cm, having a mass between 140 g/m<sup>2</sup> and 175 g/m<sup>2</sup> in the dry condition. The material shall be soaked with water having a temperature of 25 °C ± 5 °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<sup>2</sup> 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 this Annex 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 has to be chosen so that by means of the variation of water flow-rate all electric power consumption rates between  $P_{min}$  and  $P_{max}$  may 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 For some appliances, the maximum power  $P_{max}$  which can be chosen may 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 It may 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 has to be measured within a 10 min interval. In this interval, the power consumption has to 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.

### **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 minutes.

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**

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, 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.15.1 and A.15.2.

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.15.1 Evaluation of $P_{st}$

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 EUT is not suitable for these electrodes ( $I_{2max} < 130$  A), parameters representing a 2,5 mm electrode shall be used.

**Table A.1 – Electrode parameters**

| Diameter<br>mm | Basic data     |                |                |                  |                            |
|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------------------|
|                | $I_{nom}$<br>A | $U_{nom}$<br>V | Drops<br>l/min | $t_{drop}$<br>ms | $R_{short\ circuit}$<br>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,  $\Delta U$ , 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 existing, shall be set to the medium position, the connection to the dummy load should be made with two 3 m welding cables of 50 mm<sup>2</sup> Cu.

#### A.15.1.1 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,  $R_{short\ circuit}$  given in Table A.1. The difference of the measured r.m.s. input current values,  $\Delta I_{input}$ , is used to derive  $\Delta U$  values in the evaluation process.

#### A.15.1.2 Test procedure B

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

The parameters given in Table A.1 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.15.1.3 $P_{st}$ evaluation process

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

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

where

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

$F$  is an equivalence 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.2.

**Table A.2 – Frequency factor  $R$  related to repetition rate " $r$ "**

| $r$<br>in voltage changes<br>per minute | $R$  | $r$<br>in voltage changes<br>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.15.2 Test procedure for $d_c$

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 load equivalent to idling conditions. The difference between the r.m.s. input current values shall be used in the evaluation process.

#### A.15.2.1 Evaluation of $d_c$

$d_c$  shall be determined by application of the following equation:

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

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.

## **Annex B**

(normative)

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

#### **B.1 Introduction**

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.

#### **B.2 Procedure**

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 may be natural or forced, and the cooling period should be 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.

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                | 27 |
| INTRODUCTION .....                                                                                                                                | 29 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                     | 30 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                     | 30 |
| 3 Définitions .....                                                                                                                               | 31 |
| 4 Estimation des variations de tension, des fluctuations de tension<br>et du papillotement (flicker) .....                                        | 32 |
| 4.1 Evaluation en valeur relative d'une variation de tension « <i>d</i> » .....                                                                   | 32 |
| 4.2 Evaluation de la valeur du flicker de courte durée, $P_{st}$ .....                                                                            | 33 |
| 4.2.1 Flickermètre .....                                                                                                                          | 33 |
| 4.2.2 Méthodes de simulation .....                                                                                                                | 33 |
| 4.2.3 Méthode analytique .....                                                                                                                    | 33 |
| 4.2.4 Utilisation de la courbe $P_{st} = 1$ .....                                                                                                 | 34 |
| 4.3 Evaluation de la valeur du flicker de longue durée $P_{lt}$ .....                                                                             | 34 |
| 5 Limites .....                                                                                                                                   | 34 |
| 6 Conditions d'essai .....                                                                                                                        | 35 |
| 6.1 Généralités .....                                                                                                                             | 35 |
| 6.2 Précision de mesure .....                                                                                                                     | 36 |
| 6.3 Tension d'alimentation d'essai .....                                                                                                          | 36 |
| 6.4 Impédance de référence .....                                                                                                                  | 37 |
| 6.5 Période d'observation .....                                                                                                                   | 37 |
| 6.6 Conditions générales d'essai .....                                                                                                            | 37 |
| Annexe A (normative) Application des limites et conditions d'essai de type<br>pour équipements particuliers .....                                 | 42 |
| Annexe B (normative) Conditions et procédures d'essai pour la mesure<br>des variations de tension $d_{max}$ dues à une commutation manuelle ..... | 50 |
| Figure 1 – Réseau de référence pour alimentations monophasées et triphasées<br>dérivées d'une alimentation triphasée, quatre conducteurs .....    | 38 |
| Figure 2 – Evaluation à partir de l'histogramme de $U(t)$ .....                                                                                   | 39 |
| Figure 3 – Caractéristique de la variation relative de tension .....                                                                              | 39 |
| Figure 4 – Courbe pour $P_{st}=1$ des variations de tension rectangulaires équidistantes .....                                                    | 40 |
| Figure 5 – Facteurs de forme $F$ pour des caractéristiques de tension<br>en double échelon et en rampe .....                                      | 40 |
| Figure 6 – Facteurs de forme $F$ pour des caractéristiques rectangulaires<br>et triangulaires .....                                               | 41 |
| Figure 7 – Facteurs de forme $F$ des caractéristiques de tension de démarrage<br>de moteurs pour différents temps de front .....                  | 41 |
| Tableau 1 – Méthodes d'évaluation .....                                                                                                           | 33 |
| Tableau A.1 – Paramètres de l'électrode .....                                                                                                     | 47 |
| Tableau A.2 – Facteur de fréquence $R$ lié au taux de répétition $r$ .....                                                                        | 48 |

## 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  $\leq 16$  A  
par phase et non soumis à un raccordement conditionnel**

## AVANT-PROPOS

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

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

Cette deuxième édition de la CEI 61000-3-3 annule et remplace la première édition parue en 1994, l'amendement 1 (2001) et l'amendement 2 (2005). Cette édition constitue une édition révisée.

Le document 77A/644/FDIS, circulé comme amendement 3 auprès des Comités nationaux de la CEI, a conduit à la publication de la nouvelle édition.

Le texte de cette norme est basé sur la première édition, son amendement 1, son amendement 2 et les documents suivants:

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| FDIS         | Rapport de vote |
| 77A/644/FDIS | 77A/650/RVD     |

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

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

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

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

## INTRODUCTION

La CEI 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties conformément à la structure suivante:

### Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

### Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

### Partie 3: Limites

Limites d'émission

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

### Partie 4: Techniques d'essais et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essais

### 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.

La présente partie est une Norme de Famille de Produits.

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.

## 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 $\leq 16$ A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de la CEI 61000 traite des limitations des fluctuations de tension et du flicker appliqués 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 la CEI 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 la CEI 61000 lorsqu'ils sont testés sur l'impédance de référence  $Z_{ref}$  de 6.4, et qui de ce fait ne peuvent vérifier cette partie, peuvent être à nouveau testés ou évalués pour satisfaire aux prescriptions de la CEI 61000-3-11, qui s'applique aux matériels ayant un courant appelé  $\leq 75$  A par phase et soumis à un raccordement conditionnel.

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

NOTE Les limites de la présente partie de la CEI 61000 sont principalement fondées sur la sévérité subjective du papillotement (flicker) 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 de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI/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 de  $\leq 75$  A par phase*

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

CEI 61000-3-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils  $\leq 16$  A par phase)*

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

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

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61000-3, les définitions suivantes sont applicables.

#### 3.1

##### **forme de la tension efficace, $U(t)$**

fonction temporelle de la tension efficace, évaluée comme valeur unique pour chaque demi-période consécutive comprise entre les passages par zéro de la tension source (voir la Figure 2)

#### 3.2

##### **caractéristique de la variation de tension, $\Delta U(t)$**

fonction temporelle de la variation de tension efficace évaluée comme valeur unique pour chaque demi-période consécutive comprise entre les passages par zéro de la tension source, comportant des intervalles de temps dont la tension est en régime permanent pendant au moins 1 s (voir Figure 2)

NOTE Cette caractéristique étant seulement utilisée par l'évaluation de la mesure, la tension en régime permanent est considérée comme étant constante pour la précision de cette mesure (voir 6.2).

#### 3.3

##### **caractéristique de la variation maximale de tension, $\Delta U_{\max}$**

différence entre les valeurs de tension efficace maximale et minimale d'une caractéristique de variation de tension (voir Figure 2)

#### 3.4

##### **variation de tension permanente, $\Delta U_c$**

différence entre deux tensions stables consécutives, séparées par au moins une variation de tension (voir Figure 2)

NOTE Les définitions 3.2 à 3.4 concernent des variations absolues de tensions entre phase et neutre. Les rapports de ces grandeurs et de la valeur phase-neutre de la tension nominale ( $U_n$ ) du réseau de référence de la Figure 1 sont dénommés:

- caractéristique de la variation relative de tension:  $d(t)$  (définition 3.2);
- valeur relative maximale de la variation de tension:  $d_{\max}$  (définition 3.3);
- variation relative de la tension permanente:  $d_c$  (définition 3.4).

Ces définitions sont expliquées dans l'exemple de la Figure 3.

#### 3.5

##### **fluctuation de tension**

série de variations de la tension efficace évaluée comme valeur unique pour chaque demi-période consécutive entre les passages par zéro de la tension source

#### 3.6

##### **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. [VEI 161-08-13]

### 3.7

#### **mesure du flicker de courte durée, $P_{st}$**

sévérité du flicker évaluée sur une période de courte durée (en minutes),  $P_{st} = 1$  est, par convention, le seuil de gêne

### 3.8

#### **mesure du flicker de longue durée, $P_{lt}$**

sévérité du flicker évaluée sur une période de longue durée (quelques heures) en utilisant les valeurs successives des  $P_{st}$

### 3.9

#### **flickermètre**

appareil destiné à mesurer une grandeur représentative du phénomène de papillotement

NOTE Les mesures sont, normalement,  $P_{st}$  et  $P_{lt}$ . [VEI 161-08-14]

### 3.10

#### **temps d'impression de flicker, $t_f$**

valeur dont la dimension temporelle définit l'impression de papillotement d'une caractéristique de variation de tension

### 3.11

#### **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 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.

### 3.12

#### **point de raccordement**

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

## **4 Estimation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement (flicker)**

### **4.1 Evaluation en valeur relative d'une variation de tension «d»**

L'évaluation du flicker est faite à partir de la caractéristique de la variation de tension aux bornes de l'équipement en essai, c'est-à-dire de la différence  $\Delta U$  entre deux valeurs consécutives des tensions entre phase et neutre  $U(t_1)$  et  $U(t_2)$ :

$$\Delta U = U(t_1) - U(t_2) \quad (1)$$

Les valeurs efficaces  $U(t_1)$ ,  $U(t_2)$  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  $\Delta U$  est due à une variation de la chute de tension aux bornes de l'impédance complexe  $\underline{Z}$ , causée par la variation  $\Delta \underline{I}$ , du courant  $\underline{I}$  à l'entrée de l'équipement en essai.  $\Delta I_p$  et  $\Delta I_q$  sont respectivement les parties actives et réactives de la variation de courant,  $\Delta \underline{I}$ .

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

NOTE 1  $I_q$  est positif pour des courants en retard sur la tension et négatif pour des courants en avance.

NOTE 2 Si la distorsion harmonique des courants  $\underline{I}(t_1)$  et  $\underline{I}(t_2)$  est inférieure à 10 %, on pourra utiliser la valeur efficace totale au lieu des valeurs efficaces de leurs courants fondamentaux.

NOTE 3 Pour des matériels monophasés et triphasés symétriques, et à condition que  $X$  soit positif (inductif), la variation de tension peut être d'environ:

$$\Delta U = |\Delta I_p \cdot R + \Delta I_q \cdot X| \quad (3)$$

où

$\Delta I_p$  et  $\Delta I_q$  sont les parties active et réactive de la variation de courant  $\Delta I$ .

$R$  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:

$$\ll d \gg = \Delta U / U_n \quad (4)$$

## 4.2 Evaluation de la valeur du flicker de courte durée, $P_{st}$

La valeur du flicker de courte durée,  $P_{st}$ , est définie dans la CEI 61000-4-15.

Le Tableau 1 présente différentes possibilités d'évaluation du  $P_{st}$  dues à des fluctuations de tension de différents types:

**Tableau 1 – Méthodes d'évaluation**

| Types de fluctuations de tension                                                                                               | Méthodes d'évaluation du $P_{st}$                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Toutes fluctuations de tension confondues (évaluation directe)                                                                 | Mesure directe                                       |
| Toutes fluctuations de tension confondues où $U(t)$ est défini                                                                 | Simulation<br>Mesure directe                         |
| Caractéristiques de la variation de tension selon les Figures 5 à 7 avec une fréquence d'apparition inférieure à 1 par seconde | Méthode analytique<br>Simulation<br>Mesure directe   |
| Variations de tension rectangulaires à intervalles réguliers                                                                   | Utilisation de la courbe $P_{st} = 1$ de la Figure 4 |

### 4.2.1 Flickermètre

Toute fluctuation de tension peut être évaluée par mesure directe en utilisant un flickermètre qui satisfait aux spécifications données dans la CEI 61000-4-15 et qui est raccordé comme indiqué à l'Article 6 de la présente partie. C'est la méthode de référence pour la détermination des limites.

### 4.2.2 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.

### 4.2.3 Méthode analytique

Pour des caractéristiques de la variation de tension des types présentés aux Figures 5, 6 et 7, la valeur du  $P_{st}$  peut être évaluée par une méthode analytique à l'aide des équations (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 On ne recommande pas l'utilisation de cette méthode si le temps séparant la fin d'une variation de tension et le début de la suivante est inférieur à 1 s.

#### 4.2.3.1 Description de la méthode analytique

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

$$t_f = 2,3 (F \cdot d_{\max})^{3,2} \quad (5)$$

- la variation de tension relative maximale  $d_{\max}$  est exprimée en pourcentage de la tension nominale;
- le facteur de forme,  $F$ , est associé à la forme de la caractéristique de la variation de tension de l'onde (voir 4.2.3.2).

La somme des temps de rémanence,  $\Sigma t_f$ , 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, on l'appelle «temps d'observation» et:

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

#### 4.2.3.2 Facteur de forme

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

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

NOTE 2 La caractéristique de la 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 équations (1) à (4)).

La caractéristique de la variation relative de tension doit être obtenue à partir d'un histogramme de  $U(t)$  (voir Figure 3).

Le facteur de forme peut être déduit des Figures 5, 6 et 7 si la forme de la caractéristique de la variation relative de tension correspond à une des caractéristiques de ces figures. Si les formes d'onde correspondent, procéder comme suit:

- trouver la variation de tension relative maximale  $d_{\max}$  (selon la Figure 3); et
- trouver la durée  $T(\text{ms})$  appropriée à la caractéristique de la variation de tension selon la méthode indiquée aux Figures 5, 6 et 7; 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.

#### 4.2.4 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 4 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 flicker de longue durée $P_{lt}$

La valeur du flicker de longue durée  $P_{lt}$  est définie dans la CEI 61000-4-15 et 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 pouvoir s'appliquer aux fluctuations de tension et au papillotement aux bornes d'alimentation de matériel soumis à essai, et doivent être 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;
- la valeur de  $d(t)$  lors d'une variation de tension ne doit pas dépasser 3,3 % pour une durée de plus de 500 ms;
- la variation relative 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,
    - 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 manuellement, suite à l'interruption de l'alimentation.

NOTE La fréquence de cyclage est également limitée par la valeur de  $P_{st}$  et de  $P_{lt}$ . 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 6.6, les limites b) et c) doivent s'appliquer uniquement s'il existe un redémarrage avec retard ou manuel suite à une coupure d'alimentation; pour tout matériel mis sous tension immédiatement après une interruption d'alimentation, la limite a) doit s'appliquer; pour tout matériel avec redémarrage manuel, les limites b) et c) doivent s'appliquer suivant le taux de commutation.

Les prescriptions 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 flicker significatif.

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 enclenchement varie avec une fluctuation de 1,5 A.

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 la CEI 61000-4-15).

La variation de tension relative  $d(t)$  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 Précision de mesure

La précision de mesure de la valeur du courant doit être au moins égale à  $\pm 1$  %. Si l'angle de phase est utilisé à la place des courants actifs et réactifs, l'erreur ne devra pas dépasser  $\pm 2$  degrés.

La précision de mesure de la variation de tension relative « $d$ » doit être d'au moins  $\pm 8$  % par rapport à la valeur maximale  $d_{\max}$ . 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 précision globale de  $\pm 8$  % tout au long de l'essai d'évaluation.

NOTE La méthode suivante n'est pas recommandée lorsque les résultats de mesure sont voisins des limites acceptables.

Lorsque l'impédance de source n'est pas bien définie, c'est-à-dire lorsque 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 maximale de tension relative  $d_{\max}$  aux bornes de l'alimentation soit inférieure à 20 % de la valeur maximale  $d_{\max}$  mesurée aux bornes de l'appareil.

## 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  $\pm 0,5$  %.

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  $P_{st}$  est inférieure à 0,4. Cette condition doit être vérifiée avant et après chaque essai.

## 6.4 Impédance de référence

Pour un équipement en essai, l'impédance de référence,  $Z_{ref}$ , définie dans la CEI 60725 est une impédance utilisée par convention pour le calcul et la mesure de la variation de tension relative « $d$ », de la valeur du  $P_{st}$  et celle 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 flicker, 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, il est nécessaire d'effectuer cinq mesures de valeurs du  $P_{st}$  consécutives pendant une durée totale de 50 min, et les sept valeurs du  $P_{st}$  restantes correspondant à la période d'observation de 2 h doivent être 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 flicker. 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 préconisés par le fabricant dans le mode d'emploi ou qui sont susceptibles d'être utilisées. Des conditions d'essais particulières pour des équipements non cités en Annexe A sont à l'étude.

L'appareil doit être essayé dans les conditions telles que celles indiquées par le fabricant. Il peut être nécessaire d'effectuer des fonctionnements préliminaires des commandes motorisées 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 chargement mécanique et/ou électrique.

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.

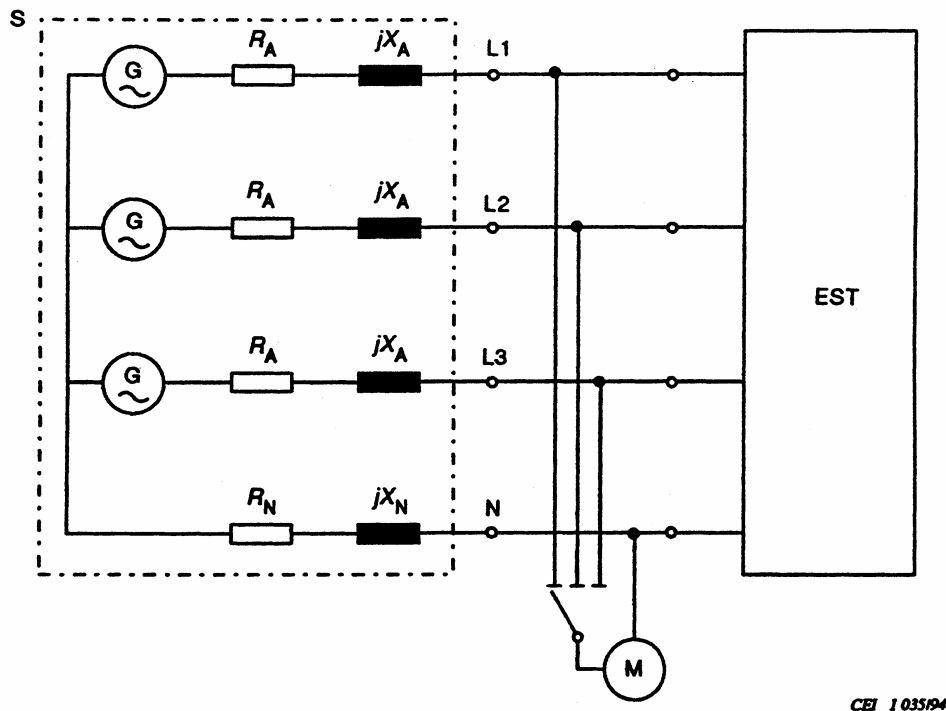
Pour les équipements dotés de plusieurs circuits de contrôle-commande séparés, les conditions sont les suivantes:

- 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 les faire fonctionner simultanément;

- si les circuits de contrôle-commande sont conçus pour fonctionner simultanément, l'ensemble des circuits commandés est considéré comme un seul appareil.

Si le système de contrôle-commande régule une partie de la charge totale, on ne considère 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.



EST 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:

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

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

Les éléments comprennent l'impédance réelle du générateur.

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

G source de tension, conformément à 6.3.

NOTE 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**

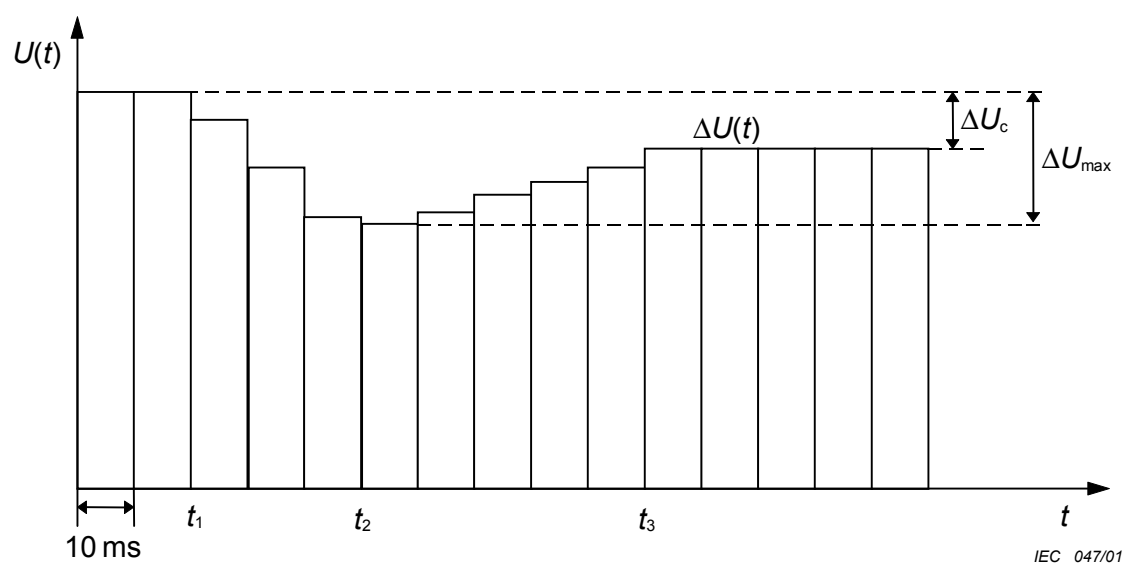


Figure 2 – Evaluation à partir de l’histogramme de  $U(t)$

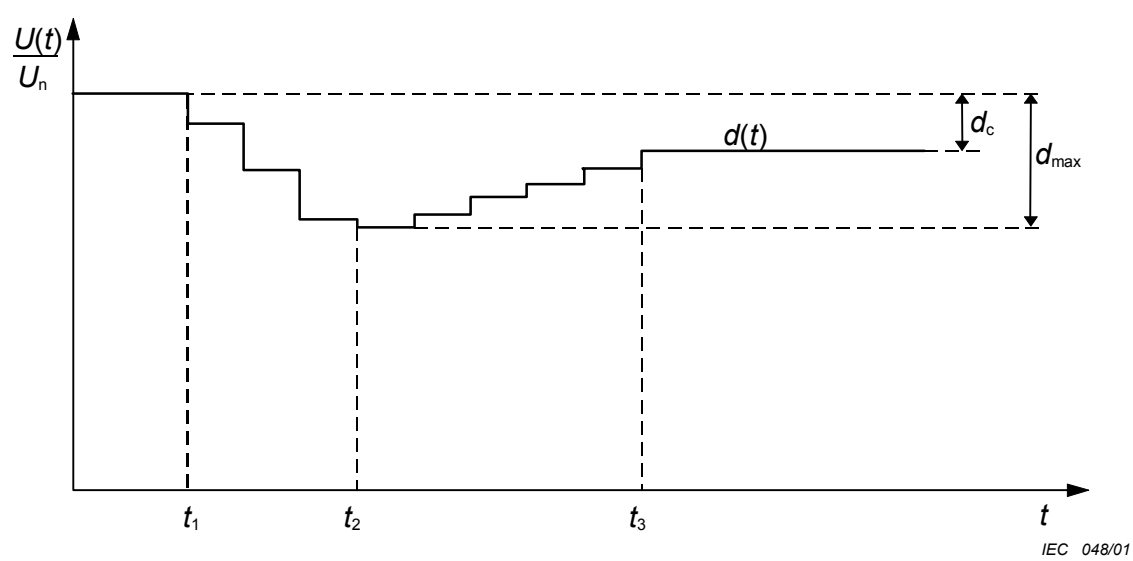
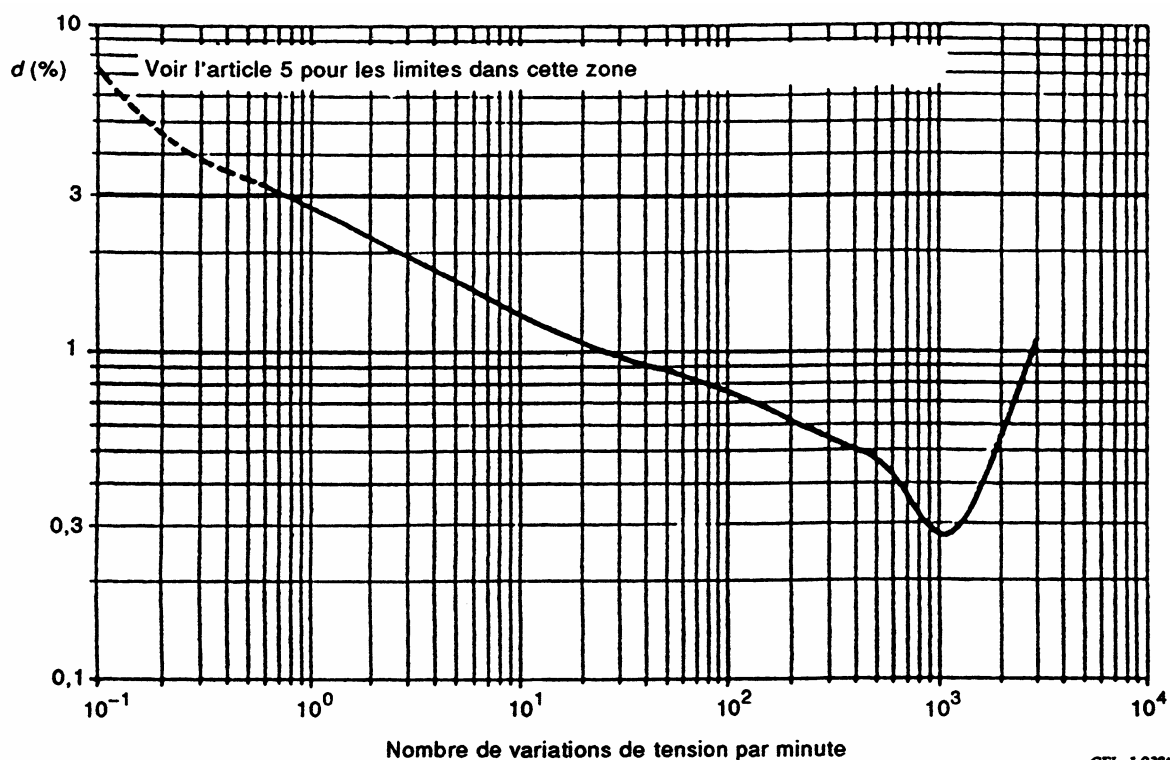


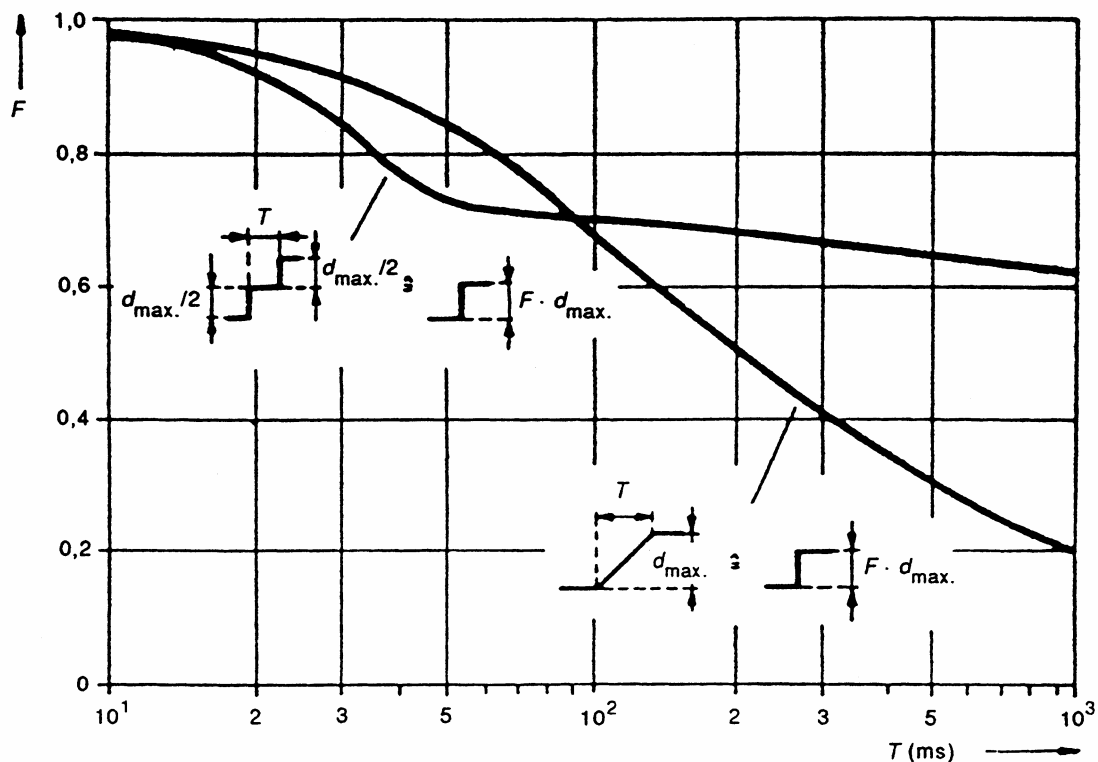
Figure 3 – Caractéristique de la variation relative de tension



CEI 1038/94

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

Figure 4 – Courbe pour  $P_{st}=1$  des variations de tension rectangulaires équidistantes



CEI 1039/94

Figure 5 – Facteurs de forme  $F$  pour des caractéristiques de tension en double échelon et en rampe

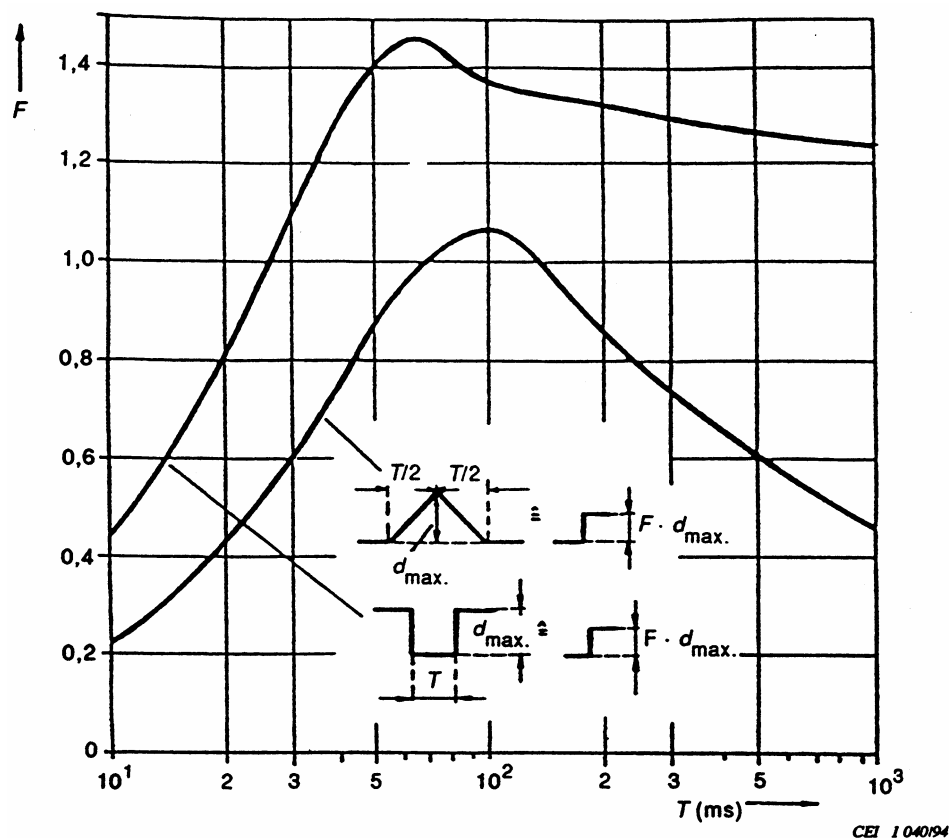
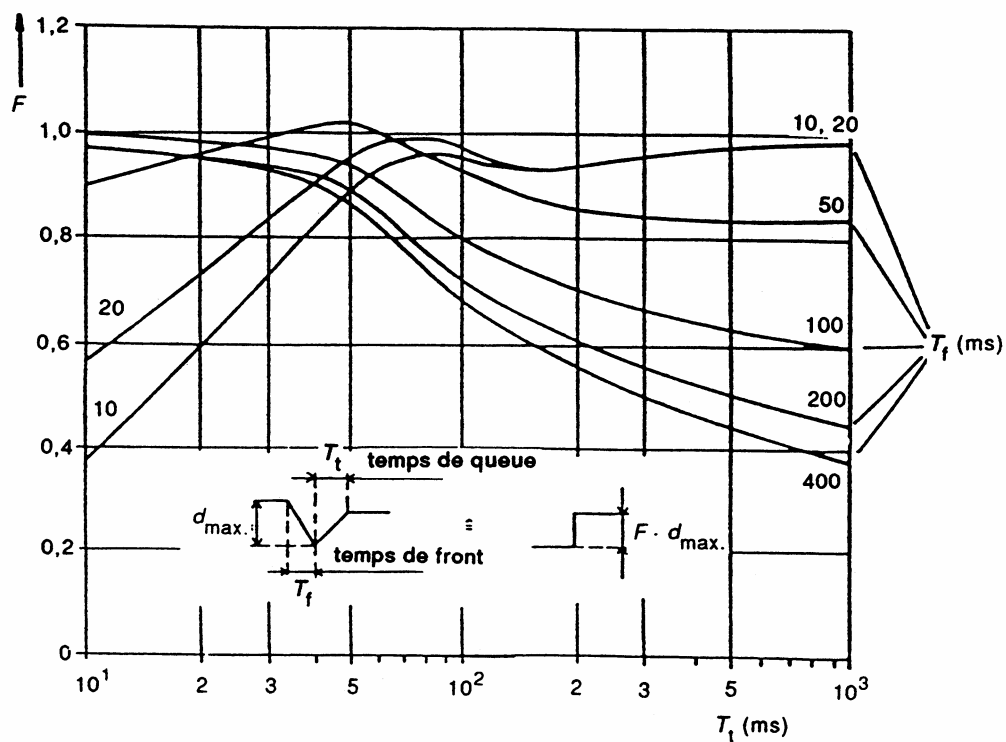


Figure 6 – Facteurs de forme  $F$  pour des caractéristiques rectangulaires et triangulaires



NOTE  $T_t = t_3 - t_2$ ,  $T_f = t_2 - t_1$  (voir Figure 3).

Figure 7 – 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 de type pour équipements particuliers

#### A.1 Conditions d'essais des cuisinières

L'évaluation du  $P_{lt}$  n'est pas demandée pour les cuisinières destinées à être utilisées par les ménages.

Sauf indication contraire, la mesure du  $P_{st}$  doit être effectuée dans des conditions de température stable.

Chaque plaque doit être essayée séparément comme suit:

##### A.1.1 Plaque électrique

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

| Diamètre de<br>la plaque chauffante<br>(mm) | Hauteur de<br>la casserole<br>(mm) | Quantité d'eau<br>(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 possibles 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.

- a) 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.
- b) 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. On règle la commande de la plaque pour obtenir 180 °C, température mesurée par un thermocouple plongé au centre géométrique de l'huile.
- c) Gamme totale de puissance: on vérifie la gamme de puissance totale de manière continue pendant une période d'observation de 10 min. Si les boutons de réglage ont des niveaux de puissance discrets, tous les niveaux sont testés jusqu'à un maximum de 20. S'il n'y a pas de niveaux, la gamme totale est divisée en 10 pas égaux. Les mesures sont alors effectuées en débutant au niveau de puissance le plus élevé.

##### A.1.2 Fours à pâtisserie

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.1.3 Grills

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

### A.1.4 Combiné four/grill

Le combiné four/grill doit être testé 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.1.5 Fours à micro-ondes

Le four à micro-ondes ou la fonction micro-ondes d'un four combiné doit être testé 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. Un récipient de verre rempli avec 1 000 g  $\pm$  50 g d'eau est introduit dans le four.

## A.2 Conditions d'essai pour l'éclairage et les matériels similaires

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 voyants.

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  $P_{st}$  et  $P_{lt}$  sont nécessaires uniquement pour les systèmes d'éclairage susceptibles de produire un papillotement, comme par exemple, les éclairages de discothèques et les systèmes réglés automatiquement.

Aucune limite ne doit s'appliquer aux lampes.

On estime que les éclairages composés de lampes à incandescence dont la puissance est inférieure ou égale à 1 000 W et ceux composés de lampes à décharge dont la puissance est inférieure ou égale à 600 W sont conformes aux limites de  $d_{max}$  indiquées dans la présente norme et qu'ils ne doivent pas être soumis à l'essai. Les éclairages dont la puissance en watts est supérieure et qui ne peuvent pas être conformes à cette partie de la CEI 61000 doivent être soumis à un raccordement conditionnel (CEI 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  $\times$  70 cm, d'un poids à sec de 140 g/m<sup>2</sup> à 175 g/m<sup>2</sup>.

La température de l'eau de remplissage doit être

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

Pour les lave-linge avec un programmeur, le programme coton 60 °C sans pré-lavage, s'il est disponible, doit être utilisé, sinon le programme normal sans pré-lavage 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  $65\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  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  $90\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  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  $d(t)$ .

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

#### **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 une pièce de coton à double ourlet pré-lavée, de taille approximativement égale à  $70\text{ cm} \times 70\text{ cm}$ , dont la masse est comprise entre  $140\text{ g/m}^2$  et  $175\text{ g/m}^2$  à sec. Le matériel doit être mouillé par une eau dont la température est de  $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  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.

Le  $P_{st}$  et le  $P_{lt}$  doivent être mesurés.

#### **A.5 Conditions d'essai pour les réfrigérateurs**

Les réfrigérateurs doivent être testés 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 est effectuée lorsque le régime de stabilité de la température est atteint. Le  $P_{st}$  et le  $P_{lt}$  ne seront pas mesurés.

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

L'appareil doit être testé pour 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  $80\text{ g/m}^2$ , 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 sont pas mesurés pour les aspirateurs.

#### **A.8 Conditions d'essai pour les mixeurs alimentaires**

Le  $P_{st}$  et le  $P_{lt}$  ne sont pas mesurés pour les mixeurs alimentaires.

## A.9 Conditions d'essai pour les outils portables

Le  $P_{lt}$  n'est pas mesuré pour les outils portables. Le  $P_{st}$  n'est pas 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  $P_{lt}$  n'est pas mesuré 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 doit être essayée en continu pendant une période d'observation de 10 min. Si les interrupteurs de réglage comportent des niveaux de puissance discrets, tous les niveaux doivent être testés jusqu'à un maximum de 20 niveaux. S'il n'y a pas de niveaux, la plage de puissance totale est divisée en 10 pas égaux. On effectue alors les mesures 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'essais spéciale de cette Annexe 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 Pour certains appareils, la puissance maximale  $P_{max}$  pouvant être sélectionnée est 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 réaugmenté jusqu'à la consommation de puissance  $P_{max}$  sur 20 autres pas environ 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 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 flicker  $P_{st,z}$  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 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.

Le  $P_{lt}$  n'est pas 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 la CEI 61000-3-2.

### 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'allumage et d'extinction 24 fois et évaluer les résultats conformément à l'Annexe B. Cependant, si le premier résultat du test n'est pas dans la bande des  $\pm 10\%$  autour de la limite, le matériel peut être évalué pour simplifier sur la base d'un simple résultat et le test est terminé.

b) par une méthode analytique, utilisant comme courant de démarrage

- le courant rotorique verrouillé et le facteur de puissance du compresseur et de toute autre charge (par exemple un moteur de ventilateur), qui sont allumés 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

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 5 c), 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.15.1 et A.15.2.

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

### A.15.1 Evaluation de $P_{st}$

Pour évaluer la valeur du flicker de courte durée  $P_{st}$  des matériels de soudage MMA, des essais doivent être effectués 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.1 – Paramètres de l'électrode**

| Diamètre<br>mm | Données de base |                |                 |                   |                            |
|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------------------|
|                | $I_{nom}$<br>A  | $U_{nom}$<br>V | Chutes<br>l/min | $t_{chute}$<br>ms | $R_{court\ circuit}$<br>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,  $\Delta U$ , décisive dans la détermination de la valeur de  $P_{st}$ , doit être mesurée ou calculée à partir des mesures de courant assigné 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 fictive étant effectué à l'aide de deux câbles de soudage en cuivre de 3 m de long et de 50 mm<sup>2</sup> d'épaisseur.

#### A.15.1.1 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 chargé au

moyen de la résistance du court-circuit spécifié  $R_{\text{court circuit}}$  donné dans le Tableau A.1. La différence obtenue entre les valeurs mesurées de courant assigné efficace,  $\Delta I_{\text{input}}$ , est utilisée pour obtenir les valeurs de  $\Delta U$  dans le processus d'évaluation.

#### A.15.1.2 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.1 doivent être simulés par une charge résistive commutée électroniquement capable de passer des valeurs «de charge nominale» aux valeurs de «court-circuit» et ayant une résistance spécifiée pour le temps de goutte précisé, dont les angles de phase sont définis quant 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 de goutte et de délais 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.15.1.3 Processus d'évaluation de $P_{\text{st}}$

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

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

où

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

$F$  est le facteur d'équivalence 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 le coefficient dépendant de la fréquence de répétition et dont les valeurs sont présentées dans le Tableau A.2 ci-dessous.

**Tableau A.2 – Facteur de fréquence  $R$  lié au taux de répétition  $r$**

| $r$<br>en variations de tension<br>par minute | $R$  | $r$<br>en variations de tension<br>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 représentée par un cycle de tâches 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.

Il convient que le résultat obtenu soit 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 la CEI 61000, et la procédure décrite dans la CEI 61000-3-11 s'applique.

### **A.15.2 Procédure d'essai pour $d_c$**

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

#### **A.15.2.1 Evaluation de la valeur $d_c$**

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

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

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 la CEI 61000, et la procédure décrite dans la CEI 61000-3-11 doit s'appliquer.

## **Annexe B** (normative)

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

#### **B.1 Introduction**

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 d'effectuer une procédure d'essai portant sur le fonctionnement du commutateur manuel du matériel soumis à l'essai.

Par conséquent, une méthode statistique doit s'appliquer pour la mesure de  $d_{\max}$ , afin que les résultats d'essai puissent être reproduits.

#### **B.2 Procédure**

- a) 24 mesures de données d'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 amovibles situées à l'intérieur du matériel soumis à l'essai soient immobilisées et que tous les dispositifs d'atténuation de  $d_{\max}$  aient 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 il convient que la période de refroidissement soit 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.

Copyright International Electrotechnical Commission  
Provided by IHS under license with IEC  
No reproduction or networking permitted without license from IHS

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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)