IEC 61000-4-15

Edition 2.0 2010-08
REDLINE VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

colour inside

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

IEC 61000-4-15

Edition 2.0 2010-08
REDLINE VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

colour inside

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.20 ISBN 978-2-

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

IEC 61000-4-15

Edition 2.0 2010-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

© IEC 2017

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC 61000-4-15
Edition 2.0 2010-08

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

INTERPRETATION SHEET 1

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

This interpretation sheet has been prepared by subcommittee 77A: EMC – Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

The text of this interpretation sheet is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
77A/966/FDIS	77A/973/RVD

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

Interpretation of requirements for rectangular voltage modulation with duty ratio according to IEC 61000-4-15: Electromagnetic compatibility (EMC) – Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications.

IEC 61000-4-15 Ed 2 gives requirements in 6.8 for what is called “Rectangular voltage changes with 20 % duty cycle”. Table 11 provides the test specification for rectangular voltage changes with duty ratio. The requirements per Table 11 and the associated tests patterns caused some questions in the past year, and therefore IEC/SC77A/WG-2 wishes to clarify the title and interpretation per 6.8 which should be read as follows:

6.8 Rectangular voltage modulation for 20 % of the time

The amplitude of the test voltage U is rectangularly modulated with a 50 % duty cycle at 28 Hz. Every minute the amplitude modulation is switched on for 12 s and off for 48 s. Table 11 specifies the modulation depth in terms of voltage fluctuation ($\Delta U/U$), which is further specified in Annex B. The transition time at the edges of the rectangular modulation shall be less than 0,5 ms.

The ten-minute P_{st} indication of the meter under test shall be 1,00 with a tolerance of ± 5 %.

Figure 1 shows a $\Delta U/U$ = 35 % for illustration purposes, as a 1 % to 2 % modulation would not be visible. Only 400 ms of the time axis is depicted, showing 200 ms on each side of the modulation on/off switching at 12 s.

NOTE The above text in 6.8 will be considered as a replacement for the original text when IEC 61000-4-15 is updated either through an amendment or replaced by a new edition.

ICS 33.100.20

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope and object 7
2 Normative references 7
3 Parameters and symbols 8
3.1 Directly measured parameters and characteristics 8
3.1.1 General 8
3.1.2 Half period rms value of the voltage 8
3.1.3 Half period rms value characteristics 8
3.1.4 Relative half period rms value characteristics 8
3.1.5 Steady state voltage and voltage change characteristics 8
3.1.6 Steady state voltage change 9
3.1.7 Maximum voltage change during a voltage change characteristic 9
3.1.8 Maximum steady state voltage change during an observation period 9
3.1.9 Maximum absolute voltage change during an observation period 10
3.1.10 Voltage deviation 10
3.1.11 Centre voltage 10
3.2 Symbols 10
4 Description of the instrument 11
4.1 General 11
4.2 Block 1 – Input voltage adaptor 11
4.3 Block 2 – Squaring multiplier 11
4.4 Block 3 – Weighting filters 12
4.5 Block 4 – Squaring and smoothing 12
4.6 Block 5 – On-line statistical analysis 12
4.7 Outputs 13
4.7.1 General 13
4.7.2 P_{lin} output 13
4.7.3 P_{inst} output 13
4.7.4 P_{st} output 13
4.7.5 P_{lt} output 13
4.7.6 *d*-meter outputs 13
5 Specification 13
5.1 Response and accuracy 13
5.2 Input voltage ranges 18
5.3 Voltage adaptor 18
5.4 Weighting filters 18
5.5 Weighting filter response in block 3 18
5.6 Squaring multiplier and sliding mean filter 19
5.7 General statistical analysis procedure 19
5.7.1 General 19
5.7.2 Short-term flicker evaluation 19
5.7.3 Long-term flicker evaluation 20
6 Flickermeter tests 20
6.1 General 20
6.2 Sinusoidal/rectangular voltage changes 21

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

6.3 Rectangular voltage changes and performance testing 21
6.4 Combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters 22
6.5 Distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters 23
6.6 Bandwidth test using harmonic and inter-harmonic side band modulation 23
6.7 Phase jumps – Class F1 flickermeters 24
6.8 Rectangular voltage changes with 20 % duty cycle 24
6.9 *d* parameter test, d_c, d_{max}, and $d(t) > 3{,}3\%$ 25
7 Environmental and other requirements 27
7.1 General 27
7.2 Insulation, climatic, electromagnetic compatibility, and other tests 27
Annex A (normative) Techniques to improve accuracy of flicker evaluation 30
Annex B (informative) Meaning of $\Delta U/U$ and number of voltage changes, d_c, $d(t)$, d_{max} examples 32
Annex C (informative) Sample protocols for type testing 36
Bibliography 40

Figure 1 – Illustration of 28 Hz modulated test voltage with 20 % duty cycle 25
Figure 2 – Functional diagram of IEC flickermeter 28
Figure 3 – Basic illustration of the time-at-level method for P_{st} = 2,000 29
Figure B.1 – Rectangular voltage change $\Delta U/U$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 changes/second 33
Figure B.2 – Illustration of "*d*" parameter definitions 35

Table 1a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations 14
Table 1b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations 15
Table 2a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations 16
Table 2b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations 17
Table 3 – Indicative values for the parameters of lamps 19
Table 4 – Test specifications for flickermeter 21
Table 5 – Test specification for flickermeter classifier 22
Table 6 – Test specification for combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters 23
Table 7 – Test specification for distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters 23
Table 8 – 8,8 Hz modulation depth for distorted voltage test – Class F 1 flickermeters 23
Table 9 – Test specification for Harmonics with side band – Class F1 flickermeters 24
Table 10 – Test specification for phase jumps – Class F1 flickermeters 24
Table 11 – Test specification for rectangular voltage changes with duty ratio 24
Table 12 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))} > 3{,}3$ % 25
Table 13 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))} > 3{,}3$ % 26
Table B.1 – Correction factor for other voltage/frequency combinations 33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.

2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.

3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.

4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.

5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.

6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.

7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.

8) Attention is drawn to the normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.

9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61000-4-15 has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

IEC 61000-4-15 is based on work by the "Disturbances" Working Group of the International Union for Electroheat (UIE), on work of the IEEE, and on work within IEC itself.

It forms part 4-15 of the IEC 61000 series. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1997 and its Amendment 1 (2003) and constitutes a technical revision. This new edition, in particular, adds or clarifies the definition of several directly measured parameters, so that diverging interpretations are avoided.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

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

FDIS	Report on voting
77A/722/FDIS	77A/730/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.

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

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

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

The contents of the corrigendum of March 2012 and Interpretation Sheet 1 of August 2017 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

INTRODUCTION

IEC 61000-4 is a part of the IEC 61000 series, according to the following structure:

Part 1: General
- General consideration (introduction, fundamental principles)
- Definitions, terminology

Part 2: Environment
- Description of the environment
- Classification of the environment
- Compatibility levels

Part 3: Limits
- Emission limits
- Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques
- Measurement techniques
- Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines
- Installation guidelines
- Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into several parts, published either as international standards, as technical specifications or technical reports, some of which have already been published as sections. Others are and will be published with the part number followed by a dash and completed by a second number identifying the subdivision (example: IEC 61000-6-1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

1 Scope and object

This part of IEC 61000 gives a functional and design specification for flicker measuring apparatus intended to indicate the correct flicker perception level for all practical voltage fluctuation waveforms. Information is presented to enable such an instrument to be constructed. A method is given for the evaluation of flicker severity on the basis of the output of flickermeters complying with this standard.

The flickermeter specifications in this part of IEC 61000 relate only to measurements of 120 V and 230 V, 50 Hz and 60 Hz inputs. Characteristics of some incandescent lamps for other voltages are sufficiently similar to the values in Table 1 and Table 2, that the use of a correction factor can be applied for those other voltages. Some of these correction factors are provided in the Annex B. Detailed specifications for voltages and frequencies other than those given above, remain under consideration.

The object of this part of IEC 61000 is to provide basic information for the design and the instrumentation of an analogue or digital flicker measuring apparatus. It does not give tolerance limit values of flicker severity.

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 60068 (all parts), *Environmental testing*

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

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

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61326-1, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

3 Parameters and symbols

3.1 Directly measured parameters and characteristics

3.1.1 General

The examples in Figure B.2a, Figure B.2b, Figure B.2c and Figure B.2d are intended to assist flickermeter manufacturers with the correct implementation for the determination of the parameters specified in this clause.

3.1.2 Half period rms value of the voltage

U_{hp}

Is the rms voltage of the mains supply voltage, determined over a half period, between consecutive zero crossings of the fundamental frequency voltage.

3.1.3 Half period rms value characteristics

$U_{hp}(t)$

Are the characteristics versus time of the half period rms value, determined from successive U_{hp} values, see also the examples in Annex B.

3.1.4 Relative half period rms value characteristics

$d_{hp}(t)$

The characteristics versus time of the half period rms values expressed as a ratio of the nominal voltage U_n.

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

3.1.5 Steady state voltage and voltage change characteristics

This subclause defines the evaluation of half cycle rms voltage values over time. Two basic conditions are recognized, being periods where the voltage remains in steady state and periods where voltage changes occur.

A steady state condition exists when the voltage U_{hp} remains within the specified tolerance band of ±0,2 % for a minimum of 100/120 half cycles (50 Hz/60 Hz) of the fundamental frequency.

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

As the measurement during a test progresses, and a steady state condition remains present, the sliding 1 s average value U_{hp_avg} of U_{hp} is determined, i.e. the last 100 (120 for 60 Hz) values of U_{hp} are used to compute U_{hp_avg}. This value U_{hp_avg} is subsequently used to determine whether or not the steady state condition continues, and it is also the reference for d_c and d_{max} determination in the event that a voltage change occurs.

For the determination of a new steady state condition "d_{c_i}" after a voltage change has occurred, a first value $d_{start_i} = d_{hp}(t = t_{start})$ is used. Around this value a tolerance band of ±0,002 U_n (±0,2 % of U_n) is determined. The steady state condition is considered to be present if $U_{hp}(t)$ does not leave the tolerance band for 100 half consecutive periods (120 for 60 Hz) of the fundamental frequency.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

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

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

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

If any value $d_{hp}(t > t_x)$ fails the tolerance band prior to the required 100/120 half periods for establishing steady state, this new U_{hp} is used as the starting value for the determination of the next steady state condition $d_{c_{i+1}}$. Thus, a new steady state condition is present the instant U_{hp_avg} can be determined.

3.1.6 Steady state voltage change

d_{c_i}

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

The polarity of change(s) in steady state condition(s) shall be indicated. As follows from the above formula, if the voltage decreases during a change characteristic, the resulting d_c value will be positive. If the voltage increases during a change characteristic the resulting d_c value will be negative.

3.1.7 Maximum voltage change during a voltage change characteristic

d_{max_i}

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

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

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

3.1.8 Maximum steady state voltage change during an observation period

d_c

The highest absolute value of all d_{c_i} values, observed during an observation period, is called d_c.

$$d_c = \max_i(|d_{c_i}|)$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

3.1.9 Maximum absolute voltage change during an observation period

***d*max**

The highest absolute value of all $d_{\max_i}$ values, observed during an observation period, is called $d_{\max}$.

$$d_{\max} = \max_i(|d_{\max_i}|)|$$

3.1.10 Voltage deviation

***d*(*t*)**

The deviation of actual $d_{hp}(t)$ from the previous $d_{\mathrm{end}_{i-1}}$ inside a voltage change characteristic is called $d(t)$, and is expressed as a percentage of U_n.

$$d(t) = d_{\mathrm{end}_{i-1}} - d_{hp}(t)$$

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

NOTE The $d(t)$ limit evaluation in IEC 61000-3-3 with the maximum permitted limit of 3,3 % for up to 500 ms is generally intended to evaluate the inrush current pattern of the equipment under test. Thus, as soon as a new U_{hp_avg} is established, the $d(t)$ evaluation is ended. When a new voltage change occurs, a new $d(t)$ evaluation is started. The maximum duration that $d(t)$ exceeds the 3,3 % limit value for any of the individual $d(t)$ evaluations during the observation period, is used for the comparison against the 500 ms limit, and is reported for the test.

3.1.11 Centre voltage

***U*c**

The voltage around which the modulation pattern is centered, such as required for the classifier test method, or periodic calibration tests in 6.3, Table 5.

3.2 Symbols

T_{short} short term interval for the P_{st} evaluation

NOTE Unless otherwise specified, the short-term interval T_{short} is 10 min.

P_{st} short-term flicker severity

NOTE Unless otherwise specified, the P_{st} evaluation time is 10 min. For the purpose of power quality surveys and studies, other time intervals may be used, and should be defined in the index. For example a 1 min interval should be written as $P_{st,1m}$.

T_{long} long-term time interval for the P_{lt} evaluation, which is always an integer multiple of the short term flicker severity evaluation P_{st}.

NOTE Unless otherwise specified, the long-term interval T_{long} is 12 × 10 min, i.e. 2 h. For the purpose of power quality surveys and studies other time intervals may be used.

P_{lt} long-term flicker severity

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{N} P^3_{st_i}}{N}}$$

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

P_{inst} instantaneous flicker sensation

NOTE In previous editions of this standard this output was called "Output 5".

$P_{inst,max}$ peak value of the instantaneous flicker sensation P_{inst} measured during the observation period

P_{lin} demodulated voltage change signal, after passing through block 3 of the flickermeter

U_{hp} half period rms value of the voltage

$U_{hp\text{-}avg}$ sliding 1 s average of U_{hp}

U_c centre voltage

d_{hp} ralative half period rms value of the voltage

d_c maximum steady state voltage change during an observation period

$d(t)$ voltage deviation

d_{max} maximum absolute voltage change during the observation period

4 Description of the instrument

4.1 General

The description below is based on a digital implementation of the flickermeter. Analogue implementations are allowed provided they deliver the same results. For the purpose of compliance testing and power quality surveys the results obtained with a digital instrument, complying with this standard, are definitive.

The flickermeter architecture is described by the block diagram of Figure 2. It can be divided into two parts, each performing one of the following tasks:

– simulation of the response of the lamp-eye-brain chain;

– on-line statistical analysis of the flicker signal and presentation of the results.

The first task is performed by blocks 2, 3 and 4 as illustrated in Figure 2, while the second task is accomplished by block 5.

4.2 Block 1 – Input voltage adaptor

This block contains a voltage adapting circuit that scales the input mains frequency voltage to an internal reference level as defined in 5.3. This method permits flicker measurements to be made, independently of the actual input carrier voltage level and may be expressed as a per cent ratio.

4.3 Block 2 – Squaring multiplier

The purpose of this block is to recover the voltage fluctuation by squaring the input voltage scaled to the reference level, thus simulating the behavior of a lamp.

NOTE This multiplier, together with the Butterworth filter in block 3, operates as a demodulator.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

4.4 Block 3 – Weighting filters

Block 3 is composed of a cascade of two filters, which can precede or follow the selective filter circuit. The first low-pass filter eliminates the double mains frequency ripple components of the demodulator output.

The high pass filter (first order, −3 dB at 0,05 Hz) can be used to eliminate any d.c. voltage component. The values in the calibration Tables 1a and 1b and Tables 2a and 2b, and the performance test Table 5, include the effect of this HP filter with the 0,05 Hz corner frequency.

The second filter is a weighting filter block that simulates the frequency response of the human visual system to sinusoidal voltage fluctuations of a coiled filament gas-filled lamp (60 W / 230 V and/or 60 W / 120 V).

NOTE 1 The response function is based on the perceptibility threshold found at each frequency by 50 % of the persons tested.

NOTE 2 A reference filament lamp for 100 V systems would have a different frequency response and would require a corresponding adjustment of the weighting filter. The characteristics of discharge and LED lamps are totally different, and substantial modifications to the calibration tables in this standard would be necessary if they were taken into account. Correction factors for several common voltage/frequency combinations are given in Clause B.2.

NOTE 3 Block 3 alone is based on the borderline perceptibility curve for sinusoidal voltage fluctuations; the correct weighting of non-sinusoidal and arbitrary voltage fluctuations is achieved by an appropriate choice of the complex transfer function for blocks 3 and 4. Accordingly, the correct performance of the model has also been checked with periodic rectangular signals as well as with transient signals. Some of these signals are illustrated in the Annex B.

4.5 Block 4 – Squaring and smoothing

Block 4 is composed of a squaring multiplier and a first order low-pass filter. The human flicker perception, by the eye and brain combination, of voltage fluctuations applied to the reference lamp, is simulated by the combined non-linear response of blocks 2, 3 and 4.

The output of block 4 represents the instantaneous flicker sensation P_{inst}.

4.6 Block 5 – On-line statistical analysis

Block 5 performs an on-line analysis of the flicker level, thus allowing direct calculation of significant evaluation parameters.

A suitable interface, either with analog signals or digital data transfer, allows data presentation and recording. The purpose of this block is to derive flicker severity indications by means of statistical analysis. This statistical analysis, performed on-line through block 5, shall be made by sampling the instantaneous flicker signal level and subdividing these samples into a suitable number of classes.

Every time that the applicable value occurs, the counter of the corresponding class is incremented by one. In this way, the frequency distribution function of the P_{inst} values is obtained. By choosing a sufficiently high sampling frequency, the final result at the end of the measuring interval represents the distribution of flicker level duration in each class. Adding the content of the counters of all classes and expressing the count of each class relative to the total gives the probability density function of the flicker levels.

From this function the cumulative probability function is obtained, which in turn is used in the time-at-level statistical method. Figure 3 schematically represents the statistical analysis method, limited for simplicity to only 15 classes in the P_{st} calculation for a performance test using the modulation setting of 1,788 % (i.e. factor k = 2) at 39 CPM (0,325 Hz), for a target P_{st}value of 2,000 as defined in 6.2 and Table 5 for 230 V/50 Hz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

From the cumulative probability function, significant statistical values can be obtained such as mean, standard deviation, flicker level being exceeded for a given percentage of time or, alternatively, the percentage of time that an assigned flicker level has been exceeded.

For on-line processing, immediately after the conclusion of each short time interval, the statistical analysis of the next interval is started and the results for the just completed interval are made available for output. In this way, *n* short time analyses will be available for a given observation period T_{long} together with the results for the total interval.

4.7 Outputs

4.7.1 General

The flickermeter diagram in Figure 2 shows a number of mandatory outputs. The outputs marked with an asterisk are optional, and allow full exploitation of the instrument's potential for the investigation of voltage fluctuations. Further optional outputs may be considered.

4.7.2 P_{lin} output

P_{lin} output is optional and mainly intended for flicker minimization purposes. This output is proportional to the input voltage changes.

4.7.3 P_{inst} output

This output, formerly called output 5, is mandatory. It represents the instantaneous flicker sensation and can be recorded for later processing. It shall be provided as an analogue signal or via a digital interface. For tests of Tables 1 and 2, the maximum value of P_{inst} is observed.

4.7.4 P_{st} output

The P_{st} output in block 5 is mandatory.

4.7.5 P_{lt} output

The P_{lt} output is mandatory.

4.7.6 *d*-meter outputs

For compliance tests according to IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11, it is necessary that the directly measured parameters d_c, d_{max}, and $d(t)$ are available. These d_c, d_{max}, and $d(t)$ parameters are not mandatory for the purpose of short term or long term flicker evaluation. The parameter U_{hp} is not required for any compliance testing or flicker evaluation, but might be necessary for calibration purposes.

Outputs – either in analog signal or digital data format – shall be provided for d_c, d_{max}, and $d(t)$, and it is recommended that an output for U_{hp} is also available.

5 Specification

5.1 Response and accuracy

The overall response from the instrument input to the output of block 4 is given in Tables 1 and 2 for sinusoidal and rectangular voltage fluctuations at 50 Hz, respectively 60 Hz. One unit output from block 4 corresponds to the reference human flicker perceptibility threshold. The response is centered at 8,8 Hz for sinusoidal modulation. Tables 1 and 2 give values for 120 V and 230 V, and 50 Hz and 60 Hz systems.

The required accuracy for the instrument from input to output of Block 4 is achieved if the measured P_{inst} values for the specified sine and square-wave modulations, with a modulation

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

phase relationship as shown in Annex B, are within ±8 % of one unit of perceptibility for the specified operating ranges and frequencies of the flickermeter. The bold printed entries in Tables 1 and 2 show mandatory test points. The manufacturer shall specify the voltage and frequency ranges for which the flickermeter is intended to be used.

Table 1a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system		120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system
0,5	**2,453**	**2,453**	10,0	0,341	0,341
1,0	1,465	1,465	10,5	0,355	0,355
1,5	**1,126**	**1,126**	11,0	0,373	0,373
2,0	0,942	0,942	11,5	0,394	0,394
2,5	0,815	0,815	12,0	0,417	0,417
3,0	0,717	0,717	13,0	0,469	0,469
3,5	0,637	0,637	14,0	0,528	0,528
4,0	0,570	0,570	15,0	0,592	0,592
4,5	0,514	0,514	16,0	0,660	0,660
5,0	0,466	0,466	17,0	0,734	0,734
5,5	0,426	0,426	18,0	0,811	0,811
6,0	0,393	0,393	19,0	0,892	0,892
6,5	0,366	0,366	**20,0**	**0,977**	**0,978**
7,0	0,346	0,346	21,0	1,067	1,068
7,5	0,332	0,332	22,0	1,160	1,162
8,0	0,323	0,323	23,0	1,257	1,261
8,8	**0,321**	**0,321**	24,0	1,359	1,365
9,5	0,329	0,329	**25,0**	**1,464**	1,476
			33 1/3	**2,570**	**3,111**
			40,0	**4,393**	

For the purpose of type testing, the bold printed entries in Table 1a are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important points on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 1a, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010RLV

Table 1b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system		230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system
0,5	**2,325**	**2,325**	10,0	0,261	0,261
1,0	1,397	1,397	10,5	0,271	0,271
1,5	**1,067**	**1,067**	11,0	0,283	0,283
2,0	0,879	0,879	11,5	0,298	0,298
2,5	0,747	0,747	12,0	0,314	0,314
3,0	0,645	0,645	13,0	0,351	0,351
3,5	0,564	0,564	14,0	0,393	0,393
4,0	0,497	0,497	15,0	0,438	0,438
4,5	0,442	0,442	16,0	0,486	0,486
5,0	0,396	0,396	17,0	0,537	0,537
5,5	0,357	0,357	18,0	0,590	0,590
6,0	0,325	0,325	19,0	0,646	0,645
6,5	0,300	0,300	**20,0**	**0,704**	**0,703**
7,0	0,280	0,280	21,0	0,764	0,764
7,5	0,265	0,265	22,0	0,828	0,826
8,0	0,256	0,256	23,0	0,894	0,892
8,8	**0,250**	**0,250**	24,0	0,964	0,959
9,5	0,254	0,254	**25,0**	**1,037**	1,029
			33 1/3	**2,128**	**1,758**
			40,0		**2,963**

For the purpose of type testing, the bold printed entries in the above Table 1b are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important points on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 1b, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Table 2a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system		120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system
0,5	**0,598**	**0,597**	11,5	0,308	0,308
1,0	0,548	0,547	12,0	0,324	0,325
1,5	0,503	0,503	13,0	0,367	0,363
2,0	0,469	0,468	14,0	0,411	0,413
2,5	0,439	0,438	15,0	0,457	0,460
3,0	0,419	0,420	16,0	0,509	0,511
3,5	**0,408**	**0,408**	17,0	0,575	0,562
4,0	0,394	0,394	**18,0**	**0,626**	**0,611**
4,5	0,373	0,372	19,0	0,688	0,683
5,0	0,348	0,348	20,0	0,746	0,768
5,5	0,324	0,323	21,0	0,815	0,811
6,0	0,302	0,302	**21,5**	0,837	**0,820**
6,5	0,283	0,283	**22,0**	**0,851**	0,852
7,0	0,269	0,269	23,0	0,946	0,957
7,5	0,258	0,259	24,0	1,067	1,052
8,0	0,253	0,253	**25,0**	1,088	**1,087**
8,8	**0,252**	**0,252**	**25,5**	**1,072**	1,148
9,5	0,258	0,258	**28,0**	1,383	**1,303**
10,0	0,266	0,265	**30,5**	1,602	**1,144**
10,5	0,278	0,278	**33 1/3**	**1,823**	**2,443**
11,0	0,292	0,293	**37,0**	**1,304**	
			40,0	**3,451**	

For the purpose of type testing, the bold printed entries in the above Table 2a are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important point on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 2a, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %. The transition time from one voltage level to the next should be less than 0,5 ms.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Table 2b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system		230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system
0,5	**0,509**	**0,510**	11,5	0,233	0,233
1,0	0,467	0,468	12,0	0,245	0,244
1,5	0,429	0,429	13,0	0,272	0,275
2,0	0,398	0,399	14,0	0,308	0,306
2,5	0,370	0,371	15,0	0,341	0,338
3,0	0,352	0,351	16,0	0,376	0,376
3,5	**0,342**	**0,342**	17,0	0,411	0,420
4,0	0,332	0,331	**18,0**	**0,446**	**0,457**
4,5	0,312	0,313	19,0	0,497	0,498
5,0	0,291	0,291	20,0	0,553	0,537
5,5	0,268	0,269	21,0	0,585	0,584
6,0	0,248	0,249	**21,5**	**0,592**	0,600
6,5	0,231	0,231	**22,0**	0,612	**0,611**
7,0	0,216	0,217	23,0	0,680	0,678
7,5	0,207	0,206	24,0	0,743	0,753
8,0	0,199	0,200	**25,0**	**0,764**	0,778
8,8	**0,196**	**0,196**	**25,5**	0,806	**0,768**
9,5	0,199	0,199	**28,0**	**0,915**	0,962
10,0	0,203	0,203	**30,5**	**0,847**	1,105
10,5	0,212	0,212	**33 1/3**	**1,671**	**1,258**
11,0	0,222	0,222	**37,0**		**0,975**
			40,0		**2,327**

For the purpose of type testing, the bold printed entries in the above Table 2a are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important point on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 2b, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %. The transition time from one voltage level to the next should be less than 0,5 ms.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

5.2 Input voltage ranges

The voltage input circuit shall accept a wide range of nominal mains voltages and adapt them to the maximum level compatible with the operation of the following circuits in the instrument. The most common rated voltages, are listed below. The manufacturer shall specify the voltage(s) for which the instrument is suited.

Many nominal supply voltages between 60 V and 690 V exist, depending on local practice. To permit a relatively universal use of the instrument for most supply systems, it is advisable for the input circuit to be designed for the following nominal voltages:

U_{nom}: 66 V, 115 V, 230 V, 400 V, 690 V for 50 Hz systems

U_{nom}: 69 V, 120 V, 240 V, 277 V, 347 V, 480 V, 600 V for 60 Hz systems.

NOTE 1 In association with external voltage transformers, the above, and additional ranges such as 100 V, 100/√3 V, 110/ $\sqrt{3}$ V may be achieved.

NOTE 2 Inputs with higher sensitivity (0,1 V; 1 V; 10 V) are not required, but are useful for operation with external voltage sensors. The input circuit should be capable of accepting an input signal with a crest factor of at least 2.

The pass bandwidth of the input stage of the flickermeter shall be indicated by the manufacturer as defined in 6.5, and the pass bandwidth shall be at least 450 Hz.

NOTE This definition of the bandwidth is substantially different from the –3 dB bandwidth which is normally used for specification of filter characteristics. The –3 dB frequency is higher than 450 Hz.

5.3 Voltage adaptor

This circuit shall keep the r.m.s. level of the modulated voltage at the input of block 2 at a constant reference value V_R according to the specification of the input transformer, without modifying the modulating relative fluctuation. For this purpose, the half cycle r.m.s. values are processed through a first order low-pass resistance/capacitance filter with a time constant of 27,3 s. The operating range of this circuit shall be sufficient to ensure a correct reproduction of input voltage fluctuations creating flicker.

5.4 Weighting filters

These filters, included in block 3, are used to

– eliminate the d.c. component and the component at twice the mains frequency present at the output of the demodulator (the amplitude of higher frequency components is negligible),

– weigh the voltage fluctuation according to the lamp-eye-brain sensitivity.

The filter for the suppression of the unwanted components incorporates a first order high-pass (suggested 3 dB cut-off frequency at about 0,05 Hz) and a low-pass section, for which a Butterworth filter of 6th order with a 3 dB cut-off frequency of 35 Hz for 230 V/50 Hz systems is required. A 6th order Butterworth filter with a 3 dB cut-off-frequency of 42 Hz for 120 V/60 Hz systems is required.

5.5 Weighting filter response in block 3

A suitable transfer function for block 3, assuming that the carrier suppression filter defined above has negligible influence inside the frequency bandwidth associated to voltage fluctuation signals, is of the following type:

$$F(s) = \frac{k\omega_1 s}{s^2 + 2\lambda s + \omega_1^2} \times \frac{1 + s/\omega_2}{(1 + s/\omega_3)(1 + s/\omega_4)}$$

where s is the Laplace complex variable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Indicative values are given in Table 3 below:

Table 3 – Indicative values for the parameters of lamps

Variable	230 V lamp	120 V lamp
k	1,748 02	1,635 7
λ	2·π·4,059 81	2·π·4,167 375
ω_1	2·π·9,154 94	2·π·9,077 169
ω_2	2·π·2,279 79	2·π·2,939 902
ω_3	2·π·1,225 35	2·π·1,394468
ω_4	2·π·21,9	2·π·17,315 12
NOTE Overall accuracy of the block 3 transfer function is achieved by compliance with the test specifications in Clause 6.		

5.6 Squaring multiplier and sliding mean filter

Block 4 performs two functions:

– squaring of the weighted flicker signal to simulate the non-linear eye-brain perception;

– sliding mean averaging of the signal to simulate the storage effect in the brain.

The squaring operator shall have input and output operating ranges sufficient to accommodate the specified measurement range of the instrument.

The sliding mean operator shall have the transfer function of a first order low-pass resistance/capacitance filter with a time constant of 300 ms.

5.7 General statistical analysis procedure

5.7.1 General

T_{short} can be selected between 1 min to 15 min, but is assumed to be 10 min unless otherwise indicated.

T_{long} shall be an integer multiple N of the selected T_{short} up to at least 1 008, corresponding to seven days with a T_{short} of 10 min. T_{long} is 12 N, that is 2 h unless otherwise indicated.

NOTE 1 If the flickermeter is used for general purpose power quality monitoring, where large voltage fluctuations can occur, 16 bit resolution and at least 512 logarithmic arranged classes for the classifier are recommended.

NOTE 2 For power quality monitoring purposes, the instrument should indicate if there are values of P_{inst} which are outside the range of the classifier.

5.7.2 Short-term flicker evaluation

The measure of severity based on an observation period T_{short} = 10 min is designated P_{st} and is derived from the time-at-level statistics obtained from the level classifier in block 5 of the flickermeter. The following formula is used:

$$P_{st} = \sqrt{0{,}031\,4\ P_{0{,}1} + 0{,}052\,5\ P_{1s} + 0{,}065\,7\ P_{3s} + 0{,}28\ P_{10s} + 0{,}08\ P_{50s}}$$

where the percentiles $P_{0,1}$, P_1, P_3, P_{10} and P_{50} are the flicker levels exceeded for 0,1; 1; 3; 10 and 50 % of the time during the observation period. The suffix “s” in the formula indicates that smoothed values should be used; these are obtained using the following equations:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

$P_{50s} = (P_{30} + P_{50} + P_{80})/3$
$P_{10s} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17})/5$
$P_{3s} = (P_{2,2} + P_3 + P_4)/3$
$P_{1s} = (P_{0,7} + P_1 + P_{1,5})/3$

The 0,3 s memory time-constant in the flickermeter ensures that $P_{0,1}$ cannot change abruptly and no smoothing is needed for this percentile.

NOTE The P_{st} value is a mandatory output, while outputs for the individual values of the percentiles are optional.

5.7.3 Long-term flicker evaluation

The short-term flicker severity evaluation is suitable for assessing disturbances caused by individual sources with a short duty-cycle. Where the combined effect of several disturbing loads operating randomly (e.g. welders, motors) has to be taken into account, or when flicker sources with long and variable duty cycles (e.g. arc furnaces) have to be considered, it is necessary to provide a criterion for the long-term assessment of the flicker severity. For this purpose, the long-term flicker severity P_{lt}, shall be derived from the short-term severity values P_{st}, over an appropriate period related to the duty cycle of the load or a period over which an observer may react to flicker, for example a few hours, using the following formula:

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

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

NOTE For power quality measurements according to IEC 61000-4-30 or for measurements according to IEC 61000-3-3 and IEC 61000-3-11 the P_{lt} value over a 2 h period (N = 12) is recommended.

6 Flickermeter tests

6.1 General

Three classes of flickermeters are defined. These flickermeters shall be tested with several different test voltage characteristics. Table 4 gives an overview. Modulation patterns and the meaning of $\Delta U/U$ as referred to in this clause are illustrated in Annex B.

Class F1: General purpose flickermeters, suitable for power quality monitoring as well as compliance testing (see Footnote to table [a] in Table 4). These flickermeters may be subject to a wide range of input voltage variations, including frequency changes and even phase jumps. Therefore, general purpose flickermeters shall be tested with a broad range of input signals as specified in Table 4. For the purpose of periodic calibration verification, only the rectangular voltage change test according to 6.3 is required. It is recommended to also perform the bandwidth test periodically.

Class F2: Flickermeters intended for product compliance testing to IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11 operate in a controlled environment, with constant frequency and phase, and limited voltage fluctuations. Therefore, the test according to 6.3 (see Table 5) suffices to verify the proper operation of the flickermeter for this type of application.

Class F3: Flickermeters intended for use in power quality surveys, trouble shooting and other applications where low measurement uncertainties are not required and comparable to power quality measurement equipment Class S.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

NOTE Flickermeters compliant with IEC 61000-4-15 (first edition, including Amendment 1)[1] are considered Class F3 instruments.

The flickermeter manufacturer shall specify any additional procedures required to verify the performance of the specific instrument. The calibration protocol shall include the firmware version as well as the version of any required support software. Example type test protocols can be found in Annex C.

For the purpose of periodic calibration verification, the bold italic printed tests in Table 4 suffice.

Table 4 – Test specifications for flickermeter

Test voltage characteristics	Intention	Value used for test	Flickermeter classes		
Sinusoidal / rectangular voltage changes, Tables 1, 2	Tests the response characteristic of the filters and scaling parameters	P_{inst}	F1	F2	F3
Rectangular voltage changes and performance testing, Table 5	***Tests the classifier and statistical evaluation algorithms***	$\boldsymbol{P_{st}}$	F1	F2	F3
Frequency changes, Table 6	Tests the measuring circuit (hardware)	P_{inst}	F1		
Distorted voltage with multiple zero crossings, Table 8	Tests the stability of the input control circuit	P_{inst}	F1		
Harmonics with side band, Table 9	***Tests the input bandwidth***	$\boldsymbol{P_{inst}}$	F1		
Phase jumps, Table 10	Tests the stability of the input control circuit, the input bandwidth and the classifier	P_{st}	F1		
Rectangular voltage changes with duty ratio, Table 11	Tests the classifier and statistical evaluation algorithms	P_{st}	F1	F2	
d_c, d_{max}, d(t)	Test performance per IEC 61000-3-3		F1[a]	F2	

[a] The d_c, d_{max}, $d(t)$ test is only required for Class F1 if the manufacturer specifies the instrument to be suitable for IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11 compliance testing.

6.2 Sinusoidal/rectangular voltage changes

For flicker meters, the total response characteristic from input to output P_{inst} has to be checked for sinusoidal and rectangular voltage changes. For all test points in the Tables 1 and 2, $P_{inst,max}$ has to be 1,00 with a tolerance of ±8%.

6.3 Rectangular voltage changes and performance testing

For all test points in Table 5, P_{st} has to be 1,00 with a tolerance of ±5 %. This test is sufficient for the purpose of calibration in regular time intervals.

For Class F1 and Class F3 flickermeters, intended for general power quality monitoring, the voltage fluctuations specified in Table 5 shall be centered around the nominal test voltage specified in the table. This is to guarantee that the flickermeter has a sufficient large dynamic input range to accurately evaluate voltage deviations in either direction.

For Class F2 flickermeters, intended for product compliance testing, the voltage applied to the tested product will generally not exceed the nominal test voltage. In fact, for higher factors "k"

[1] IEC 61000-4-15:1997, *Electromagnetic compatibility – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*

Amendment 1 (2003)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

such as k = 5, and low modulation rates, the maximum voltage exceeds the specified operating voltage of most consumer electrical products. Therefore, the voltage fluctuation for Class F2 flickermeters may be centered around a lower voltage U_c, so that the maximum voltage during the test does not exceed the nominal test voltage.

For example, for 230 V / 50 Hz nominal and a P_{st} level of 3,00 at 1 CPM per Table 5, the modulation may be centered around U_c = 221,0 V, with

$$230\ \text{V} = U_c + 0{,}5 \times 3 \times 2{,}715 \times U_c/100.$$

The manufacturer shall specify the working range of the flickermeter. For this, all ($\Delta U/U$) values of Table 5 are multiplied with a fixed factor k and P_{st} is determined for this k. The manufacturer shall specify the lowest and highest k-value for which the corresponding value P_{stk} is within ±5 % or ±0,05 whichever is greater. This specifies the working range of the classifier, for example $0{,}25 \leq k \leq 5{,}0$.

The rectangular modulation pattern shall be applied with a duty cycle of 50 % ±2 %, and the transition time from one voltage level to the next shall be less than 0,5 ms.

Table 5 – Test specification for flickermeter classifier

Rectangular changes per minute CPM	Voltage fluctuation %			
	120 V lamp 50 Hz system	120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system
1	3,178	3,181	2,715	2,719
2	2,561	2,564	2,191	2,194
7	1,694	1,694	1,450	1,450
39	1,045	1,040	0,894	0,895
110	0,844	0,844	0,722	0,723
1 620	0,545	0,548	0,407	0,409
4 000	3,426	Test not required	2,343	Test not required
4 800	Test not required	4,837	Test not required	3,263

NOTE 1 1 620 rectangular changes per minute correspond to a rectangular square wave modulation frequency of 13,5 Hz.

NOTE 2 For tests according to this table, the first voltage change is applied within 5 s after the P_{st} evaluation is started. Flickermeters having a pre-test time to charge the filters, should indicate when the P_{st} evaluation starts, so that the testing authority can determine when to start the rectangular modulation pattern.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

6.4 Combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters

For this test, both the frequency f and the amplitude of the test voltage are changed in 4 s intervals at the zero crossing of the voltage. The observed $P_{inst,max}$ shall be 1,00 with a tolerance of ±8 %.

Table 6 – Test specification for combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters

120 V lamp			230 V lamp		
System frequency Hz	Changing frequency *f* Hz	Changing voltage *U* V	System frequency Hz	Changing frequency *f* Hz	Changing voltage *U* V
60	59,75	120,000	50	49,75	230,000
	60,25	119,266		50,25	228,812
50	49,75	120,000	60	59,75	230,000
	50,25	119,270		60,25	228,805

6.5 Distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters

The distorted voltage with multiple zero crossings consists of the fundamental voltage *U* and the harmonic levels according to Table 7. All harmonics have a 180° phase shift with respect to the 50 Hz/60 Hz fundamental; that is, cross towards negative going through zero when the fundamental goes towards positive going through zero. This distorted voltage is then sinusoidally modulated at 8,8 Hz with an amplitude according to Table 8. The observed $P_{inst,max}$ shall be 1,00 with a tolerance of ±8 %.

Table 7 – Test specification for distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters

Harmonic order ν	3	5	7	9	11	13	17	19	23	25	29	31
U_{ν} - % of *U*	5	6	5	1,5	3,5	3,0	2,0	1,76	1,41	1,27	1,06	0,97

Table 8 – 8,8 Hz modulation depth for distorted voltage test – Class F 1 flickermeters

230 V lamp		120 V lamp	
System frequency Hz	Voltage fluctuation %	System frequency Hz	Voltage fluctuation %
50	0,250	50	0,321
60	0,250	60	0,321

6.6 Bandwidth test using harmonic and inter-harmonic side band modulation

For this test, the mains voltage *U* (230 V/120 V) with system frequency (50 Hz/60 Hz) shall be modulated by superimposing two voltages with frequencies that are 10 Hz apart, such as shown in Table 9. The two modulating voltages shall have an equal relative amplitude of (U_i/U).

The modulating frequencies f_ν and f_i in the frequency pair (f_ν, $f_i = f_\nu - 10$ Hz) are increased to establish the maximum bandwidth of the flickermeter. The highest frequency $f_{\nu,max}$, for which $P_{inst,max}$ is 1,00 with a tolerance of ±8 % is the input bandwidth of the flickermeter. $f_{\nu,max}$ shall be at least 450 Hz. The frequency pairs may be increased in steps of 50 Hz (60 Hz for 60 Hz systems) for this test, starting at the minimum frequencies specified in Table 9.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Table 9 – Test specification for Harmonics with side band – Class F1 flickermeters

230 V lamp			120 V lamp		
System frequency Hz	(f_i/f_v) Hz	(U_i/U) %	System frequency Hz	(f_i/f_v) Hz	(U_i/U) %
50	140/150	3,611	60	170/180	4,126
60	170/180	3,611	50	140/150	4,126

6.7 Phase jumps – Class F1 flickermeters

The flickermeter shall be tested with a sequence of phase jumps.

Each phase jump shall occur at the positive zero crossing after 1 min, 3 min, 5 min, 7 min and 9 min (±10 s) after the beginning of a 10 min observation period.

The test shall be repeated for phase jump angles of $\Delta\beta$ = +30°, $\Delta\beta$ = –30°, $\Delta\beta$ = +45° and $\Delta\beta$ = –45°.

The observed 10 min P_{st} has to be according to Table 10 with a tolerance of ±5 % or ±0,05 whichever is bigger.

The transition time for each phase jump shall be less than 0,5 ms.

Table 10 – Test specification for phase jumps – Class F1 flickermeters

Phase jump angle $\Delta\beta$	230 V lamp 50 Hz system P_{st}	120 V lamp 60 Hz system P_{st}	120 V lamp 50 Hz system P_{st}	230 V lamp 60 Hz system P_{st}
±30°	0,913	0,587	0,706	0,760
±45°	1,060	0,681	0,819	0,882

6.8 Rectangular voltage changes with 20 % duty cycle

The voltage U is rectangularly modulated at a rate of 28 Hz and a duty cycle of 12/60 (20 %). This means that in a 60 s period the aggregate time that the signal voltage spends at one level is 12 s while spending an aggregate time of 48 s at the other level.

The transition time from one voltage to the next shall be less than 0,5 ms.

P_{st} shall be 1,00 with a tolerance of ±5 %.

Table 11 – Test specification for rectangular voltage changes with duty ratio

230 V lamp		120 V lamp	
System frequency Hz	Voltage fluctuation %	System frequency Hz	Voltage fluctuation %
50	1,418	60	2,126
60	1,480	50	2,017

Figure 1 shows a $\Delta U/U$ = 35 % for illustration purposes, as a 1 % to 2 % modulation would not be visible. Only 400 ms of the time axis is depicted, showing the 200 ms for each 1 s that the modulation is present.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

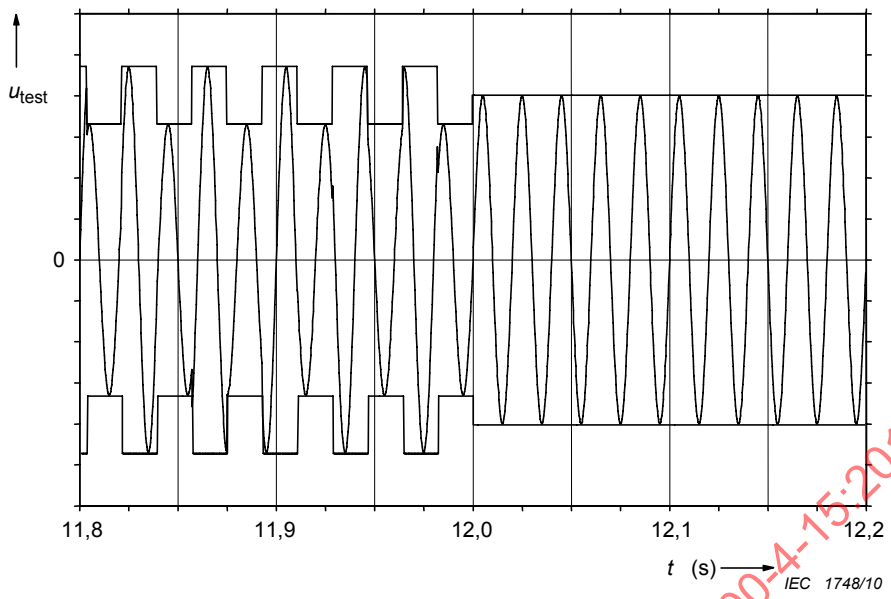
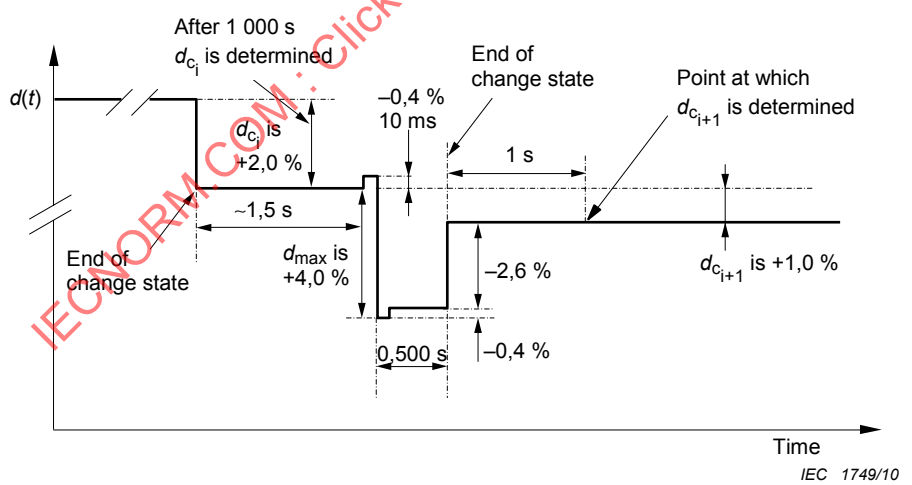


Figure 1 – Illustration of 28 Hz modulated test voltage with 20 % duty cycle

6.9 *d* parameter test, d_c, d_{max}, and $d(t)$ > 3,3%

Voltage change pattern tests and the associated *d* parameter values are as specified in Tables 12 and 13. Every voltage change (transition) shall be made at the zero crossing of the fundamental voltage. The *d* meter shall report the values as specified in these tables within ±5 %. The $t_{(dt)}$ > 3,3 % times are reported in 10 ms increments, and, therefore, shall be exactly as specified in the tables, since all voltage changes are made at the zero crossings.

Table 12 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 %



d_c = 2,00 % (max. of 1,00 and 2,00 %)
$t_{(d(t)>3,3\ \%)}$ = 500 ms
d_{max} = 4,00 %

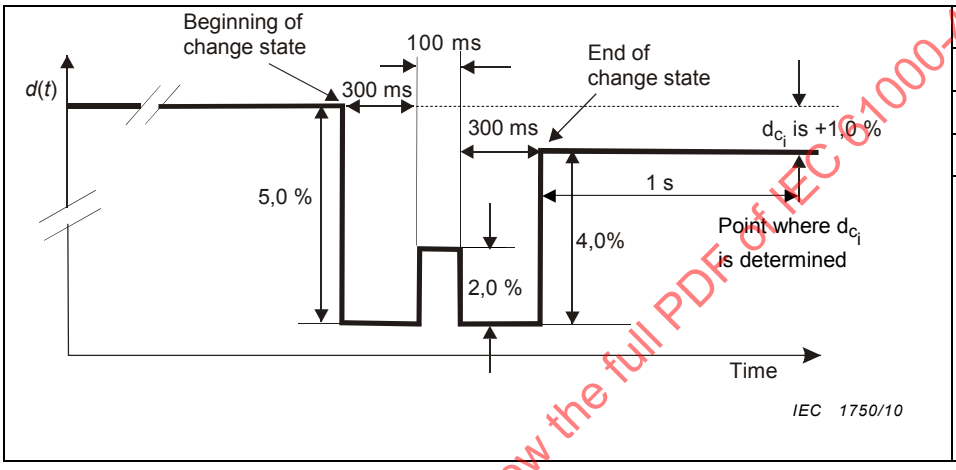
For the *d*-parameter test illustrated in Table 12, the voltage *U* is varied in a pattern as shown in the figure of Table 12. For clarity, the vertical axis is shown as *d*(*t*), in order to be able to label all changes in percent of U_n. All voltage changes shall be made at the zero crossing of the fundamental frequency component of the supply voltage. The first change is a step of 2 %, that is from U_n to (U_n – 2 %), and this level is maintained for 1,5 s. Thus, the first d_c value will be

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

2,00 %. After 1,5 s a 10 ms transition of −0,4 % (voltage change in positive direction) is made, followed by a 500 ms transition below 3,3 %. The first step in this 500 ms transition is a change of 4,00 % with respect to the previous steady state (d_{ci}) condition. Note that this is also 4,4 % below the last level just prior to this transition. Consequently, d_{max} is 4,00 %, even though the total transition at the beginning of the 500 ms is 4,40 %. 10 ms after the beginning of the 4,4 % overall transition, a 0,4 % transition is made as shown, and then the voltage is maintained at 3,6 % below the previous steady condition for 490 ms. Then, the voltage is changed by −2,6 %, thus ending at a level that is 1,00 % below the previous. The second d_{ci} condition ($d_{c_{i+1}}$) is 1,00 % with respect to the previous steady state condition. The higher value of 2,00 % from the first steady state change shall be reported.

This test verifies the correct functioning of the various "*d*" parameter measurements, as well as any applicable software logic.

Table 13 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 %



d_c = 1,00 %
d_{max} = 5,00 %
$t_{(d(t)>3,3\ \%)}$ = 600 ms

For the second d-parameter test, the voltage *U* is varied in a pattern as shown in the figure of Table 13. For clarity, the vertical axis as shown as *d*(*t*), in order to be able to label all changes in percent of U_n. All voltage changes shall be made at the zero crossing of the fundamental frequency component of the supply voltage. The first change is a step of 5,0 %, that is a step from U_n to (U_n − 5 %) and this level is maintained for 300 ms. Then, the level is changed by −2,0 % for 100 ms, followed by another 300 ms at the level of 5,0 % below the previous steady state condition. Then the level is changed to a level that is 1,0 % below the previous steady state level.

The main intent of this test is to verify the correct accumulation of the value reported for $t_{(dt)}$ > 3,3 % which is the time the level is below 3,3 % during a change condition. Since there is no steady state condition until 700 ms plus 1 s after the beginning of the first transition, the accumulation of the time that *d*(*t*) exceeds the specified 3,3 % limit, continues until a new steady state condition is established. The beginning and end of the change state are indicated in the figure.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

7 Environmental and other requirements

7.1 General

The manufacturer shall specify the rated operating conditions and possibly the magnitude of error introduced by changes in

- temperature,
- humidity,
- instrument supply voltage and related series interferences,
- common mode interference voltage between the earth connection of the instrument its input circuits and the auxiliary supply voltage,
- static electricity discharges,
- radiated electromagnetic fields.

NOTE In applying IEC 61010-1 for safety and insulating requirements, it should be taken into account that the input circuits (voltage as well as current) may be directly connected to the mains supply voltages.

7.2 Insulation, climatic, electromagnetic compatibility, and other tests

Safety requirements are specified in IEC 61010-1.

EMC requirements are specified in IEC 61326-1.

Environmental requirements are tested per IEC 60068.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

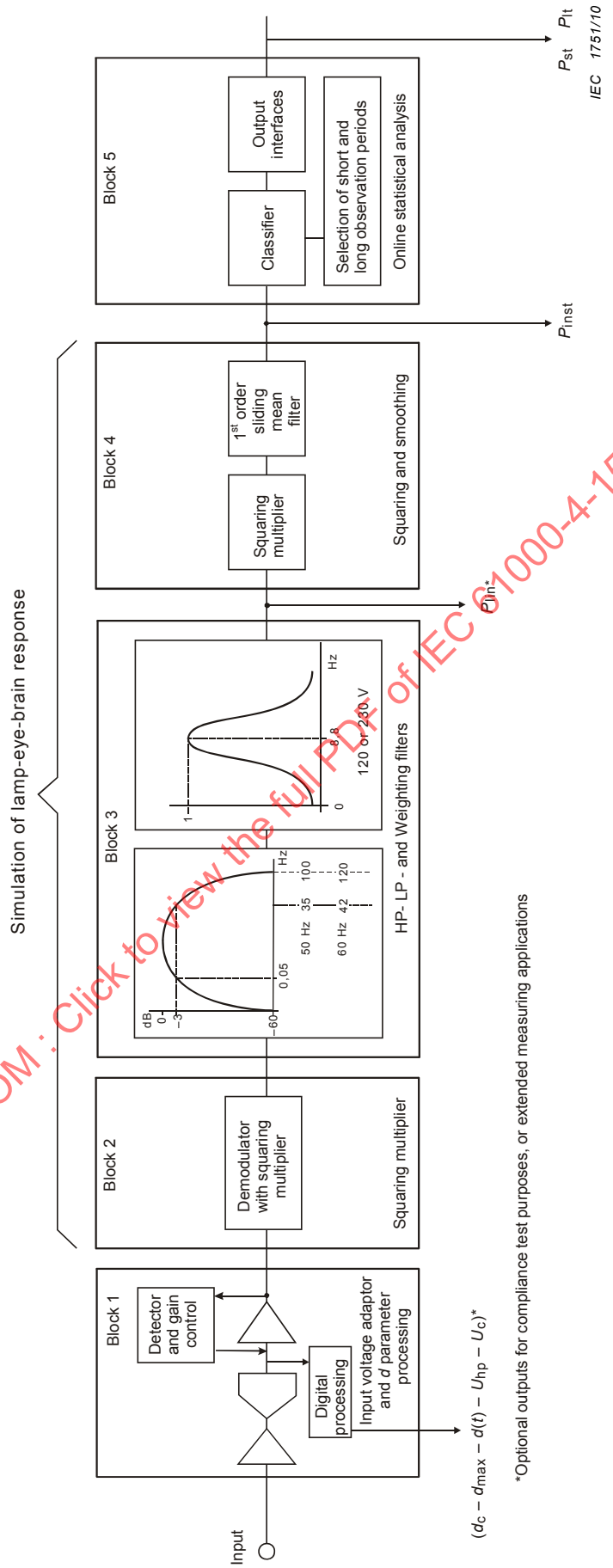
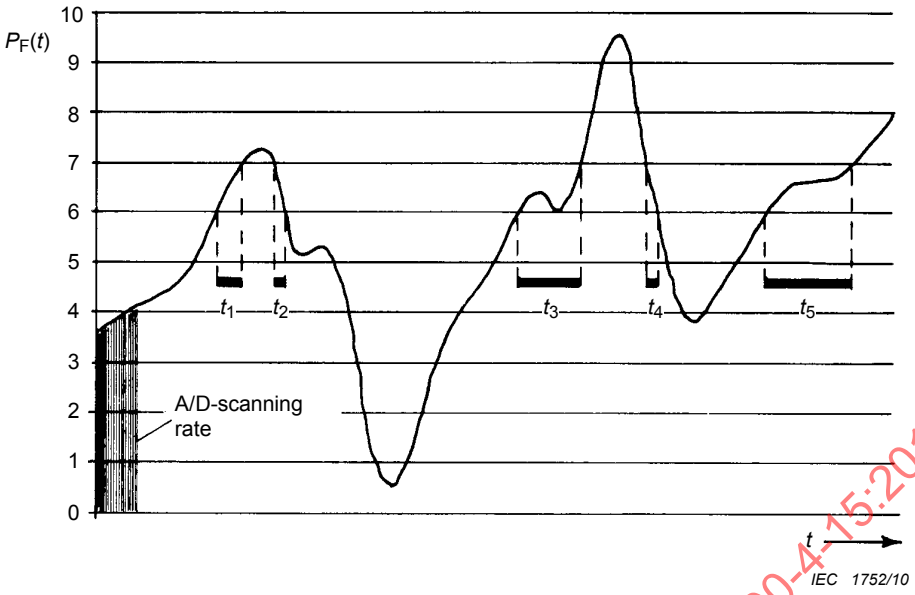


Figure 2 – Functional diagram of IEC flickermeter

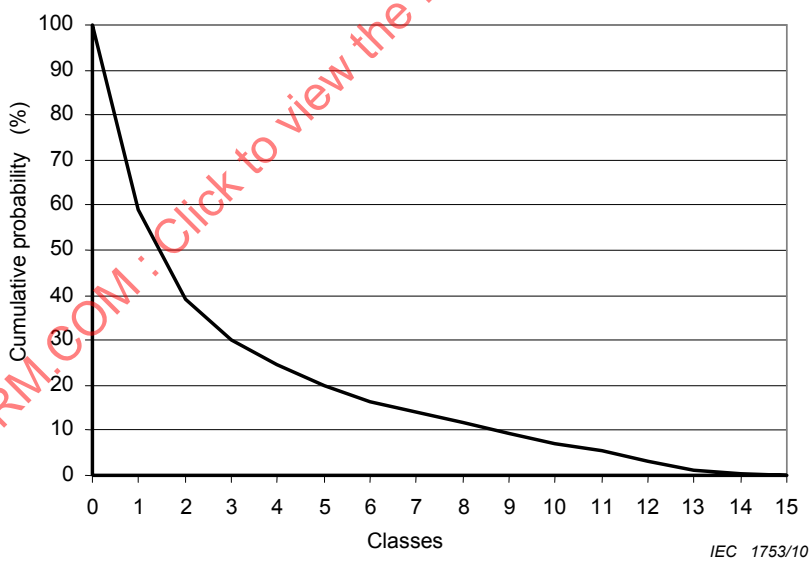
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV



NOTE Signal permanence in class no. 7 is illustrated as an example:

$$(T_7 = \sum_{i=1}^{i=5} t_i).$$

Figure 3a – Flicker level as a time-varying function



NOTE The above cumulative probability function is obtained when using a square wave modulation at 1,806 % and a modulation frequency of 0,325 Hz (39 CPM). This test is for a factor k = 2 as specified in 6.3 and Table 5.

Figure 3b – Cumulative probability function

Figure 3 – Basic illustration of the time-at-level method for P_{st} = 2,000

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Annex A
(normative)

Techniques to improve accuracy of flicker evaluation

A.1 General

Various techniques are available to achieve accurate flicker evaluation over a wide range of conditions.

Some of these techniques are given below. Any of them may be used alone or in combination provided that the specified accuracy of ±5 % is obtained over a sufficient range of depth of modulation of the input voltage.

In most cases the values of particular percentile points, P_k, required to calculate P_{st} will not correspond with a single class and shall be derived by interpolation (or extrapolation) from the actual classes available.

A.2 Linear interpolation

Linear classification is arranged so that the full scale, F_s, of the classifier has N equal discrete steps giving a class width of F_s/N. Let n be the number of the class to which percentile P_k belongs. Class n includes flickermeter output levels between $(n-1)\ F_s/N$, to which is added y_{n-1} per cent of the samples and nF_s/N, to which is added y_n percent of the samples. By linear interpolation the percentile P_k corresponding to y_k per cent is:

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - \frac{y_k - y_n}{y_{n-1} - y_n}\right)$$

A.3 Non-linear interpolation

When linear interpolation does not give sufficient accuracy, non-linear interpolation shall be used. The recommended procedure is to fit a quadratic formula to the levels corresponding to three consecutive classes on the cumulative probability function (CPF).

The CPF level is obtained from the relationship:

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - 1 + \frac{1}{2H_2}\left(H_1 - \sqrt{H_3}\right)\right)$$

where

F_s/N is the class width;

$H_1 = 3/2\ y_{n-1} - 2\ y_n + 1/2\ y_{n+1}$;

$H_2 = 1/2\ y_{n-1} - y_n + 1/2\ y_{n+1}$;

$H_3 = H_1^2 - 4\ H_2\ (y_{n-1} - y_k)$;

where y_n is the per cent probability corresponding to class n and so on (see Clause A.2).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

A.4 Pseudo zero intercept

It may happen that one or more percentiles of interest, P_k, lie in the interval of the first class of the classifier.

Experience has shown that interpolating between zero and the upper end point of the first class gives poor results, because this makes the implicit assumption that a level of zero will be exceeded with a 100 % probability. In practice a typical cumulative probability function can meet the probability axis well below the 100 % mark and then move vertically up the axis. A way of reducing errors in this region is to extrapolate the cumulative probability function back to the y axis to provide a pseudo zero intercept value, y_0. A suitable algorithm to give y_0 is:

$$y_0 = (3\ y_1 - 3\ y_2 + y_3)$$

A.5 Non-linear classification

A classifier may be used more efficiently and more accurately if the class intervals are graduated in width.

For instance, a logarithmic classification may be used and this usually permits the use of linear interpolation, avoids the need for zero extrapolation and allows the full dynamic range of input signals to be covered without range switching.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Annex B
(informative)

Meaning of $\Delta U/U$ and number of voltage changes, d_c, $d(t)$, d_{max} examples

B.1 General

The following equation and Figure B.1 illustrate the meaning of ΔU/U and number of voltage changes for this standard. The performance tests assume the phase relationship between the fundamental frequency and the modulating function as shown below – i.e. a sine function. A change in phase relationship may result in different P_{inst} and P_{st} values for the rectangular modulation tests.

Consider an amplitude modulated time function $u(t)$ and a voltage fluctuation waveform $U(t)$. The voltage fluctuation waveform $U(t)$ is the time function of r.m.s values that arise from $u(t)$. The changes of the time function $\Delta u/\bar{u}$ are, in good approximation, equal the changes of the r.m.s. values $\Delta U/U$.

As an example, a 50 Hz waveform having a 1,0 average voltage with a relative voltage change $\Delta u/\bar{u}$ equal to 40 % and with 8,8 Hz rectangular modulation can be written as follows:

$$u(t) = 1 \times \sin(2 \times \pi \times 50 \times t) \times \left\{1 + \frac{40}{100} \times \frac{1}{2} \times \text{signum}[\sin(2 \times \pi \times 8{,}8 \times t)]\right\}$$

The corresponding waveform is shown in Figure B.1. The change in r.m.s. values $\Delta U/U$ are essentially equal to the 40 % $\Delta u/\bar{u}$ time function changes. The rectangular voltage changes occur at a frequency of 8,8 Hz. Each full period produces two distinct voltage changes, one with increasing magnitude and one with decreasing magnitude. Two changes per period with a frequency of 8,8 Hz give rise to 17,6 changes per second.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

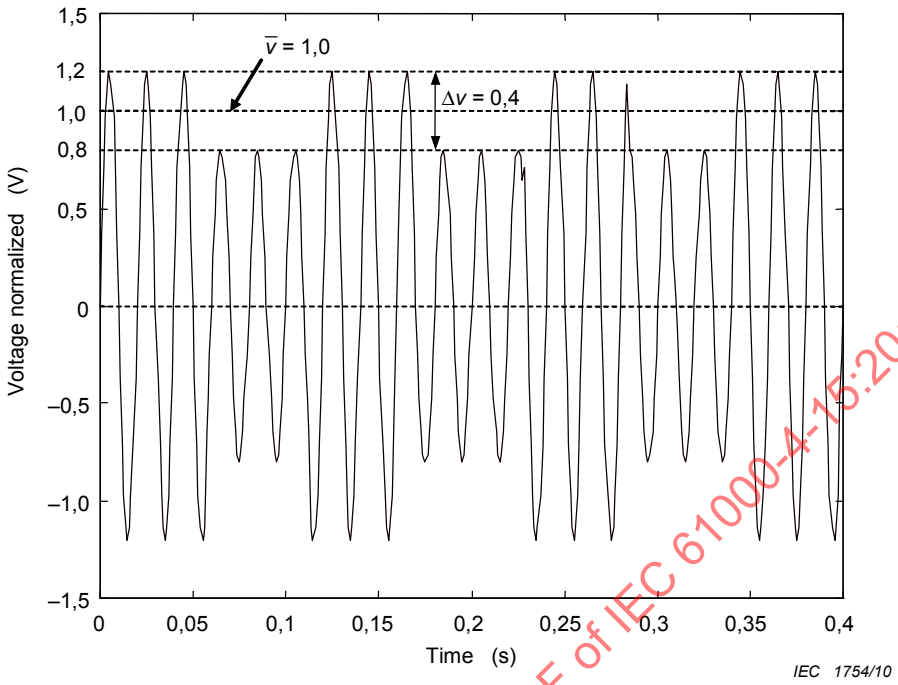


Figure B.1 – Rectangular voltage change
$\Delta U/U$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 changes/second

B.2 Correction factors for other than 120 V/230 V, 50 Hz/60 Hz

Table B.1 shows the correction factors that apply for voltage/frequency combinations, other than those specified in Tables 1 and 2.

The flickermeter is set to the operating mode for the voltage and frequency shown in the column with the heading "Reference table". The measured values of P_{lt} and P_{st} are then multiplied by the correction factor shown. The resulting flicker readings are generally within 3 % of the readings that would be obtained if the Laplace transfer function had been adjusted for the exact lamp model that would apply to the voltage/frequency combination in the first column.

The deviations are generally well within the ±5 % tolerance specification that is used throughout this standard, hence, it is impractical to devise test specifications for the multiple combinations, as these would increase instrument certification cost without providing substantial benefits.

Table B.1 – Correction factor for other voltage/frequency combinations

Voltage and frequency	Correction factor	Reference table
220 V, 50 Hz	0,97	230 V, 50 Hz
220 V, 60 Hz	0,97	230 V, 60 Hz
100 V, 50 Hz	0,90	120 V, 50 Hz
100 V, 60 Hz	0,90	120 V, 60 Hz

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

It should further be noted that the "d" parameters are all ratiometric, that is, they are not affected by either the voltage or the frequency. Hence, all specifications that are part of this standard apply uniformly to all voltages and frequencies.

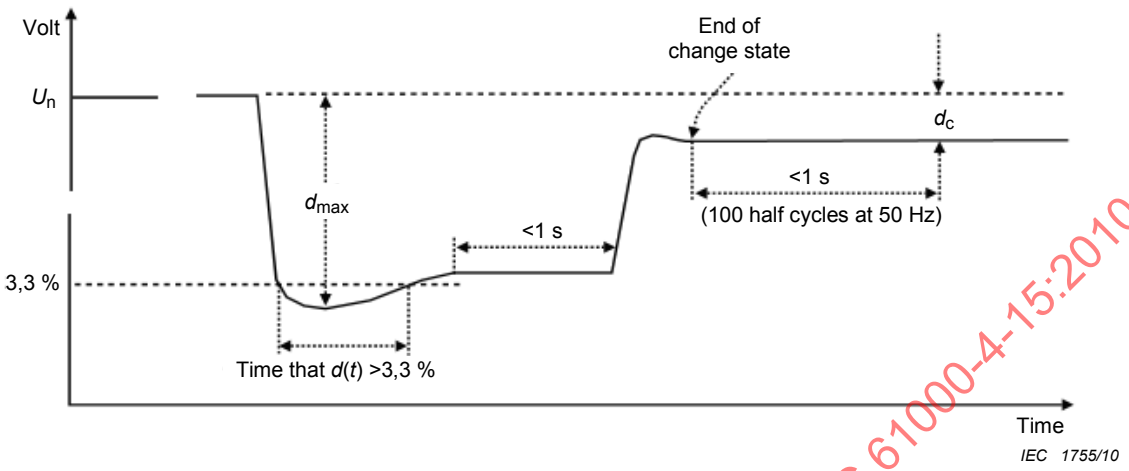


Figure B.2a – Illustration to explain the "*d*" parameter

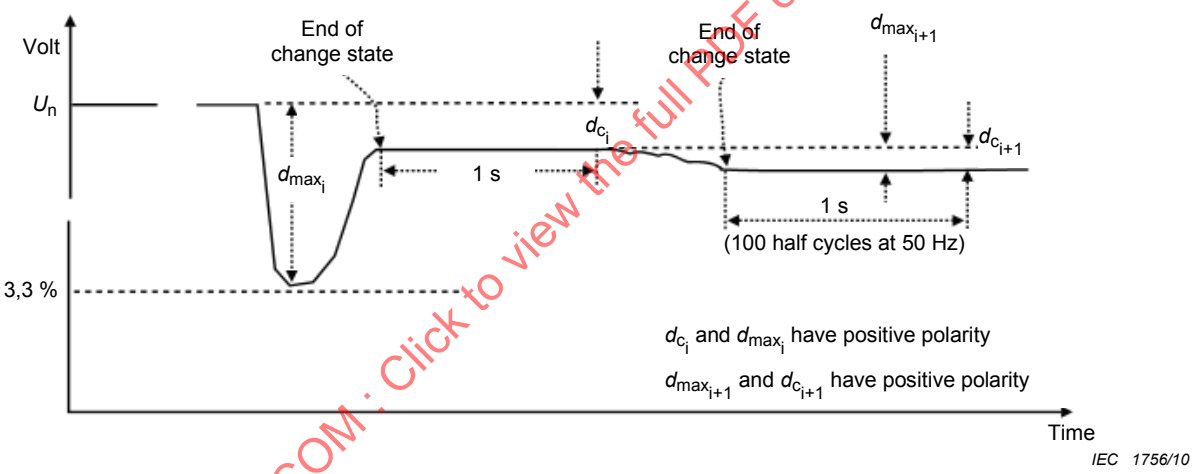


Figure B.2b – Illustration to explain the "*d*" parameter definitions with multiple steady state conditions

The above two Figures B.2a and B.2b illustrate some of the voltage fluctuations that are commonly observed, and the "d" parameters as defined in Clause 3. These figures are intended to assist manufacturers of flickermeters, to implement the instrument correctly.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

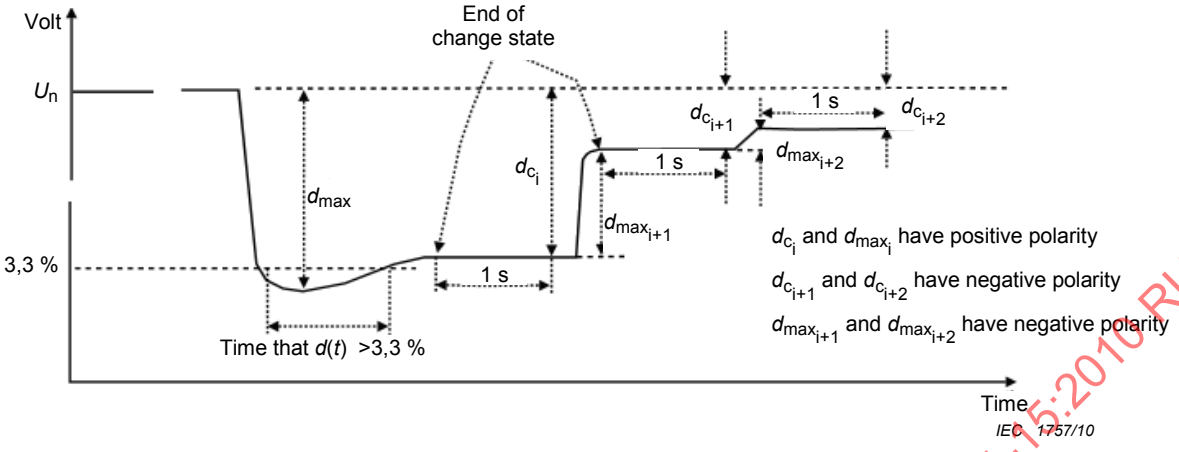


Figure B.2c – Illustration to explain multiple steady state and d_{max} and d_c sequences and polarities

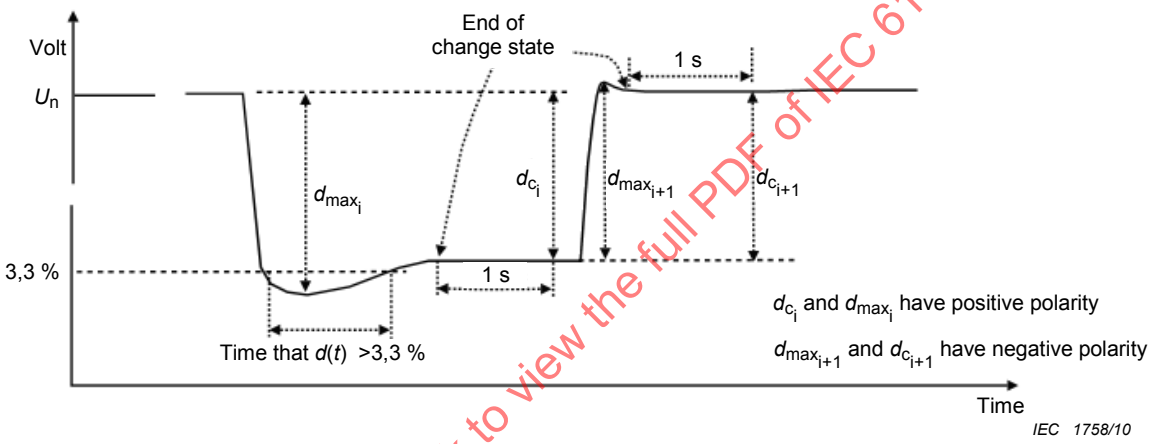


Figure B.2d – Illustration to explain multiple steady state d_{max} and d_c sequences and polarities

Figure B.2 – Illustration of "*d*" parameter definitions

The above two Figures B.2c and B.2d illustrate more complex voltage fluctuations, and the associated polarities of the various "*d*" parameters. These figures are intended to assist manufacturers of flickermeters, to implement the instrument correctly.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Annex C
(informative)

Sample protocols for type testing

Manufacturer:
Serial number:

Instrument:
Firmware version:

230 V/50 Hz	IEC 61000-4-15, Table 1a (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2a (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$\Delta U/U$ %	P_{st}
0,5	2,325		0,509		1	2,715	
1,5	1,067		n.a.		2	2,191	
3,5	n.a.		0,342		7	1,450	
8,8	0,250		0,196		39	0,894	
18,0	n.a.		0,446		110	0,722	
20,0	0,704		n.a.		1 620	0,407	
21,5	n.a.		0,592		4 000	2,343	
25,0	1,037		0,764		**Performance Test**		
28,0	n.a.		0,915			$\leq P_{st} \leq$	
30,5	n.a.		0,847		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
33 1/3	2,128		1,671		$P_{inst,max}$		

n.a. in above tables = not applicable

[a] **not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to**

IEC 61000-3-3,
IEC 61000-3-11 only

Result:

The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Distorted voltage Test, Table 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Input Bandwidth, Table 9[a]		
$f_{v.max}$		
Phase jumps Test, Table 10[a]		
$\Delta\beta$	$P_{st.ref}$	P_{st}
±30°	0,863....0,963	
±45°	1,007....1,113	
Duty cycle test, Table 11		
P_{st}		
Table 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Table 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 % ; d_c- $d(t)$ - d_{max} per Tables 12 to 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Manufacturer: Instrument:
Serial number: Firmware version:

120V/60Hz	IEC 61000-4-15, Table 1a (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2a (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$\Delta U/U$ %	P_{st}
0,5	2,453		0,598		1	3,181	
1,5	1,126		n.a.		2	2,564	
3,5	n.a.		0,408		7	1,694	
8,8	0,321		0,252		39	1,040	
18,0	n.a.		0,626		110	0,844	
20,0	0,977		n.a.		1 620	0,548	
22,0	n.a.		0,851		4 800	4,837	
25,5	n.a.		1,072		**Performance Test**		
33 1/3	2,570		1,823			$\leq P_{st} \leq$	
37,0	n.a.		1,304		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
40,0	4,393		3,451		$P_{inst,max}$		
n.a. in above tables = not applicable					**Distorted voltage Test, Table 8[a]**		
					$P_{inst,max}$		
[a] not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-11 only					**Input Bandwidth, Table 9[a]**		
					$f_{v,max}$		
					Phase jumps Test, Table 10[a]		
					$\Delta\beta$	$P_{st,ref}$	P_{st}
Result:					**±30°**	0,537....0,637	
					±45°	0,631....0,731	
The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010					**Duty cycle test, Table 11**		
Date:					P_{st}		
Signature:					**Table 12**		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
					Table 13		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} per Tables 12 to 13.							

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Manufacturer: Instrument:
Serial number: Firmware version:

230V/60Hz	IEC 61000-4-15, Table 1b (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2b (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$(\Delta U/U)$ %	P_{st}
0,5	2,325		0,510		1	2,719	
1,5	1,067		n.a.		2	2,194	
3,5	n.a.		0,342		7	1,450	
8,8	0,250		0,196		39	0,895	
18,0	n.a.		0,457		110	0,723	
20,0	0,703		n.a.		1 620	0,409	
22,0	n.a.		0,611		4 800	3,263	
25,5	n.a.		0,768		**Performance Test**		
33 1/3	1,758		1,258			≤ P_{st} ≤	
37,0	n.a.		0,975		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
40,00	2,963		2,327		$P_{inst,max}$		

n.a. in above tables = not applicable

[a]not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to

IEC 61000-3-3,
IEC 61000-3-11 only

Result:

The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Distorted voltage Test, Table 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Input Bandwidth, Table 9[a]		
$f_{v.max}$		
Phase jumps Test, Table 10[a]		
$\Delta\beta$	$P_{st.ref}$	P_{st}
±30°	0,710....0,810	
±45°	0,832....0,932	
Duty cycle test, Table 11		
P_{st}		
Table 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Table 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 % ; d_c; $d(t)$; d_{max} per Tables 12 to 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Manufacturer: Instrument:
Serial number: Firmware version:

120V/50Hz	IEC 61000-4-15, Table 1b (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2b (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	(Δ*U*/*U*) %	$P_{inst,max}$	(Δ*U*/*U*) %	$P_{inst,max}$	*r* min^{-1}	(Δ*U*/*U*) %	P_{st}
0,5	2,453		0,597		1	3,178	
1,5	1,126		n.a.		2	2,561	
3,5	n.a.		0,408		7	1,694	
8,8	0,321		0,252		39	1,045	
18,0	n.a.		0,611		110	0,844	
20,0	0,978		n.a.		1 620	0,545	
21,5	n.a.		0,820		4 000	3,426	
25,0	1,476		1,087		**Performance Test**		
28,0	n.a.		1,303			$\leq P_{st} \leq$	
30,5	n.a.		1,144		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
33 1/3	3,111		2,443		$P_{inst,max}$		

n.a. in above tables = not applicable

[a]not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to

IEC 61000-3-3,
IEC 61000-3-11 only

Result:

The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Distorted voltage Test, Table 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Input Bandwidth, Table 9[a]		
$f_{v,max}$		
Phase jumps Test, Table 10[a]		
$\Delta\beta$	$P_{st,ref}$	P_{st}
±30°	0,656….0,756	
±45°	0,769….0,869	
Duty cycle test, Table 11		
P_{st}		
Table 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Table 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} per Tables 12 to 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Bibliography

IEC 61000-4-30, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

MOMBAUER W. Flicker caused by phase jumps, ETEP 103, Vol. 16, November 2006, JOHN WILEY and SONS Ltd.

MOMBAUER W. Additional requirements to the IEC flickermeter, Version 10, July 2008.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 45
INTRODUCTION 47
1 Domaine d'application et objet 48
2 Références normatives 48
3 Paramètres et symboles 49
3.1 Paramètres mesurés directement et caractéristiques 49
3.1.1 Généralités 49
3.1.2 Valeur efficace de demi-période de la tension 49
3.1.3 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période 49
3.1.4 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période relatives 49
3.1.5 Tension en régime permanent et caractéristiques de variation de tension 49
3.1.6 Variation de tension en régime permanent 50
3.1.7 Variation maximum de tension pendant une caractéristique de variation de tension 50
3.1.8 Variation maximum de tension en régime permanent pendant une période d'observation 50
3.1.9 Variation maximum de tension absolue pendant une période d'observation 51
3.1.10 d(t) Ecart de tension 51
3.1.11 U_c Tension centrale 51
3.2 Symboles 51
4 Description de l'instrument 52
4.1 Généralités 52
4.2 Module 1 – Adaptateur de tension d'entrée 52
4.3 Module 2 – Multiplicateur d'élévation au carré 52
4.4 Module 3 – Filtres de pondération 53
4.5 Module 4 – Elévation au carré et lissage 53
4.6 Module 5 – Analyse statistique en temps réel 53
4.7 Sorties 54
4.7.1 Généralités 54
4.7.2 Sortie P_{lin} 54
4.7.3 Sortie P_{inst} 54
4.7.4 Sortie P_{st} 54
4.7.5 Sortie P_{lt} 54
4.7.6 Sorties du d-mètre 54
5 Spécifications 55
5.1 Réponse et précision 55
5.2 Plages de tension d'entrée 59
5.3 Adaptateur de tension 60
5.4 Filtres de pondération 60
5.5 Réponse du filtre de pondération dans le module 3 60
5.6 Elévateur au carré et filtre passe-bas de lissage 61
5.7 Procédure générale d'analyse statistique 61
5.7.1 Généralités 61
5.7.2 Evaluation du flicker à court terme 61
5.7.3 Evaluation du flicker à long terme 62

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

6 Essais du flickermètre 62
6.1 Généralités 62
6.2 Variations de tension sinusoïdales/rectangulaires 63
6.3 Variations de tension rectangulaires et essais de performances 64
6.4 Combinaison de variations de fréquence et de tension – Flickermètres de la classe F1 65
6.5 Tension déformée avec de multiples passages par zéro – Flickermètres de classe F1 65
6.6 Essai de bande passante utilisant une modulation de bande latérale d'harmonique et inter-harmonique 65
6.7 Sauts de phase – Flickermètres de classe F1 66
6.8 Variations de tension rectangulaires avec un rapport cyclique de 20 % 66
6.9 Essai de paramètres d, d_c, d_{max} et $d(t) > 3{,}3$ % 67
7 Exigences environnementales et autres 69
7.1 Généralités 69
7.2 Essais d'isolement, climatiques, de compatibilité électromagnétique et autres essais 70
Annexe A (normative) Techniques d'amélioration de la précision de l'évaluation du flicker 73
Annexe B (informative) Signification de $\Delta U/U$ et nombre de variations de tension, exemples de d_c, $d(t)$, d_{max} 75
Annexe C (informative) Exemples de protocoles pour des essais de type 79
Bibliographie 83

Figure 1 – Illustration de la tension d'essai modulée à 28 Hz avec un rapport cyclique de 20 % 67
Figure 2 – Schéma fonctionnel du flickermètre de la CEI 71
Figure 3 – Représentation schématique de la méthode «permanence à un niveau donné» pour P_{st} = 2,000 72
Figure B.1 – Variation de tension rectangulaire $\Delta U/U$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 variations/seconde 76
Figure B.2 – Illustration des définitions des paramètres «d» 78

Tableau 1a – Réponse normalisée d'un flickermètre à 120 V / 50 Hz et 120 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension sinusoïdales 56
Tableau 1b – Réponse normalisée d'un flickermètre à 230 V / 50 Hz et 230 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension sinusoïdales 57
Tableau 2a – Réponse normalisée d'un flickermètre à 120 V / 50 Hz et 120 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension rectangulaires 58
Tableau 2b – Réponse normalisée d'un flickermètre à 230 V / 50 Hz et 230 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension rectangulaires 59
Tableau 3 – Valeurs indicatives pour les paramètres de lampes 61
Tableau 4 – Spécifications d'essais pour un flickermètre 63
Tableau 5 – Spécifications d'essais pour la classification du flickermètre 64
Tableau 6 – Spécifications d'essais pour une combinaison de variations de fréquence et de tension – Flickermètres de classe F1 65
Tableau 7 – Spécifications d'essais pour une tension déformée avec de multiples passages par zéro – Flickermètres de classe F1 65

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 8 – Taux de modulation à 8,8 Hz pour l'essai de tension déformée – Flickermètres de classe F1 65

Tableau 9 – Spécifications d'essais pour les harmoniques avec une bande latérale – Flickermètres de classe F1 66

Tableau 10 – Spécifications d'essais pour les sauts de phase – Flickermètres de classe F1 66

Tableau 11 – Spécifications d'essais pour les variations de tension rectangulaires avec un rapport cyclique 67

Tableau 12 – Spécifications d'essais pour d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 % 68

Tableau 13 – Spécifications d'essais pour d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 % 69

Tableau B.1 – Facteur de correction pour les autres combinaisons de tension/fréquence 76

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.

2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.

3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.

4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.

5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.

6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.

7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.

8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.

9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de 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 61000-4-15 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du Comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

La CEI 61000-4-15 s'appuie sur les travaux du Groupe de Travail «Perturbations» de l'Union Internationale de l'Electrothermie (UIÉ), sur les travaux de l'IEEE et sur les travaux effectués au sein de la CEI.

Elle constitue la partie 4-15 de la série CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1997 et son amendement 1 (2003), et constitue une révision technique. Cette nouvelle édition, en

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

particulier, ajoute ou clarifie la définition de plusieurs paramètres mesurés directement, de telle façon que l'on évite des interprétations divergentes.

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77A/722/FDIS	77A/730/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61000, sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM),* peut être trouvée sur le site internet de la CEI.

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

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

Le contenu du corrigendum de mars 2012 et de la feuille d'interprétation 1 d'août 2017 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

INTRODUCTION

La CEI 61000-4 fait partie de la série des normes 61000 de la CEI, selon la répartition suivante:

Partie 1: Généralités
Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)
Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement
Description de l'environnement
Classification de l'environnement
Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites
Limites d'émission
Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des Comités de produit)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure
Techniques de mesure
Techniques d'essai

Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation
Guide d'installation
Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 6: Normes génériques

Partie 9: Divers

Chaque partie est, à son tour, subdivisée en plusieurs parties, publiées soit sous forme de normes internationales soit sous forme de spécifications techniques ou rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées en tant que sections. D'autres parties sont publiées ou le seront avec le numéro de partie suivi d'un tiret et complétées par un second numéro identifiant la sous-partie (par exemple: CEI 61000-6-1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61000 traite des spécifications fonctionnelles et de conception d'un appareil mesurant le flicker, destiné à indiquer le niveau correct de perception du flicker du flux lumineux (le flicker) pour toutes les formes d'ondes de fluctuation de la tension rencontrées dans la pratique. On y présente des informations permettant de construire un tel instrument. Une méthode d'évaluation de la sévérité du flicker est fournie à partir des résultats obtenus avec des flickermètres en conformité avec cette norme.

Les spécifications du flickermètre dans cette partie concernent uniquement les mesures des entrées de 120 V et 230 V, 50 Hz et 60 Hz. Les caractéristiques de certaines lampes à incandescence pour d'autres tensions sont suffisamment similaires aux valeurs des Tableaux 1 et 2 pour que l'utilisation d'un facteur de correction puisse être appliquée à ces autres tensions. Certains de ces facteurs de correction sont fournis à l'Annexe B. Des spécifications détaillées pour des tensions et des fréquences autres que celles données ci-dessus sont à l'étude.

L'objet de la présente partie de la CEI 61000 est de fournir les informations nécessaires à la conception et à la réalisation d'un flickermètre analogique ou numérique. Elle ne spécifie pas les valeurs limites tolérables du flicker.

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 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

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

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61326-1, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

3 Paramètres et symboles

3.1 Paramètres mesurés directement et caractéristiques

3.1.1 Généralités

Les exemples à l'Annexe B, les Figures B.2a et B.2b, B.2c et B.2d sont destinés à aider les fabricants de flickermètres dans la mise en œuvre correcte pour la détermination des paramètres spécifiés dans cet article.

3.1.2 Valeur efficace de demi-période de la tension

U_{hp}

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

3.1.3 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période

$U_{hp}(t)$

Sont les caractéristiques en fonction du temps de la valeur efficace de demi-période, déterminées à partir de valeurs successives de U_{hp}, voir également les exemples dans l'Annexe B.

3.1.4 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période relatives

$d_{hp}(t)$

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

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

3.1.5 Tension en régime permanent et caractéristiques de variation de tension

Ce paragraphe définit l'évaluation des valeurs de tensions efficaces de demi-période dans le temps. Deux conditions de base sont reconnues, qui sont des périodes où la tension reste stable et des périodes où des variations de tension se produisent.

Une condition de régime permanent existe lorsque la tension U_{hp} reste dans la bande de tolérance spécifiée de ±0,2 % pendant un minimum de 100/120 demi-périodes (50 Hz/60 Hz) de la fréquence fondamentale.

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

Alors que la mesure pendant un essai progresse et qu'un régime permanent reste présent, la valeur moyenne de 1 seconde de lissage U_{hp_avg} de U_{hp} est déterminée, c'est-à-dire que les 100 (120 pour 60 Hz) dernières valeurs de U_{hp} sont utilisées pour calculer U_{hp_avg}. Cette valeur U_{hp_avg} est utilisée par la suite pour déterminer si, oui ou non, le régime permanent se poursuit, et c'est également la référence pour la détermination de d_c et de d_{max} dans le cas où une variation de tension se produit.

Pour la détermination d'un « d_{c_i} » de nouveau régime permanent après qu'une variation de tension s'est produite, une première valeur $d_{start_i} = d_{hp}(t = t_{start})$ est utilisée. Une bande de

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

tolérance de ±0,002 U_n (±0,2 % de U_n) est déterminée autour de cette valeur. Le régime permanent est considéré comme présent si $U_{hp}(t)$ ne sort pas de la bande de tolérance pendant 100 demi-périodes consécutives (120 pour 60 Hz) de la fréquence fondamentale.

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

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

La dernière valeur dans la bande de tolérance est indiquée par $d_{end_i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. La valeur $d_{hp}(t = t_x)$ est utilisée en tant que valeur de départ pour la détermination du $d_{c_{i+1}} (= d_{start_{i+1}})$ du régime permanent suivant.

Si une quelconque valeur $d_{hp}(t > t_x)$ sort de la bande de tolérance avant les 100/120 demi-périodes requises pour l'établissement du régime permanent, cette nouvelle valeur U_{hp} est utilisée en tant que valeur de départ pour la détermination de $d_{c_{i+1}}$ du régime permanent suivant. Ainsi, un nouveau régime permanent est présent à l'instant où U_{hp_avg} peut être déterminée.

3.1.6 Variation de tension en régime permanent

d_{c_i}

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

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

3.1.7 Variation maximale de tension pendant une caractéristique de variation de tension

d_{max_i}

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

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

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

3.1.8 Variation maximale de tension en régime permanent pendant une période d'observation

d_c

La valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs d_{c_i}, observée pendant une période d'observation, est appelée d_c.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

$$d_c = \max_i(|d_{c_i}|)$$

3.1.9 Variation maximale de tension absolue pendant une période d'observation

***d*max**

La valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs $d_{\max_i}$, observée pendant une période d'observation, est appelée $d_{\max}$

$$d_{\max} = \max_i(|d_{\max_i}|)|$$

3.1.10 Ecart de tension

***d*(*t*)**

L'écart entre la valeur $d_{hp}(t)$ réelle et la valeur $d_{end_{i-1}}$ précédente à l'intérieur d'une caractéristique de variation de tension est appelé $d(t)$, et est exprimé en tant que pourcentage de U_n.

$$d(t) = d_{end_{i-1}} - d_{hp}(t)$$

La polarité est optionnelle. Si la polarité est indiquée, une chute de tension est considérée comme étant une valeur positive.

NOTE L'évaluation des limites de $d(t)$ dans la CEI 61000-3-3 avec la limite maximale autorisée de 3,3 % pour jusqu'à 500 ms est généralement destinée à évaluer le motif du courant d'appel de l'équipement soumis aux essais. Ainsi, dès qu'une nouvelle valeur U_{hp_avg} est établie, l'évaluation de $d(t)$ est terminée. Lorsqu'une nouvelle variation de tension se produit, une nouvelle évaluation de $d(t)$ débute. La durée maximale pendant laquelle $d(t)$ dépasse la valeur limite de 3,3 %, pour l'une quelconque des évaluations individuelles de $d(t)$ pendant la période d'observation, est utilisée pour la comparaison avec la limite de 500 ms, et elle est rapportée pour l'essai.

3.1.11 Tension centrale

***U*c**

La tension autour de laquelle le motif de modulation est centré, telle que requise pour la méthode d'essai de classification, ou les essais d'étalonnage périodiques selon 6.3, Tableau 5.

3.2 Symboles

T_{short} intervalle de temps à court terme pour l'évaluation de P_{st}

NOTE Sauf spécification contraire, l'intervalle à court terme T_{short} est de 10 min.

P_{st} sévérité du flicker à court terme

NOTE Sauf spécification contraire, le temps d'évaluation de P_{st} est de 10 min. Pour les études de qualité de tension, d'autres intervalles de temps peuvent être utilisés, et il convient qu'il soient définis dans l'index. Il convient d'écrire, par exemple, un intervalle de 1 min sous la forme $P_{st,1m}$.

T_{long} intervalle de temps à long terme pour l'évaluation de P_{lt}, qui est toujours un multiple entier de l'évaluation de sévérité du flicker à court terme P_{st}

NOTE Sauf spécification contraire, l'intervalle à long terme T_{long} est de 12 × 10 min, c'est-à-dire 2 h. Pour les études de qualité de tension, d'autres intervalles de temps peuvent être utilisés.

P_{lt} sévérité du flicker à long terme

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

où P_{st_i} (i = 1, 2, 3, ...) sont des lectures consécutives de la sévérité à court terme P_{st}.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

NOTE Sauf spécification contraire, P_{lt} est calculé sur des périodes T_{long} discrètes. A la fin de chaque période T_{long}, un nouveau calcul de P_{lt} débute.

P_{inst} sensation instantanée de flicker

NOTE Dans l'édition précédente de cette norme, cette sortie était appelée "Sortie 5".

$P_{inst,max}$ valeur crête de la sensation instantanée de flicker P_{inst} mesurée pendant la période d'observation

P_{lin} signal de variation de tension démodulé, après passage par le module 3 du flickermètre

U_{hp} valeur efficace de demi-période de la tension

$U_{hp\text{-}avg}$ moyenne de 1 seconde de lissage de U_{hp}

U_c tension centrale

d_{hp} valeur efficace de demi-période relative de la tension

d_c variation maximale de tension en régime permanent pendant une période d'observation

$d(t)$ écart de tension

d_{max} variation maximale de tension absolue pendant une période d'observation

4 Description de l'instrument

4.1 Généralités

La description ci-dessous est basée sur une mise en œuvre numérique du flickermètre. Des mises en œuvre analogiques sont autorisées pourvu qu'elles fournissent les mêmes résultats. Pour les essais de conformité et les études de qualité de tension, les résultats obtenus avec un instrument numérique, en conformité avec cette norme, sont définitifs.

L'architecture du flickermètre est illustrée par le schéma fonctionnel de la Figure 2. On peut la diviser en deux parties réalisant chacune l'une des tâches suivantes:

– simulation de la réponse de la chaîne lampe-œil-cerveau;
– analyse statistique, en temps réel, du signal du flicker et présentation des résultats.

La première tâche est effectuée par les modules 2, 3 et 4 comme illustré à la Figure 2, tandis que la seconde tâche est accomplie par le module 5.

4.2 Module 1 – Adaptateur de tension d'entrée

Ce module contient un circuit d'adaptation de tension qui ramène, à un niveau interne de référence, la tension à la fréquence secteur d'entrée comme défini en 5.3. Ce procédé permet d'effectuer des mesures du flicker, indépendamment du niveau réel de la tension de porteuse d'entrée, qui peuvent être exprimées en tant que rapport donné en pourcentage.

4.3 Module 2 – Multiplicateur d'élévation au carré

Le rôle de ce module est de restituer la fluctuation de tension en élevant au carré la tension d'entrée ramenée au niveau de référence, simulant ainsi le comportement d'une lampe.

NOTE Ce multiplicateur, avec le filtre Butterworth dans le module 3, fonctionne en tant que démodulateur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

4.4 Module 3 – Filtres de pondération

Le module 3 est composé de deux filtres en cascade, qui peuvent être placés avant ou après le circuit de filtre sélectif. Le premier filtre passe-bas élimine de la sortie du démodulateur les composantes d'ondulation dont la fréquence est double de celle du secteur.

Le filtre passe-haut (premier ordre, –3 dB à 0,05 Hz) peut être utilisé pour éliminer toute composante de tension continue. Les valeurs d'étalonnage dans les Tableaux 1a et 1b et Tableaux 2a et 2b, et le Tableau 5 d'essai de performance, comprennent l'effet de ce filtre passe-haut avec la fréquence de coupure de 0,05 Hz.

Le second filtre est un filtre de pondération qui simule la réponse en fréquence du système visuel humain aux fluctuations sinusoïdales de tension d'une lampe remplie de gaz à filament spiralé (60 W / 230 V et/ou 60 W / 120 V).

NOTE 1 La fonction de réponse est basée sur le seuil de perceptibilité trouvé à chaque fréquence par 50 % des personnes testées.

NOTE 2 Une lampe à filament de référence pour des réseaux de 100 V aurait une réponse en fréquence différente et nécessiterait un réglage correspondant du filtre de pondération. Les caractéristiques des lampes à décharge et à DEL sont totalement différentes, et des modifications importantes devraient être apportées aux Tableaux d'étalonnage dans cette norme si elles étaient prises en compte. Des facteurs de correction pour plusieurs combinaisons courantes tension/fréquence sont donnés à l'Article B.2.

NOTE 3 Seul le module 3 est basé sur la courbe limite de perceptibilité pour des fluctuations sinusoïdales de tension; la pondération correcte de fluctuations non sinusoïdales et arbitraires de tension est obtenue par un choix approprié de la fonction de transfert complexe pour les modules 3 et 4. Par conséquent, le fonctionnement correct du modèle a également été vérifié avec des signaux rectangulaires périodiques ainsi qu'avec des signaux transitoires. Certains de ces signaux sont illustrés dans l'Annexe B.

4.5 Module 4 – Elévation au carré et lissage

Le module 4 est composé d'un multiplicateur d'élévation au carré et d'un filtre passe-bas du premier ordre. La perception humaine du flicker, à la fois par l'œil et le cerveau, pour des fluctuations de tension appliquées à la lampe de référence, est simulée par la réponse non linéaire combinée des modules 2, 3 et 4.

La sortie du module 4 représente la sensation instantanée de flicker P_{inst}.

4.6 Module 5 – Analyse statistique en temps réel

Le module 5 effectue une analyse en temps réel du niveau de flicker, permettant ainsi le calcul direct de paramètres d'évaluation importants.

Une interface appropriée, soit avec des signaux analogiques, soit avec un transfert de données numériques, permet la présentation et l'enregistrement des données. Ce module a pour objet de déduire des indications de sévérité de flicker par une analyse statistique. Cette analyse statistique, effectuée en temps réel par le module 5, doit être effectuée en échantillonnant le niveau de signal de flicker instantané et en subdivisant ces échantillons en un nombre approprié de classes.

Chaque fois que la valeur applicable est atteinte, le compteur de la classe correspondante est incrémenté de 1. De cette manière, on obtient la fonction de distribution de fréquence des valeurs de P_{inst}. En choisissant une fréquence d'échantillonnage suffisamment élevée, le résultat final à la fin de l'intervalle de mesure représente la distribution de la durée du niveau de flicker dans chaque classe. En additionnant les contenus des compteurs de toutes les classes et en exprimant le total de chaque classe par rapport au total général, on obtient la fonction de densité de probabilité des niveaux de flicker.

A partir de cette fonction, la fonction de probabilité cumulée est obtenue, laquelle est à son tour utilisée dans la méthode statistique d'analyse de la durée pendant laquelle un niveau donné est atteint. La Figure 3 représente schématiquement la méthode d'analyse statistique,

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

limitée par souci de simplicité à seulement 15 classes dans le calcul de P_{st}, pour un essai de performance utilisant le réglage de modulation de 1 788 % (c'est-à-dire, un facteur k = 2) à 39 CPM (0,325 Hz), pour une valeur P_{st} cible de 2,000 comme défini en 6.2 et le Tableau 5 pour 230 V/50 Hz.

La fonction de probabilité cumulée utilisée permet d'obtenir des valeurs statistiques significatives comme la moyenne, l'écart type, le niveau de flicker dépassé pendant un pourcentage de temps donné, ou inversement, le pourcentage de temps pendant lequel un niveau déterminé de flicker a été dépassé.

Pour un traitement en temps réel, immédiatement à la fin de chaque intervalle de temps court, l'analyse statistique de l'intervalle suivant débute et les résultats pour l'intervalle qui vient de s'achever sont disponibles pour être délivrés. De cette manière, *n* analyses de temps court seront disponibles pour une période d'observation T_{long} donnée avec les résultats pour l'intervalle total.

4.7 Sorties

4.7.1 Généralités

Le diagramme du flickermètre à la Figure 2 montre un certain nombre de sorties obligatoires. Les sorties marquées d'un astérisque ne sont pas indispensables et permettent d'utiliser pleinement les potentialités de l'instrument pour les recherches portant sur les fluctuations de tension. D'autres sorties optionnelles peuvent être envisagées.

4.7.2 Sortie P_{lin}

La sortie P_{lin} est optionnelle et principalement destinée à réduire à un minimum le flicker. Cette sortie est corrélée linéairement avec les variations de la tension d'entrée.

4.7.3 Sortie P_{inst}

Cette sortie, autrefois appelée sortie 5, est obligatoire; elle représente la sensation de flicker instantanée et peut être enregistrée pour un traitement ultérieur. Elle doit être fournie en tant que signal analogique ou par l'intermédiaire d'une interface numérique. Dans les essais selon les Tableaux 1 et 2, la valeur maximale de P_{inst} est observée.

4.7.4 Sortie P_{st}

La sortie P_{st} dans le module 5 est obligatoire.

4.7.5 Sortie P_{lt}

La sortie P_{lt} est obligatoire.

4.7.6 Sorties du d-mètre

Pour les essais de conformité selon la CEI 61000-3-3 ou la CEI 61000-3-11, il est nécessaire que les paramètres mesurés directement d_c, d_{max} et $d(t)$ soient disponibles. Les paramètres d_c, d_{max} et $d(t)$ ne sont pas obligatoires pour l'évaluation de flicker à court terme ou à long terme. Le paramètre U_{hp} n'est nécessaire pour aucun essai de conformité ni pour aucune évaluation de flicker, mais peut être nécessaire à des fins d'étalonnage.

Les sorties – soit sous forme de signal analogique, soit au format de données numériques – doivent être fournies pour d_c, d_{max} et $d(t)$, et il est recommandé de disposer également d'une sortie pour U_{hp}.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

5 Spécifications

5.1 Réponse et précision

La réponse globale de l'entrée de l'instrument à la sortie du module 4 est donnée dans les Tableaux 1 et 2 pour des fluctuations de tension sinusoïdales et rectangulaires à 50 Hz et 60 Hz, respectivement. La sortie d'une unité du module 4 est équivalente au seuil de perceptibilité de flicker de référence pour les personnes. La réponse est centrée à 8,8 Hz pour une modulation sinusoïdale. Les Tableaux 1 et 2 donnent respectivement des valeurs pour des réseaux de 120 V et 230 V et 50 V et 60 Hz.

La précision requise pour l'instrument de l'entrée à la sortie du module 4 est obtenue si les valeurs P_{inst} mesurées pour les modulations sinusoïdales ou carrées spécifiées, avec la relation entre les angles de modulation comme montrée dans l'Annexe B, sont dans les limites de ±8 % d'une unité de perceptibilité pour les plages et fréquences de fonctionnement spécifiées du flickermètre. Les entrées imprimées en gras dans les Tableaux 1 et 2 montrent les points d'essai obligatoires. Les fabricants doivent spécifier les plages de tensions et de fréquences dans lesquelles le flickermètre est destiné à être utilisé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 1a – Réponse normalisée d'un flickermètre à 120 V / 50 Hz et 120 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension sinusoïdales

(fluctuation relative de la tension d'entrée $\Delta U/U$ pour une unité de perceptibilité à la sortie P_{inst})

Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %		Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %	
	Lampe de 120 V réseau à 60 Hz	Lampe de 120 V réseau à 50 Hz		Lampe de 120 V réseau à 60 Hz	Lampe de 120 V réseau à 50 Hz
0,5	**2,453**	**2,453**	10,0	0,341	0,341
1,0	1,465	1,465	10,5	0,355	0,355
1,5	**1,126**	**1,126**	11,0	0,373	0,373
2,0	0,942	0,942	11,5	0,394	0,394
2,5	0,815	0,815	12,0	0,417	0,417
3,0	0,717	0,717	13,0	0,469	0,469
3,5	0,637	0,637	14,0	0,528	0,528
4,0	0,570	0,570	15,0	0,592	0,592
4,5	0,514	0,514	16,0	0,660	0,660
5,0	0,466	0,466	17,0	0,734	0,734
5,5	0,426	0,426	18,0	0,811	0,811
6,0	0,393	0,393	19,0	0,892	0,892
6,5	0,366	0,366	**20,0**	**0,977**	**0,978**
7,0	0,346	0,346	21,0	1,067	1,068
7,5	0,332	0,332	22,0	1,160	1,162
8,0	0,323	0,323	23,0	1,257	1,261
8,8	**0,321**	**0,321**	24,0	1,359	1,365
9,5	0,329	0,329	**25,0**	**1,464**	1,476
			33 1/3	**2,570**	**3,111**
			40,0	**4,393**	

Pour les essais de type, les entrées imprimées en gras dans le Tableau 1a ci-dessus sont obligatoires. Les autres points sont optionnels. Les points imprimés en gras sont sélectionnés pour être situés aux points d'inflexion ou à proximité de ceux-ci, et le long de points importants sur la courbe de réponse de flicker normalisée. Les fabricants de flickermètres peuvent tester le produit pour toutes les entrées du Tableau 1a, mais cela n'est pas obligatoire pour les essais de type ou la vérification de l'instrument.

NOTE Du fait de la réponse différente des réseaux à 50 Hz et à 60 Hz, les fréquences des points de vérification sélectionnées diffèrent légèrement. Il convient que les fréquences de modulation soient fixées aux fréquences spécifiées avec une tolérance de ±0,5 % ou mieux. Il convient que les tensions de modulation soient également fixées avec une tolérance de ±0,5 % de la valeur spécifiée. Une tolérance de ±0,5 % pour à la fois l'amplitude et la fréquence de modulation peut en fait amener des erreurs sur P_{inst} jusqu'à 3 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 1b – Réponse normalisée d'un flickermètre à 230 V / 50 Hz et 230 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension sinusoïdales

(fluctuation relative de la tension d'entrée $\Delta U/U$ pour une unité de perceptibilité à la sortie P_{inst})

Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %		Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %	
	Lampe de 230 V réseau à 50 Hz	Lampe de 230 V réseau à 60 Hz		Lampe de 230 V réseau à 50 Hz	Lampe de 230 V réseau à 60 Hz
0,5	**2,325**	**2,325**	10,0	0,261	0,261
1,0	1,397	1,397	10,5	0,271	0,271
1,5	**1,067**	**1,067**	11,0	0,283	0,283
2,0	0,879	0,879	11,5	0,298	0,298
2,5	0,747	0,747	12,0	0,314	0,314
3,0	0,645	0,645	13,0	0,351	0,351
3,5	0,564	0,564	14,0	0,393	0,393
4,0	0,497	0,497	15,0	0,438	0,438
4,5	0,442	0,442	16,0	0,486	0,486
5,0	0,396	0,396	17,0	0,537	0,537
5,5	0,357	0,357	18,0	0,590	0,590
6,0	0,325	0,325	19,0	0,646	0,645
6,5	0,300	0,300	**20,0**	**0,704**	**0,703**
7,0	0,280	0,280	21,0	0,764	0,764
7,5	0,265	0,265	22,0	0,828	0,826
8,0	0,256	0,256	23,0	0,894	0,892
8,8	**0,250**	**0,250**	24,0	0,964	0,959
9,5	0,254	0,254	**25,0**	**1,037**	1,029
			33 1/3	**2,128**	**1,758**
			40,0		**2,963**

Pour les essais de type, les entrées imprimées en gras dans le Tableau 1b ci-dessus sont obligatoires. Les autres points sont optionnels. Les points imprimés en gras sont sélectionnés pour être situés aux points d'inflexion ou à proximité de ceux-ci, et le long de points importants sur la courbe de réponse de flicker normalisée. Les fabricants de flickermètres peuvent tester le produit pour toutes les entrées du Tableau 1b, mais cela n'est pas obligatoire pour les essais de type ou la vérification de l'instrument.

NOTE Du fait de la réponse différente des réseaux à 50 Hz et à 60 Hz, les fréquences des points de vérification sélectionnées diffèrent légèrement. Il convient que les fréquences de modulation soient fixées aux fréquences spécifiées avec une tolérance de ±0,5 % ou mieux. Il convient que les tensions de modulation soient également fixées avec une tolérance de ±0,5 % de la valeur spécifiée. Une tolérance de ± 0,5 % pour à la fois l'amplitude et la fréquence de modulation peut en fait amener des erreurs sur P_{inst} jusqu'à 3 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 2a – Réponse normalisée d'un flickermètre à 120 V / 50 Hz et 120 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension rectangulaires

(fluctuation relative de la tension d'entrée $\Delta U/U$ pour une unité de perceptibilité à la sortie P_{inst})

Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %		Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %	
	Lampe de 120 V réseau à 60 Hz	Lampe de 120 V réseau à 50 Hz		Lampe de 120 V réseau à 60 Hz	Lampe de 120 V réseau à 50 Hz
0,5	**0,598**	**0,597**	11,5	0,308	0,308
1,0	0,548	0,547	12,0	0,324	0,325
1,5	0,503	0,503	13,0	0,367	0,363
2,0	0,469	0,468	14,0	0,411	0,413
2,5	0,439	0,438	15,0	0,457	0,460
3,0	0,419	0,420	16,0	0,509	0,511
3,5	**0,408**	**0,408**	17,0	0,575	0,562
4,0	0,394	0,394	**18,0**	**0,626**	**0,611**
4,5	0,373	0,372	19,0	0,688	0,683
5,0	0,348	0,348	20,0	0,746	0,768
5,5	0,324	0,323	21,0	0,815	0,811
6,0	0,302	0,302	**21,5**	0,837	**0,820**
6,5	0,283	0,283	**22,0**	**0,851**	0,852
7,0	0,269	0,269	23,0	0,946	0,957
7,5	0,258	0,259	24,0	1,067	1,052
8,0	0,253	0,253	**25,0**	1,088	**1,087**
8,8	**0,252**	**0,252**	**25,5**	**1,072**	1,148
9,5	0,258	0,258	**28,0**	1,383	**1,303**
10,0	0,266	0,265	**30,5**	1,602	**1,144**
10,5	0,278	0,278	**33 1/3**	**1,823**	**2,443**
11,0	0,292	0,293	**37,0**	**1,304**	
			40,0	**3,451**	

Pour les essais de type, les entrées imprimées en gras dans le Tableau 2a ci-dessus sont obligatoires. Les autres points sont optionnels. Les points imprimés en gras sont sélectionnés pour être situés aux points d'inflexion ou à proximité de ceux-ci, et le long de points importants sur la courbe de réponse de flicker normalisée. Les fabricants de flickermètres peuvent tester le produit pour toutes les entrées du Tableau 2a, mais cela n'est pas obligatoire pour les essais de type ou la vérification de l'instrument.

NOTE Du fait de la réponse différente des réseaux à 50 Hz et à 60 Hz, les fréquences des points de vérification sélectionnées diffèrent légèrement. Il convient que les fréquences de modulation soient fixées aux fréquences spécifiées avec une tolérance de ±0,5 % ou mieux. Il convient que les tensions de modulation soient également fixées avec une tolérance de ±0,5 % de la valeur spécifiée. Une tolérance de ±0,5 % pour à la fois l'amplitude et la fréquence de modulation peut en fait amener des erreurs sur P_{inst} jusqu'à 3 %. Le temps de transition d'un niveau de tension au suivant doit être inférieur à 0,5 ms. Il convient que le temps de transition d'un niveau de tension au suivant soit inférieur à 0,5 ms.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 2b – Réponse normalisée d'un flickermètre à 230 V / 50 Hz et 230 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension rectangulaires

(fluctuation relative de la tension d'entrée $\Delta U/U$ pour une unité de perceptibilité à la sortie P_{inst})

Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %		Hz	Fluctuation de tension $\Delta U/U$ %	
	Lampe de 230 V réseau à 50 Hz	Lampe de 230 V réseau à 60 Hz		Lampe de 230 V réseau à 50 Hz	Lampe de 230 V réseau à 60 Hz
0,5	**0,509**	**0,510**	11,5	0,233	0,233
1,0	0,467	0,468	12,0	0,245	0,244
1,5	0,429	0,429	13,0	0,272	0,275
2,0	0,398	0,399	14,0	0,308	0,306
2,5	0,370	0,371	15,0	0,341	0,338
3,0	0,352	0,351	16,0	0,376	0,376
3,5	**0,342**	**0,342**	17,0	0,411	0,420
4,0	0,332	0,331	**18,0**	**0,446**	**0,457**
4,5	0,312	0,313	19,0	0,497	0,498
5,0	0,291	0,291	20,0	0,553	0,537
5,5	0,268	0,269	21,0	0,585	0,584
6,0	0,248	0,249	**21,5**	**0,592**	0,600
6,5	0,231	0,231	**22,0**	0,612	**0,611**
7,0	0,216	0,217	23,0	0,680	0,678
7,5	0,207	0,206	24,0	0,743	0,753
8,0	0,199	0,200	**25,0**	**0,764**	0,778
8,8	**0,196**	**0,196**	**25,5**	0,806	**0,768**
9,5	0,199	0,199	**28,0**	**0,915**	0,962
10,0	0,203	0,203	**30,5**	**0,847**	1,105
10,5	0,212	0,212	**33 1/3**	**1,671**	**1,258**
11,0	0,222	0,222	**37,0**		**0,975**
			40,0		**2,327**

Pour les essais de type, les entrées imprimées en gras dans le Tableau 2b ci-dessus sont obligatoires. Les autres points sont optionnels. Les points imprimés en gras sont sélectionnés pour être situés aux points d'inflexion ou à proximité de ceux-ci, et le long de points importants sur la courbe de réponse de flicker normalisée. Les fabricants de flickermètres peuvent tester le produit pour toutes les entrées du Tableau 2b, mais cela n'est pas obligatoire pour les essais de type ou la vérification de l'instrument.

NOTE Du fait de la réponse différente des réseaux à 50 Hz et à 60 Hz, les fréquences des points de vérification sélectionnées diffèrent légèrement. Il convient que les fréquences de modulation soient fixées aux fréquences spécifiées avec une tolérance de ±0,5 % ou mieux. Il convient que les tensions de modulation soient également fixées avec une tolérance de ±0,5 % de la valeur spécifiée. Une tolérance de ±0,5 % pour à la fois l'amplitude et la fréquence de modulation peut en fait amener des erreurs sur P_{inst} jusqu'à 3 %. Il convient que le temps de transition d'un niveau de tension au suivant soit inférieur à 0,5 ms.

5.2 Plages de tension d'entrée

Le circuit d'entrée de tension doit accepter une large plage de tensions secteur nominales et les adapter au niveau maximal compatible avec le fonctionnement des circuits suivants de

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

l'instrument. Les tensions assignées les plus communes sont énumérées ci-dessous. Le fabricant doit spécifier la ou les tension(s) pour lesquelles l'instrument est approprié.

De nombreuses tensions d'alimentation nominales existent entre 60 V et 690 V, en fonction des pratiques locales. Pour permettre une utilisation à peu près universelle de l'instrument pour la plupart des réseaux d'alimentation, il est conseillé que le circuit d'entrée soit conçu pour les tensions nominales suivantes:

U_{nom}: 66 V, 115 V, 230 V, 400 V, 690 V pour les réseaux à 50 Hz

U_{nom}: 69 V, 120 V, 240 V, 277 V, 347 V, 480 V, 600 V pour les réseaux à 60 Hz.

NOTE 1 En association avec des transformateurs de tension externes, les plages ci-dessus et d'autres telles que 100 V, 100/√3 V, 110/√3 V peuvent être obtenues.

NOTE 2 Des entrées avec une plus grande sensibilité (0,1 V; 1 V; 10 V) ne sont pas nécessaires, mais sont utiles pour un fonctionnement avec des capteurs de tension externes. Il convient que le circuit d'entrée soit capable d'accepter un signal d'entrée avec un facteur de crête d'au moins 2.

La bande passante de l'étage d'entrée du flickermètre doit être indiquée par le fabricant comme défini en 6.5, et la bande passante doit être d'au moins 450 Hz.

NOTE Cette définition de la bande passante est sensiblement différente de la bande passante à −3 dB qui est normalement utilisée pour la spécification des caractéristiques des filtres. La fréquence à −3 dB est supérieure à 450 Hz.

5.3 Adaptateur de tension

A l'entrée du module 2, ce circuit doit maintenir la valeur efficace de tension modulée à un niveau constant égal à la valeur de référence constante V_R, comme l'indique la spécification du transformateur d'entrée, sans modifier la fluctuation relative de modulation. Dans ce but, les valeurs efficaces sur une demi-période sont traitées par un filtre à résistance et condensateur passe-bas du premier ordre avec une constante de temps de 27,3 s. La plage de fonctionnement de ce circuit doit être suffisamment étendue pour assurer une reproduction correcte des fluctuations de la tension d'entrée génératrices de flicker.

5.4 Filtres de pondération

Ces filtres, contenus dans le module 3, ont pour rôle

– d'éliminer la composante continue ainsi que la composante à deux fois la fréquence du réseau présentes à la sortie du démodulateur (l'amplitude des composantes à fréquence plus élevée est négligeable),
– de pondérer la fluctuation de tension selon la sensibilité du système lampe-œil-cerveau.

Le filtre suppresseur des composantes indésirables comprend une section passe-haut du premier ordre (la fréquence de coupure recommandée à 3 dB est d'environ 0,05 Hz) et une section passe-bas, pour laquelle un filtre Butterworth du 6ème ordre avec une fréquence de coupure à 3 dB de 35 Hz pour les réseaux à 230 V/50 Hz est exigé. Un filtre Butterworth du 6ème ordre avec une fréquence de coupure à 3 dB de 42 Hz pour les réseaux à 120 V/60 Hz est exigé.

5.5 Réponse du filtre de pondération dans le module 3

Sous réserve que le filtre suppresseur défini ci-dessus n'ait qu'une influence négligeable à l'intérieur de la largeur de la bande de fréquence associée aux signaux de fluctuation de tension, une fonction de transfert adéquate pour le module 3 peut avoir la forme suivante:

$$F(s) = \frac{k\omega_1 s}{s^2 + 2\lambda s + \omega_1^2} \times \frac{1 + s/\omega_2}{(1 + s/\omega_3)(1 + s/\omega_4)}$$

où s est la variable complexe de Laplace.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Des valeurs indicatives sont données dans le Tableau 3 ci-dessous:

Tableau 3 – Valeurs indicatives pour les paramètres de lampes

Variable	Lampe de 230 V	Lampe de 120 V
k	1,7480 2	1,635 7
λ	2·π·4,059 81	2·π·4,167 375
ω_1	2·π·9,154 94	2·π·9,077 169
ω_2	2·π·2,279 79	2·π·2,939 902
ω_3	2·π·1,225 35	2·π·1,394 468
ω_4	2·π·21,9	2·π·17,315 12
NOTE La précision globale de la fonction de transfert du module 3 est obtenue conformément aux spécifications d'essais de l'Article 6.		

5.6 Elévateur au carré et filtre passe-bas de lissage

Le module 4 accomplit deux fonctions:

– élever au carré le signal pondéré de flicker pour simuler la perception non linéaire du couple œil-cerveau;

– lisser le signal pour simuler l'effet de mise en mémoire dans le cerveau.

L'étage d'élévation au carré doit avoir des plages de fonctionnement d'entrée et de sortie suffisantes pour prendre en compte la plage de mesure spécifiée de l'instrument.

L'étage réalisant le lissage du signal doit posséder la fonction de transfert d'un filtre passe-bas du premier ordre à résistance et condensateur avec une constante de temps égale à 300 ms.

5.7 Procédure générale d'analyse statistique

5.7.1 Généralités

T_{short} peut être choisi parmi les valeurs entre 1 min à 15 min, mais il est supposé être égal à 10 min, sauf dispositions contraires.

T_{long} doit être un multiple entier N du T_{short} sélectionné jusqu'à au moins 1008, ce qui correspond à sept jours pour un T_{short} de 10 min. T_{long} est égal à 12 N, c'est-à-dire 2 h, sauf dispositions contraires.

NOTE 1 Si le flickermètre est utilisé pour une surveillance de qualité de tension générale, où de grandes fluctuations de tension peuvent se produire, une résolution de 16 bits et au moins 512 classes agencées logarithmiquement pour la classification sont recommandées.

NOTE 2 Pour la surveillance de qualité de tension, il convient que l'instrument indique si des valeurs P_{inst} sont en dehors de la plage de classification.

5.7.2 Evaluation du flicker à court terme

La mesure de sévérité s'appuyant sur une période d'observation T_{short} = 10 min est appelée P_{st} et est obtenue à partir des statistiques temps-niveau provenant de la classification en niveau du module 5 du flickermètre. La formule suivante est utilisée:

$$P_{st} = \sqrt{0{,}031\,4\ P_{0{,}1} + 0{,}052\,5\ P_{1s} + 0{,}065\,7\ P_{3s} + 0{,}28\ P_{10s} + 0{,}08\ P_{50s}}$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Les pourcentages $P_{0,1}$, P_1, P_3, P_{10} et P_{50} sont les niveaux de flicker dépassés de 0,1; 1; 3; 10 et 50 % du temps pendant la période d'observation. Le suffixe «s» dans la formule indique qu'il convient d'utiliser des valeurs lissées; celles-ci sont obtenues en utilisant les équations suivantes:

$$P_{50s} = (P_{30} + P_{50} + P_{80})/3$$
$$P_{10s} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17})/5$$
$$P_{3s} = (P_{2,2} + P_3 + P_4)/3$$
$$P_{1s} = (P_{0,7} + P_1 + P_{1,5})/3$$

La constante de temps de 0,3 s en mémoire dans le flickermètre garantit que $P_{0,1}$ ne peut pas changer brusquement et qu'un lissage n'est pas nécessaire pour ce pourcentage.

NOTE La valeur P_{st} est une sortie obligatoire, alors que les sorties pour les valeurs individuelles des pourcentages sont optionnelles.

5.7.3 Evaluation du flicker à long terme

L'évaluation de la sévérité du flicker à court terme est appropriée pour l'évaluation des perturbations provoquées par des sources individuelles avec un court cycle de fonctionnement. Lorsqu'on doit tenir compte de l'effet combiné de plusieurs charges perturbatrices agissant au hasard (machines à souder ou moteurs, par exemple) ou lorsqu'on étudie des sources de flicker ayant des cycles de fonctionnement longs et variables (fours à arc, par exemple), il devient nécessaire d'avoir un critère d'évaluation de la sévérité du flicker à long terme. Pour cela, la sévérité du flicker à long terme P_{lt}, doit être dérivée des valeurs de sévérité à court terme P_{st} , sur une période qui est fonction du rapport cyclique de la charge ou une période pendant laquelle un observateur est susceptible de réagir au flicker, quelques heures, par exemple, à l'aide de la formule suivante:

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

où P_{sti} (i = 1, 2, 3, ...) représente les lectures successives de la sévérité à court terme P_{st}.

NOTE Pour les mesures de qualité de tension selon la CEI 61000-4-30 ou pour les mesures selon la CEI 61000-3-3 et la CEI 61000-3-11, la valeur P_{lt} supérieure à une période de 2 h (N = 12) est recommandée.

6 Essais du flickermètre

6.1 Généralités

Trois classes de flickermètres sont définies. Ces flickermètres doivent être testés avec plusieurs caractéristiques de tension d'essai différentes. Le Tableau 4 donne une vue d'ensemble. Les motifs de modulation et la signification de $\Delta U/U$ utilisés dans cet article sont illustrés à l'Annexe B.

Classe F1: Les flickermètres d'usage général, appropriés pour la surveillance de la qualité de tension ainsi que pour les essais de conformité (voir la Note de bas de tableau [a] du Tableau 4). Ces flickermètres peuvent être soumis à une large plage de variations de tension d'entrée, comprenant des variations de fréquence et même des sauts de phase. Par conséquent, les flickermètres d'usage général doivent être testés avec une large plage de signaux d'entrée tels que spécifiés dans le Tableau 4. Pour la vérification périodique de l'étalonnage, seul l'essai de variation de tension rectangulaire selon 6.3 est exigé. Il est également recommandé d'effectuer l'essai de bande passante périodiquement.

Classe F2: Les flickermètres destinés aux essais de conformité de produit selon la CEI 61000-3-3 ou la CEI 61000-3-11 fonctionnent dans un environnement contrôlé, avec une fréquence et une phase constantes et des fluctuations de tension limitées. Par conséquent,

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

l'essai selon 6.3 (Tableau 5) est suffisant pour vérifier le fonctionnement correct du flickermètre pour ce type d'application.

Classe F3: Les flickermètres destinés à être utilisés pour les études de qualité de tension, la recherche de pannes, et d'autres applications où de faibles incertitudes de mesure ne sont pas exigées, comme pour les équipements de mesure de qualité de tension de la classe S.

NOTE Les flickermeters conformes à la CEI 61000-4-15 (première édition et son amendement 1) sont considérés comme des instruments de Classe F3.[1]

Le fabricant de flickermètre doit spécifier les procédures supplémentaires exigées pour vérifier les performances de l'instrument spécifique. Le protocole d'étalonnage doit comprendre la version de micrologiciel ainsi que la version de tout logiciel de prise en charge requis. Des exemples de protocoles d'essais de types sont donnés à l'Annexe C.

Pour la vérification d'étalonnage périodique, les essais imprimés en italique et en gras dans le Tableau 4 sont suffisants.

Tableau 4 – Spécifications d'essais pour un flickermètre

Caractéristiques de tension d'essai	Intention	Valeur utilisée pour l'essai	Classes de flickermètres		
Variations de tension sinusoïdales / rectangulaires, Tableaux 1, 2	Teste la caractéristique de réponse des filtres et les paramètres de mise à niveau	P_{inst}	F1	F2	F3
Variations de tension rectangulaires et essais de performances, Tableau 5	***Teste les algorithmes de classification et d'évaluation statistique***	$\boldsymbol{P}_{st}$	F1	F2	F3
Variations de fréquence, Tableau 6	Teste le circuit de mesure (matériel)	P_{inst}	F1		
Tension déformée avec de multiples passages par zéro, Tableau 8	Teste la stabilité du circuit de commande d'entrée	P_{inst}	F1		
Harmoniques avec bande latérale, Tableau 9	***Teste la bande passante d'entrée***	$\boldsymbol{P}_{inst}$	F1		
Sauts de phase, Tableau 10	Teste la stabilité du circuit de commande d'entrée, la bande passante d'entrée et la classification	P_{st}	F1		
Variations de tension rectangulaires avec rapport cyclique, Tableau 11	Teste les algorithmes de classification et d'évaluation statistique	P_{st}	F1	F2	
d_c, d_{max}, $d(t)$	Teste les performances selon la CEI 61000-3-3		F1[a]	F2	

[a] L'essai de d_c, d_{max}, $d(t)$ n'est nécessaire que pour la classe F1 si le fabricant spécifie que l'instrument est approprié pour les essais de conformité selon la CEI 61000-3-3 ou la CEI 61000-3-11.

6.2 Variations de tension sinusoïdales/rectangulaires

Pour les flickermètres, la caractéristique de réponse totale de l'entrée à la sortie P_{inst} doit être vérifiée pour les variations de tension sinusoïdales et rectangulaires. Pour tous les points d'essai dans les Tableaux 1 et 2, $P_{inst,max}$ doit être égal à 1,00 avec une tolérance de ±8 %.

[1] CEI 61000-4-15:1997, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 15: Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception*

Amendement 1 (2003)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

6.3 Variations de tension rectangulaires et essais de performances

Pour tous les points d'essai dans le Tableau 5, P_{st} doit être égal à 1,00 avec une tolérance de ±5 %. Cet essai est suffisant pour l'étalonnage à intervalles de temps réguliers.

Pour les flickermètres de la classe F1 et de la classe F3, destinés à la surveillance de qualité de tension générale, les fluctuations de tension spécifiées dans le Tableau 5 doivent être centrées autour de la tension d'essai nominale spécifiée dans le tableau. Cela permet de garantir que le flickermètre a une plage d'entrée dynamique suffisamment large pour évaluer avec précision les écarts de tension dans chaque direction.

Pour les flickermètres de la classe F2, destinés aux essais de conformité de produit, la tension appliquée au produit testé ne dépassera généralement pas la tension d'essai nominale. En fait, pour des facteurs « k » plus élevés tels que k = 5, et de faibles taux de modulation, la tension maximum dépasse la tension de fonctionnement spécifiée de la plupart des produits électriques grand public. Par conséquent, la fluctuation de la tension pour les flickermètres de la classe F2 peut être centrée autour d'une tension U_c plus faible, de sorte que la tension maximum pendant l'essai ne dépasse pas la tension d'essai nominale.

Par exemple, pour 230 V / 50 Hz nominal et un niveau de P_{st} de 3,00 à 1 CPM selon le Tableau 5, la modulation peut être centrée autour de U_c = 221,0 V, avec:

$$230\ \text{V} = U_c + 0{,}5 \times 3 \times 2{,}715 \times U_c/100.$$

Le fabricant doit spécifier la plage de fonctionnement du flickermètre. Pour cela, toutes les valeurs de ($\Delta U/U$) du Tableau 5 sont multipliées par un facteur k fixé et P_{st} est déterminé pour ce facteur k. Le fabricant doit spécifier la valeur de k la plus faible et la plus élevée pour laquelle la valeur P_{stk} correspondante est dans les limites de ±5 % ou ±0,05, à savoir le plus élevé des deux. Cela spécifie la plage de fonctionnement du classificateur, par exemple $0{,}25 \leq k \leq 5{,}0$.

Le motif de modulation rectangulaire doit être appliqué avec un rapport cyclique de 50 % ±2 %, et le temps de transition d'un niveau de tension au suivant doit être inférieur à 0,5 ms.

Tableau 5 – Spécifications d'essais pour la classification du flickermètre

Variations rectangulaires par minute CPM	Fluctuation de tension %			
	Lampe de 120 V réseau à 50 Hz	Lampe de 120 V réseau à 60 Hz	Lampe de 230 V réseau à 50 Hz	Lampe de 230 V réseau à 60 Hz
1	3,178	3,181	2,715	2,719
2	2,561	2,564	2,191	2,194
7	1,694	1,694	1,450	1,450
39	1,045	1,040	0,894	0,895
110	0,844	0,844	0,722	0,723
1 620	0,545	0,548	0,407	0,409
4 000	3,426	Essai non prescrit	2,343	Essai non prescrit
4 800	Essai non exigé	4,837	Essai non exigé	3,263

NOTE 1 1 620 variations rectangulaires par minute correspondent à une fréquence de modulation d'onde carrée de 13,5 Hz.

NOTE 2 Pour des essais selon le présent tableau, la première variation de tension est appliquée dans les 5 s qui suivent le début de l'évaluation de P_{st}. Il convient que les flickermètres ayant un temps de pré-essai pour charger les filtres indiquent le moment où l'évaluation de P_{st} débute, de sorte que la personne chargée des essais puisse déterminer l'instant auquel le motif de modulation rectangulaire débute.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

6.4 Combinaison de variations de fréquence et de tension – Flickermètres de la classe F1

Pour cet essai, la fréquence *f* et l'amplitude de la tension d'essai sont toutes deux modifiées dans des intervalles de 4 s au passage par zéro de la tension. La valeur $P_{inst,max}$ observée doit être de 1,00 avec une tolérance de ±8 %.

Tableau 6 – Spécifications d'essais pour une combinaison de variations de fréquence et de tension – Flickermètres de classe F1

Lampe de 120 V			Lampe de 230 V		
Fréquence réseau Hz	Fréquence variable *f* Hz	Tension variable *U* V	Fréquence réseau Hz	Fréquence variable *f* Hz	Tension variable *U* V
60	59,75	120,000	50	49,75	230,000
	60,25	119,266		50,25	228,812
50	49,75	120,000	60	59,75	230,000
	50,25	119,270		60,25	228,805

6.5 Tension déformée avec de multiples passages par zéro – Flickermètres de classe F1

La tension déformée avec de multiples passages par zéro consiste en la tension fondamentale *U* et les niveaux d'harmoniques selon le Tableau 7. Toutes les harmoniques ont un déphasage de 180° par rapport au fondamental de 50 Hz/60 Hz; c'est-à-dire qu'elles ont un passage par zéro vers le négatif lorsque le fondamental a un passage par zéro vers le positif. Cette tension déformée est ensuite modulée de manière sinusoïdale à 8,8 Hz avec une amplitude selon le Tableau 8. La valeur $P_{inst,max}$ observée doit être de 1,00 avec une tolérance de ±8 %.

Tableau 7 – Spécifications d'essais pour une tension déformée avec de multiples passages par zéro – Flickermètres de classe F1

Rang d'harmonique ν	3	5	7	9	11	13	17	19	23	25	29	31
$U_{\nu - \%}$ de *U*	5	6	5	1,5	3,5	3,0	2,0	1,76	1,41	1,27	1,06	0,97

Tableau 8 – Taux de modulation à 8,8 Hz pour l'essai de tension déformée – Flickermètres de classe F1

Lampe de 230 V		Lampe de 120 V	
Fréquence réseau Hz	Fluctuation de tension %	Fréquence réseau Hz	Fluctuation de tension %
50	0,250	50	0,321
60	0,250	60	0,321

6.6 Essai de bande passante utilisant une modulation de bande latérale d'harmonique et inter-harmonique

Pour cet essai, la tension secteur *U* (230 V/120 V) avec les fréquences système (50 Hz/60 Hz) doivent être modulées en superposant deux tensions avec des fréquences qui sont séparées de 10 Hz, comme montré dans le Tableau 9. Les deux tensions de modulation doivent avoir une même amplitude relative de (U_i/U).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Les fréquences de modulation f_v et f_i de la paire de fréquences (f_v, $f_i = f_v - 10$ Hz) sont augmentées pour établir la bande passante maximum du flickermètre. La fréquence la plus élevée $f_{v,max}$, pour laquelle $P_{inst,max}$ est de 1,00 avec une tolérance de ±8 % est la bande passante d'entrée du flickermètre. $f_{v,max}$ doit être d'au moins 450 Hz. Les paires de fréquences peuvent être augmentées par pas de 50 Hz (60 Hz pour les réseaux à 60 Hz) pour cet essai, en commençant aux fréquences minimales spécifiées dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Spécifications d'essais pour les harmoniques avec une bande latérale – Flickermètres de classe F1

Lampe de 230 V			Lampe de 120 V		
Fréquence réseau Hz	(f_i/f_v) Hz	(U_i/U) %	Fréquence réseau Hz	(f_i/f_v) Hz	(U_i/U) %
50	140/150	3,611	60	170/180	4,126
60	170/180	3,611	50	140/150	4,126

6.7 Sauts de phase – Flickermètres de classe F1

Le flickermètre doit être testé avec une séquence de sauts de phase.

Chaque saut de phase doit se produire au passage par zéro vers les valeurs positives 1 min, 3 min, 5 min, 7 min et 9 min (±10 s) après le commencement d'une période d'observation de 10 min.

L'essai doit être répété pour les angles de saut de phase de $\Delta\beta = +30°$, $\Delta\beta = -30°$, $\Delta\beta = +45°$ et $\Delta\beta = -45°$.

Le P_{st} observé sur 10 min, doit correspondre au Tableau 10 avec une tolérance de ±5 % ou ±0,05, à savoir la plus grande.

Le temps de transition pour chaque saut de phase doit être inférieur à 0,5 ms.

Tableau 10 – Spécifications d'essais pour les sauts de phase – Flickermètres de classe F1

Angle de saut de phase $\Delta\beta$	Lampe de 230 V Réseau à 50 Hz P_{st}	Lampe de 120 V Réseau à 60 Hz P_{st}	Lampe de 120 V Réseau à 50 Hz P_{st}	Lampe de 230 V Réseau à 60 Hz P_{st}
±30°	0,913	0,587	0,706	0,760
±45°	1,060	0,681	0,819	0,882

6.8 Variations de tension rectangulaires avec un rapport cyclique de 20 %

La tension U est modulée rectangulairement à une fréquence de 28 Hz et avec un rapport cyclique de 12/60 (20 %). Cela signifie que, dans une période de 60 s, le temps global pendant lequel la tension de signal reste à un niveau est de 12 s, tandis que le temps global à l'autre niveau est de 48 s.

Le temps de transition d'une tension à la suivante doit être inférieur à 0,5 ms.

P_{st} doit être de 1,00 avec une tolérance de ±5 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 11 – Spécifications d'essais pour les variations de tension rectangulaires avec un rapport cyclique

Lampe de 230 V		Lampe de 120 V	
Fréquence réseau Hz	Fluctuation de tension %	Fréquence réseau Hz	Fluctuation de tension %
50	1,418	60	2,126
60	1,480	50	2,017

La Figure 1 montre un $\Delta U/U$ = 35 % à des fins d'illustration, étant donné qu'une modulation de 1 % à 2 % ne serait pas visible. Seulement 400 ms de l'axe du temps sont représentées, montrant les 200 ms pour chaque seconde où la modulation est présente.

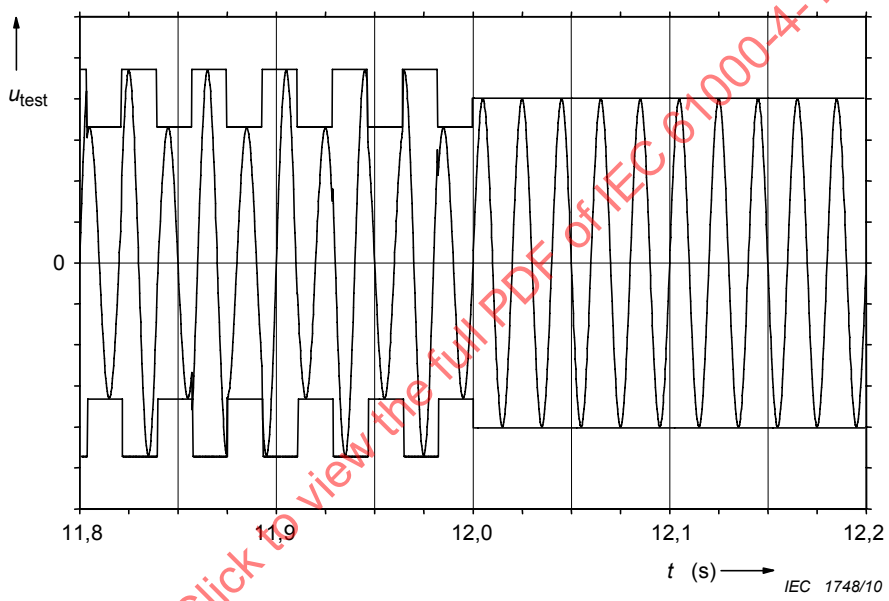


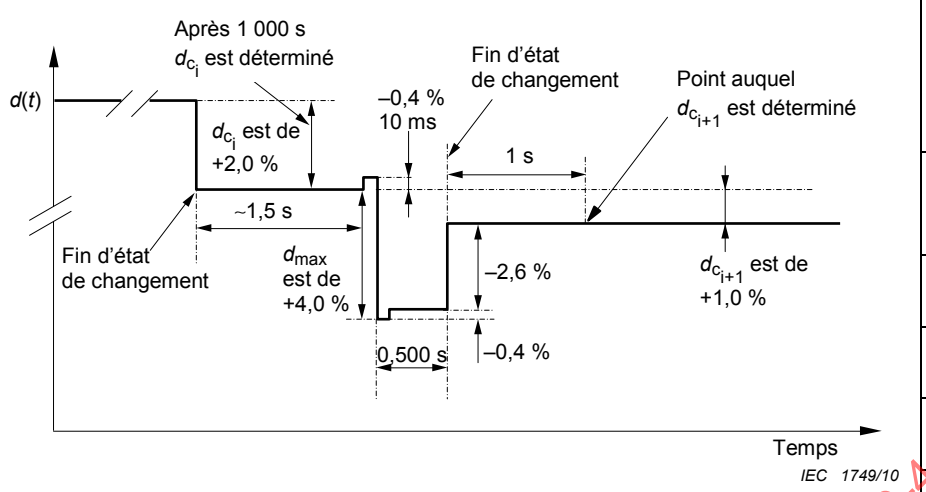
Figure 1 – Illustration de la tension d'essai modulée à 28 Hz avec un rapport cyclique de 20 %

6.9 Essai de paramètres d, d_c, d_{max} et $d(t)$ > 3,3 %

Les essais de motif de variation de tension et les valeurs de paramètres d associées sont tels que spécifiés dans les Tableaux 12 et 13. Chaque variation de tension (transition) doit avoir lieu au passage par zéro de la tension du fondamental. Le d-mètre doit rapporter les valeurs telles que spécifiées dans les tableaux dans les limites de ±5 %. Les temps $t_{(dt)}$ > 3,3 % sont rapportés par incréments de 10 ms et, par conséquent, doivent être exactement tels que spécifiés dans le tableau, étant donné que toutes les variations de tension ont lieu aux passages par zéro.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 12 – Spécifications d'essais pour d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 %

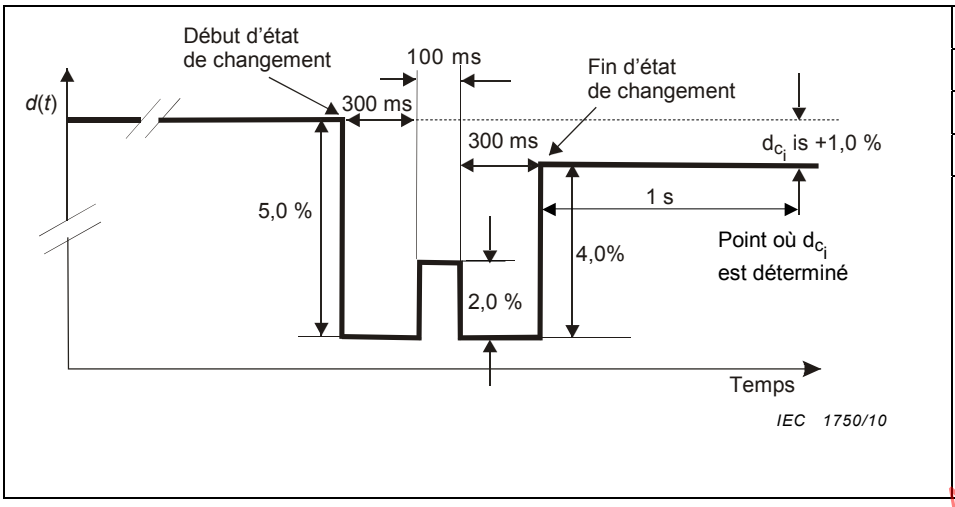
	d_c = 2,00 % (max. de 1,00 et 2,00 %)
	$t_{(d(t)>3,3\ \%)}$ = 500 ms
	d_{max} = 4,00 %

Pour l'essai de paramètres *d* illustré dans le Tableau 12, la tension *U* est modifiée selon un motif montré sur la figure du Tableau 12. Par souci de clarté, l'axe vertical est montré en tant que *d*(*t*), afin de pouvoir indiquer toutes les variations en pourcentage de U_n. Toutes les variations de tension doivent avoir lieu au passage par zéro de la composante de fréquence fondamentale de la tension d'alimentation. La première variation consiste en un pas de 2 %, c'est-à-dire de U_n à (U_n –2 %), et ce niveau est maintenu pendant 1,5 seconde. Ainsi, la première valeur d_c sera de 2,00 %. Après 1,5 seconde, une transition de 10 ms de –0,4 % (variation de tension dans la direction positive) a lieu, suivie d'une transition de 500 ms au-dessous de 3,3 %. Le premier pas dans cette transition de 500 ms consiste en une variation de 4,00 % par rapport à la condition de régime permanent précédente (d_{ci}). Notez que c'est également 4,4 % au-dessous du dernier niveau juste avant cette transition. Par conséquent, d_{max} est de 4,00 %, même si la transition totale au début des 500 ms est de 4,40 %. 10 ms après le début de la transition globale de 4,4 %, une transition de 0,4 % a lieu comme montré, et ensuite la tension est maintenue à 3,6 % au-dessous de la condition de régime permanent précédente pendant 490 ms. Ensuite, la tension est modifiée de -2,6 %, aboutissant ainsi à un niveau qui est 1,00 % au-dessous du précédent. La deuxième condition de d_{ci} ($d_{c_{i+1}}$) est de 1,00 % par rapport au régime permanent précédent. La valeur la plus élevée de 2,00 % à partir du premier changement de régime permanent doit être rapportée.

Cet essai vérifie l'exécution correcte des diverses mesures de paramètres «*d*», ainsi que de toute logique logicielle applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Tableau 13 – Spécifications d'essais pour d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 %



d_c = 1,00 %
d_{max} = 5,00 %
$t_{(d(t)>3,3\ \%)}$ = 600 ms

Pour le deuxième essai de paramètres d, la tension *U* est modifiée selon un motif montré sur la figure du Tableau 13. Par souci de clarté, l'axe vertical est montré en tant que *d*(*t*), afin de pouvoir indiquer toutes les variations en pourcentage de U_n. Toutes les variations de tension doivent avoir lieu au passage par zéro de la composante de fréquence fondamentale de la tension d'alimentation. La première variation consiste en un pas de 5,0 %, c'est-à-dire un pas de U_n à (U_n - 5 %), et ce niveau est maintenu pendant 300 ms. Ensuite, le niveau est modifié de -2,0 % pendant 100 ms, suivies de 300 ms au niveau de 5,0 % au-dessous de la condition de régime permanent précédente. Ensuite, le niveau est modifié à un niveau qui est 1,0 % au-dessous du niveau de régime permanent précédent.

L'objet principal de cet essai consiste à vérifier l'accumulation correcte de la valeur rapportée pour $t_{(dt)}$ > 3,3 % qui est le temps pendant lequel le niveau est au-dessous de 3,3 % pendant une condition de changement. Etant donné qu'il n'y a pas de régime permanent avant 700 ms plus 1 s après le début de la première transition, l'accumulation du temps pendant lequel *d*(*t*) dépasse la limite de 3,3 % spécifiée se poursuit jusqu'à ce qu'un nouveau régime permanent soit établi. Le début et la fin de l'état de changement sont indiqués sur la figure.

7 Exigences environnementales et autres

7.1 Généralités

Le fabricant doit spécifier les conditions de fonctionnement assignées et éventuellement la grandeur des erreurs introduites par des variations

- de la température,
- de l'humidité,
- de la tension d'alimentation de l'instrument et les interférences série associées,
- de la tension d'interférence de mode commun entre la connexion à la terre de l'instrument, ses circuits et la tension d'alimentation auxiliaire,
- des décharges d'électricité statique,
- des champs électromagnétiques rayonnés.

NOTE Lors de l'application de la CEI 61010-1 pour les exigences de sécurité et d'isolement, il convient de prendre en compte le fait que les circuits d'entrée (tension et courant) peuvent être connectés directement aux tensions d'alimentation secteur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

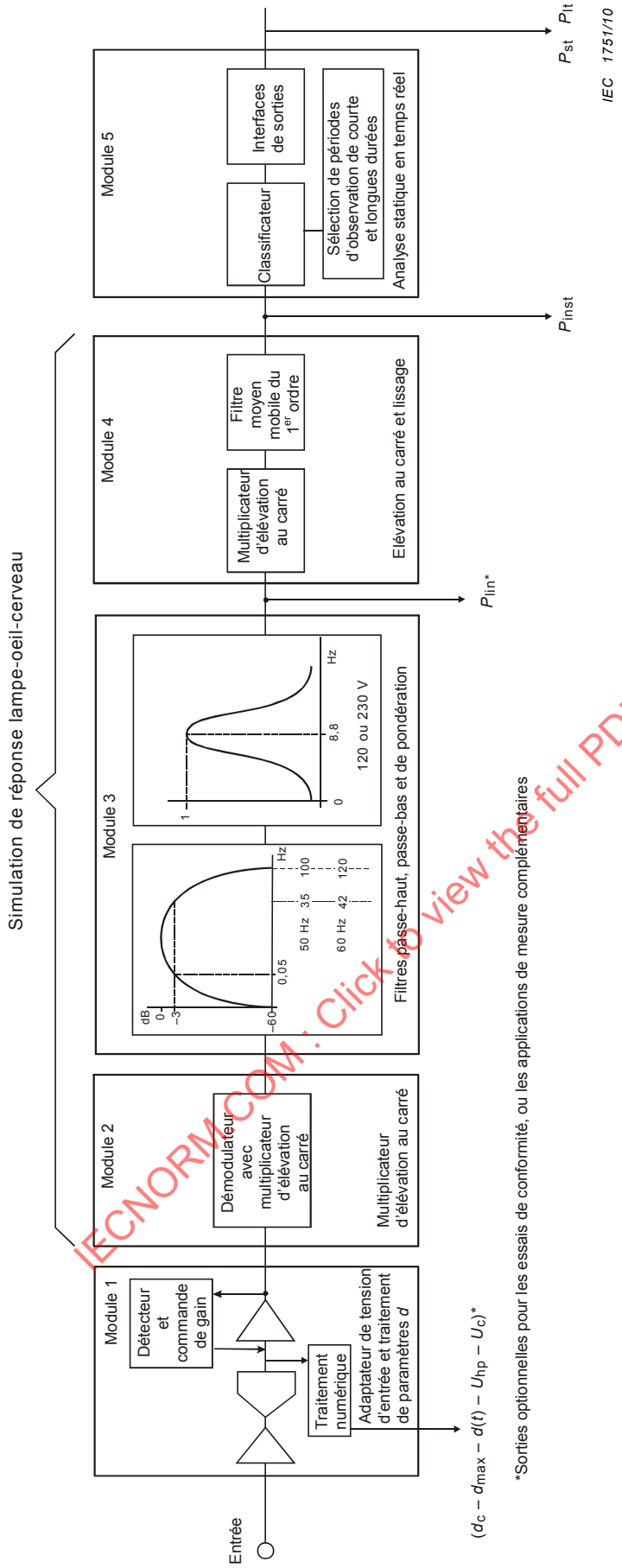
7.2 Essais d'isolement, climatiques, de compatibilité électromagnétique et autres essais

Les exigences de sécurité sont spécifiées dans la CEI 61010-1.

Les exigences de CEM sont spécifiées dans la CEI 61326-1.

Les exigences environnementales sont testées selon la CEI 60068.

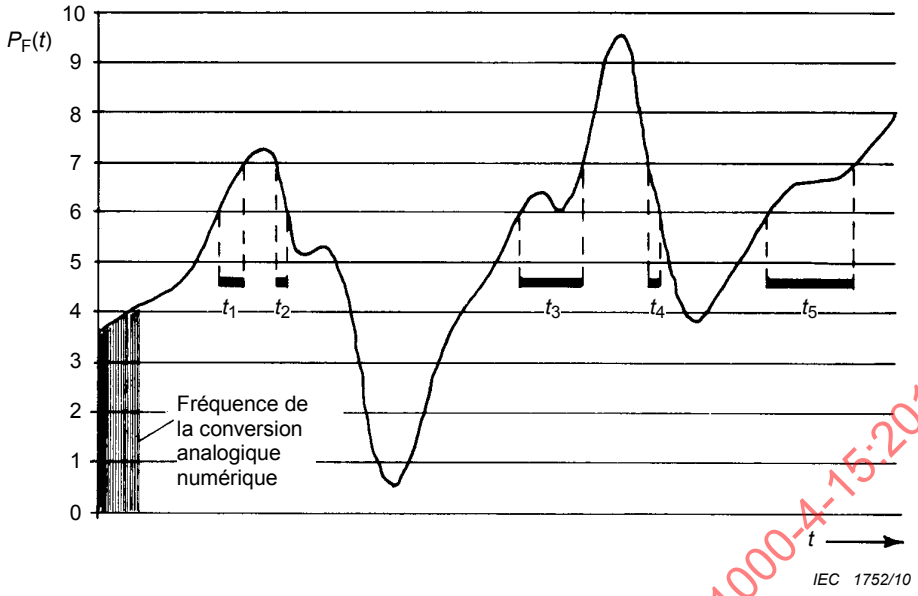
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV



*Sorties optionnelles pour les essais de conformité, ou les applications de mesure complémentaires

Figure 2 – Schéma fonctionnel du flickermètre de la CEI

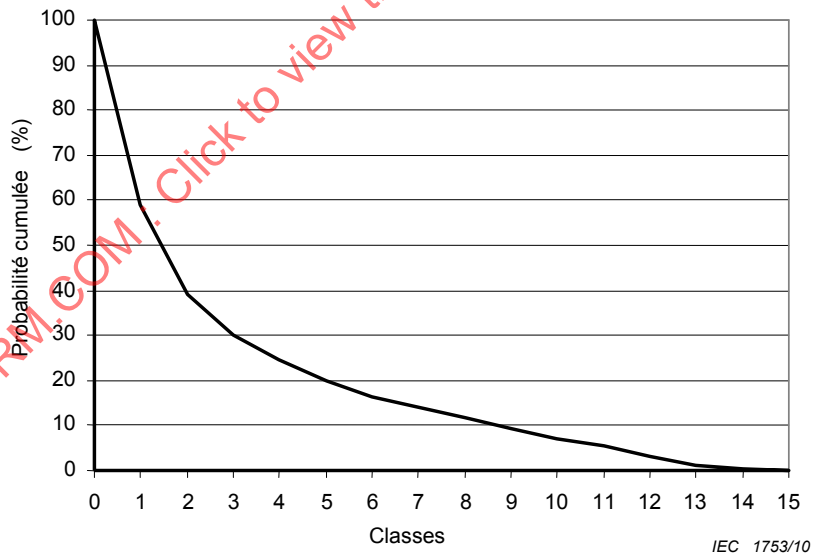
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV



NOTE Le temps de présence du signal dans la classe n° 7 est indiqué à titre d'exemple:

$$\left(T_7 = \sum_{i=1}^{i=5} t_i\right)$$

Figure 3a – Niveau de flicker représenté par une fonction variable du temps



NOTE La fonction de probabilité cumulée ci-dessus est obtenue lors de l'utilisation d'une modulation d'onde carrée à 1,806 % et d'une fréquence de modulation de 0,325 Hz (39 CPM). Cet essai est pour un facteur k = 2 tel que spécifié en 6.3 et dans le Tableau 5.

Figure 3b – Fonction de probabilité cumulée

Figure 3 – Représentation schématique de la méthode «permanence à un niveau donné» pour P_{st} = 2,000

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Annexe A
(normative)

Techniques d'amélioration de la précision de l'évaluation du flicker

A.1 Généralités

Il existe de nombreuses techniques pour arriver à une évaluation de flicker précise dans un grand nombre de conditions.

Certaines de ces techniques sont fournies ci-dessous. Chacune d'elles peut être utilisée seule ou en combinaison si la précision spécifiée de ±5 % est obtenue sur une gamme suffisamment étendue de profondeur de modulation de la tension d'entrée.

Dans de nombreux cas, les valeurs des points de pourcentage particuliers, P_k, nécessaires pour calculer P_{st} ne correspondront pas à une seule catégorie et doivent être obtenues par interpolation (ou extrapolation) des classes actuellement disponibles.

A.2 Interpolation linéaire

La classification linéaire est faite de telle façon que la pleine échelle F_s de la classification possède N étages discrets égaux donnant une largeur de catégorie F_s/N. Soit n le numéro de la catégorie auquel le pourcentage P_k appartient. La catégorie n comprend les niveaux de sortie du flickermètre entre $(n - 1)\ F_s/N$, auxquels s'ajoutent y_{n-1} pour cent des échantillons et nF_s/N auxquels s'ajoutent y_n pour cent des échantillons. Par interpolation linéaire, le pourcentage P_k correspondant à y_k pour cent est de:

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - \frac{y_k - y_n}{y_{n-1} - y_n}\right)$$

A.3 Interpolation non linéaire

Lorsque l'interpolation linéaire n'est pas d'une précision suffisante, on doit utiliser l'interpolation non linéaire. Il est recommandé d'adapter une formule quadratique aux niveaux correspondant à trois catégories successives sur la fonction de probabilité cumulative CPF (fonction de probabilité cumulative).

Le niveau de fonction de probabilité cumulative est obtenu à partir de la relation suivante:

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - 1 + \frac{1}{2H_2}\left(H_1 - \sqrt{H_3}\right)\right)$$

où

F_s/N est la largeur de catégorie;

$H_1 = 3/2\ y_{n-1} - 2\ y_n + 1/2\ y_{n+1}$;

$H_2 = 1/2\ y_{n-1} - y_n + 1/2\ y_{n+1}$;

$H_3 = H_1^2 - 4\ H_2\ (y_{n-1} - y_k)$;

où y_n est le pourcentage de probabilité correspondant à la catégorie n et ainsi de suite (voir l'Article A.2).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

A.4 Interception du pseudo-zéro

Il peut se produire que l'un ou plusieurs des pourcentages d'intérêt P_k se trouvent dans l'intervalle de la première catégorie de la classification.

L'expérience a montré qu'une interpolation entre le zéro et le point final supérieur de la première catégorie donne de mauvais résultats parce que l'on part de l'hypothèse implicite qu'il existe 100 % de chances pour qu'un niveau de zéro soit dépassé. En pratique, une fonction de probabilité cumulative type peut rencontrer l'axe de probabilité bien en dessous du repère 100 % puis se déplacer verticalement au-dessus de l'axe. Une manière de réduire les erreurs dans cette région consiste à extrapoler la fonction de probabilité cumulative sur l'axe y pour avoir une valeur d'interception du pseudo-zéro de y_0. L'algorithme permettant d'obtenir y_0 est le suivant:

$$y_0 = (3\ y_1 - 3\ y_2 + y_3)$$

A.5 Classification non linéaire

La classification peut être utilisée plus efficacement et plus précisément si les intervalles de catégorie sont gradués en largeur.

Par exemple, une classification logarithmique peut être utilisée; elle permet généralement d'utiliser l'extrapolation linéaire, elle évite le recours à l'extrapolation zéro et permet aussi de couvrir toute la gamme dynamique des signaux d'entrée sans changer de gamme.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Annexe B
(informative)

Signification de $\Delta U/U$ et nombre de variations de tension, exemples de d_c, $d(t)$, d_{max}

B.1 Généralités

L'équation et la Figure B.1 illustrent la signification de $\Delta U/U$ et du nombre de variations de tension pour cette norme. Les essais de performance supposent que la relation angulaire entre la fréquence fondamentale et la fonction de modulation est comme montrée ci-dessous, c'est-à-dire une fonction sinusoïdale. Une modification de la relation angulaire peut conduire à différentes valeurs de P_{inst} et P_{st} pour les essais de modulation rectangulaire.

Considérons une fonction temporelle modulée en amplitude u(t) et une forme d'onde de fluctuation de tension U(t). La forme d'onde de fluctuation de tension U(t) est la fonction temporelle de la valeur efficace de u(t). Les variations de la fonction temporelle $\Delta u/\bar{u}$ sont approximativement identiques aux variations des valeurs efficaces $\Delta U/U$.

Par exemple, une forme d'onde 50 Hz de tension moyenne de 1,0 avec une variation de tension relative $\Delta u/\bar{u}$ de 40 % et une modulation rectangulaire de 8,8 Hz peut s'écrire comme suit:

$$u(t) = 1 \times \sin(2 \times \pi \times 50 \times t) \times \left\{1 + \frac{40}{100} \times \frac{1}{2} \times \text{signum}[\sin(2 \times \pi \times 8{,}8 \times t)]\right\}$$

La Figure B.1 montre la forme d'onde correspondante. Les variations de valeurs efficaces $\Delta U/U$ sont pratiquement égales aux variations de la fonction temporelle de $\Delta u/\bar{u}$ à hauteur de 40 %. Les variations de tension rectangulaire se produisent à la fréquence de 8,8 Hz. Chaque période complète génère deux variations de tension distinctes, l'une avec augmentation d'amplitude et l'autre avec diminution d'amplitude. Deux variations par période à la fréquence de 8,8 Hz produisent 17,6 variations par seconde.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

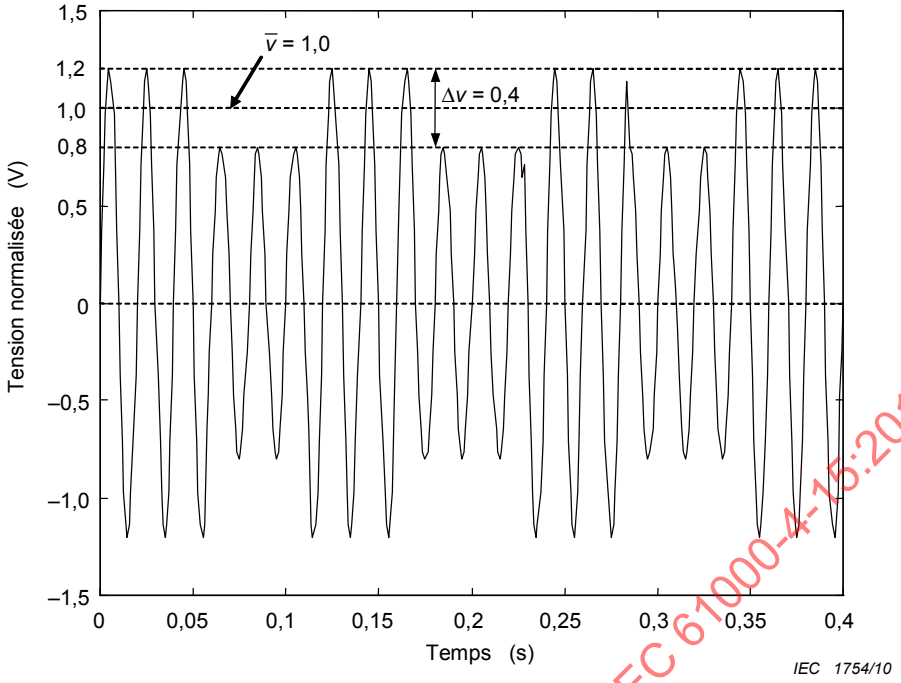


Figure B.1 – Variation de tension rectangulaire
$\Delta U/U$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 variations/seconde

B.2 Facteurs de correction pour les valeurs autres que 120 V/230 V, 50 Hz/60 Hz

Le Tableau B.1 montre les facteurs de correction qui s'appliquent pour les combinaisons de tension/fréquence autres que celles spécifiées dans les Tableaux 1 et 2.

Le flickermètre est réglé dans le mode de fonctionnement pour la tension et la fréquence montrées dans la colonne avec pour en-tête «Table de référence». Les valeurs mesurées de P_{lt} et P_{st} sont ensuite multipliées par le facteur de correction indiqué. Les lectures de flicker résultantes sont généralement dans les limites de 3 % des lectures qui seraient obtenues si la fonction de transfert de Laplace avait été ajustée pour le modèle de lampe exact qui s'appliquerait pour la combinaison de tension/fréquence dans la première colonne.

Les écarts sont généralement bien dans la spécification de tolérance de ±5 % qui est utilisée dans cette norme, ainsi, il n'est pas pratique de concevoir des spécifications d'essais pour les multiples combinaisons, étant donné que celles-ci augmenteraient le coût de certification de l'instrument sans apporter d'avantages importants.

Tableau B.1 – Facteur de correction pour les autres combinaisons de tension/fréquence

Tension et fréquence	Facteur de correction	Table de référence
220 V, 50 Hz	0,97	230 V, 50 Hz
220 V, 60 Hz	0,97	230 V, 60 Hz
100 V, 50 Hz	0,90	120 V, 50 Hz
100 V, 60 Hz	0,90	120 V, 60 Hz

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Il convient en outre de noter que les paramètres « *d* » sont tous quotientométriques, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas affectés par la tension ou la fréquence. Ainsi, toutes les spécifications qui font partie de cette norme s'appliquent uniformément à toutes les tensions et fréquences.

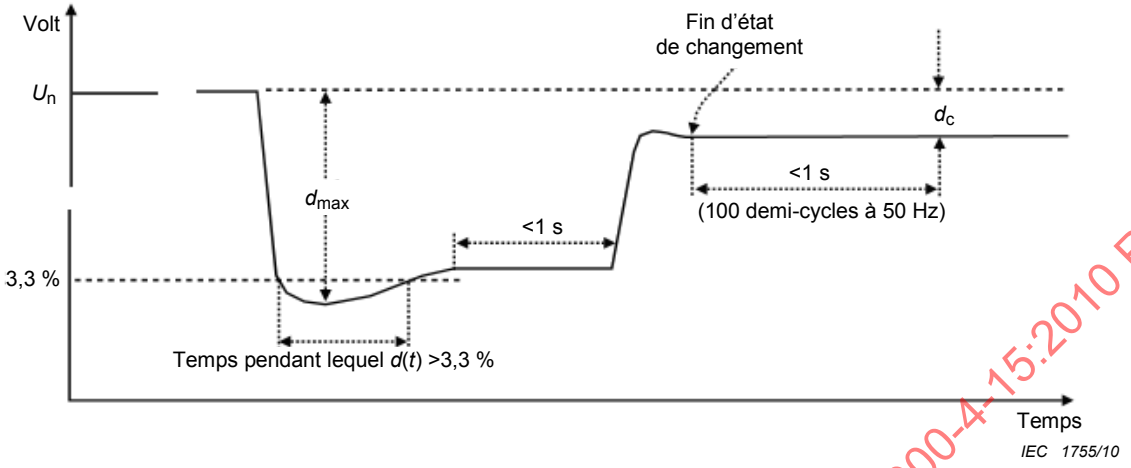


Figure B.2a – Illustration destinée à expliquer les définitions des paramètres «*d*»

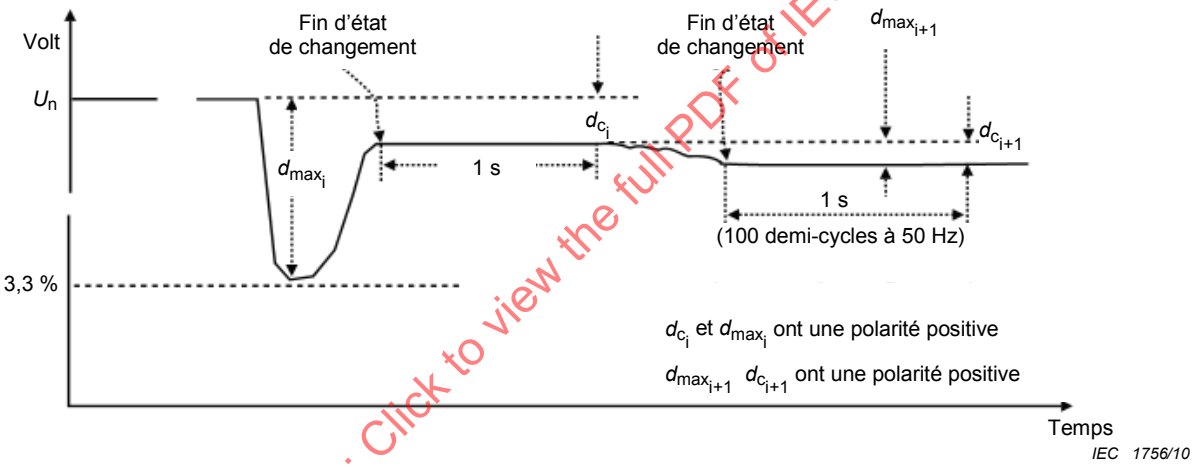


Figure B.2b – Illustration destinée à expliquer les définitions des paramètres «*d*» avec de multiples régimes permanents

Les deux Figures B.2a et B.2b ci-dessus illustrent certaines des fluctuations de tension qui sont communément observées et les paramètres « *d* » tels que définis dans l'Article 3. Ces figures sont destinées à aider les fabricants de flickermètres pour la mise en œuvre correcte de l'instrument.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

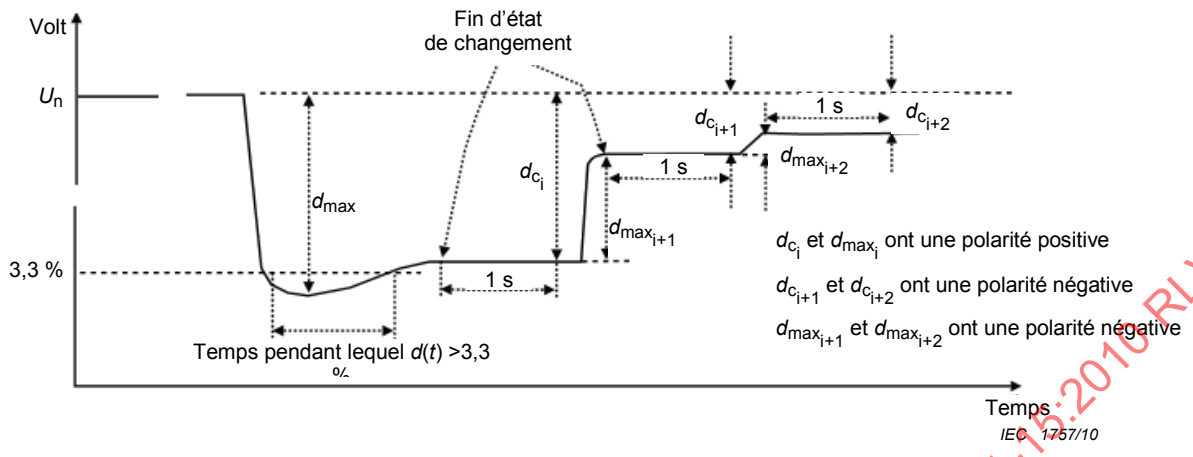


Figure B.2c – Illustration destinée à expliquer les multiples régimes permanents et les séquences et polarités de d_{max} et d_c

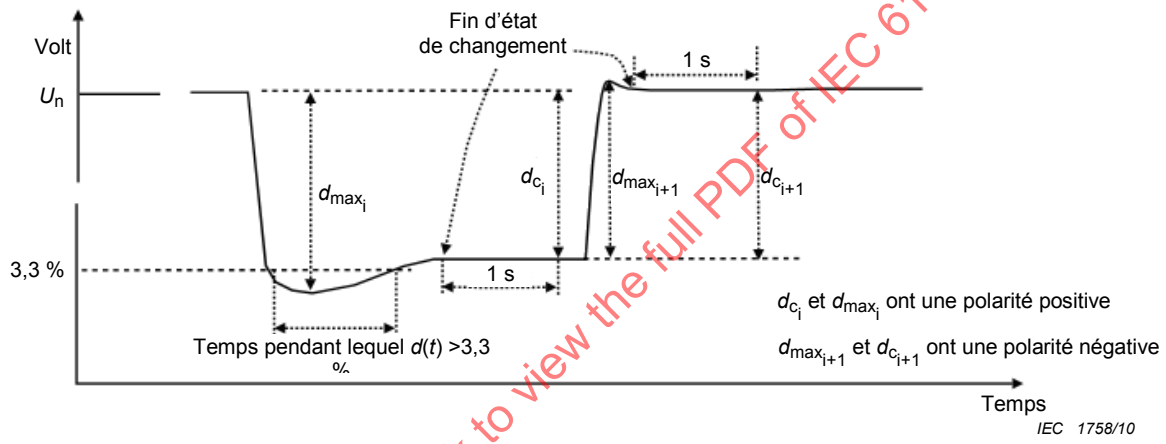


Figure B.2d – Illustration destinée à expliquer les multiples régimes permanents et les séquences et polarités de d_{max} et d_c

Figure B.2 – Illustration des définitions des paramètres «*d*»

Les deux Figures B.2c et B.2d ci-dessus illustrent des fluctuations de tension plus complexes et les polarités associées des divers paramètres « *d* ». Ces figures sont destinées à aider les fabricants de flickermètres pour la mise en œuvre correcte de l'instrument.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Annexe C
(informative)

Exemples de protocoles pour des essais de type

Fabricant: Instrument:
Numéro de série: Version de micrologiciel:

230 V/50 Hz	CEI 61000-4-15, Tableau 1a (sinusoïdale)		CEI 61000-4-15, Tableau 2a (rectangulaire)		CEI 61000-4-15, Tableau 5 (rectangulaire)		
f Hz	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$(\Delta U/U)$ %	P_{st}
0,5	2,325		0,509		1	2,715	
1,5	1,067		n.a.		2	2,191	
3,5	n.a.		0,342		7	1,450	
8,8	0,250		0,196		39	0,894	
18,0	n.a.		0,446		110	0,722	
20,0	0,704		n.a.		1 620	0,407	
21,5	n.a.		0,592		4 000	2,343	
25,0	1,037		0,764		**Essai de performances**		
28,0	n.a.		0,915			$\leq P_{st} \leq$	
30,5	n.a.		0,847		**Essai de variations de fréquence, Tab 6[a]**		
33 1/3	2,128		1,671		$P_{inst,max}$		
n.a. dans les Tableaux ci-dessus = non applicable					**Essai de tension déformée, Tab 8[a]**		
					$P_{inst,max}$		
[a]non prescrit pour les instruments de la classe F2 destinés à être utilisés uniquement pour des mesures selon la CEI 61000-3-3/11					**Bande passante d'entrée, Tab 9[a]**		
					$f_{v.max}$		
Résultat:					**Essai de sauts de phase, Tab 10[a]**		
					$\Delta\beta$	$P_{st.ref}$	P_{st}
L'instrument satisfait aux exigences de précision applicables selon les Articles 5 et 6 de la CEI 61000-4-15:2010					**± 30°**	0,863....0,963	
					± 45°	1,007....1,113	
					Essai de rapport cyclique, Tab 11		
Date:					P_{st}		
Signature:							
					Tableau 12		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
					Tableau 13		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

Valeurs souhaitées: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} selon les Tableaux 12 et 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Fabricant: Instrument:
Numéro de série: Version de micrologiciel:

120 V/60 Hz	CEI 61000-4-15, Tableau 1a (sinusoïdale)		CEI 61000-4-15, Tableau 2a (rectangulaire)		CEI 61000-4-15, Tableau 5 (rectangulaire)		
f Hz	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$(\Delta U/U)$ %	P_{st}
0,5	2,453		0,598		1	3,181	
1,5	1,126		n.a.		2	2,564	
3,5	n.a.		0,408		7	1,694	
8,8	0,321		0,252		39	1,040	
18,0	n.a.		0,626		110	0,844	
20,0	0,977		n.a.		1 620	0,548	
22,0	n.a.		0,851		4 800	4,837	
25,5	n.a.		1,072		**Essai de performances**		
33 1/3	2,570		1,823			$\leq P_{st} \leq$	
37,0	n.a.		1,304		**Essai de variations de fréquence, Tab 6[a]**		
40,0	4,393		3,451		$P_{inst,max}$		

n.a. dans les Tableaux ci-dessus = non applicable

[a]non prescrit pour les instruments de la classe F2 destinés à être utilisés uniquement pour des mesures selon la CEI 61000-3-3/11

Résultat:

L'instrument satisfait aux exigences de précision applicables selon les Articles 5 et 6 de la CEI 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Essai de tension déformée, Tab 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Bande passante d'entrée, Tab 9[a]		
$f_{v,max}$		
Essai de sauts de phase, Tab 10[a]		
$\Delta\beta$	$P_{st,ref}$	P_{st}
± 30°	0,537....0,637	
± 45°	0,631....0,731	
Essai de rapport cyclique, Tab 11		
P_{st}		
Tableau 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Tableau 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

Valeurs souhaitées: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} selon les Tableaux 12 et 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Fabricant: Instrument:
Numéro de série: Version de micrologiciel:

230 V/60 Hz	CEI 61000-4-15, Tableau 1b (sinusoïdale)		CEI 61000-4-15, Tableau 2b (rectangulaire)		CEI 61000-4-15, Tableau 5 (rectangulaire)		
f Hz	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$(\Delta U/U)$ %	P_{st}
0,5	2,325		0,510		1	2,719	
1,5	1,067		n.a.		2	2,194	
3,5	n.a.		0,342		7	1,450	
8,8	0,250		0,196		39	0,895	
18,0	n.a.		0,457		110	0,723	
20,0	0,703		n.a.		1 620	0,409	
22,0	n.a.		0,611		4 800	3,263	
25,5	n.a.		0,768		**Essai de performances**		
33 1/3	1,758		1,258			$\leq P_{st} \leq$	
37,0	n.a.		0,975		**Essai de variations de fréquence, Tab 6[a]**		
40,00	2,963		2,327		$P_{inst,max}$		

n.a. dans les Tableaux ci-dessus = non applicable

Essai de tension déformée, Tab 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Bande passante d'entrée, Tab 9[a]		
$f_{v.max}$		
Essai de sauts de phase, Tab 10[a]		
$\Delta\beta$	$P_{st.ref}$	P_{st}
± 30°	0,710....0,810	
± 45°	0,832....0,932	
Essai de rapport cyclique, Tab 11		
Pst		
Tableau 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Tableau 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

[a]non prescrit pour les instruments de la classe F2 destinés à être utilisés uniquement pour des mesures selon la CEI 61000-3-3/11

Résultat:

L'instrument satisfait aux exigences de précision applicables selon les Articles 5 et 6 de la CEI 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Valeurs souhaitées: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} selon les Tableaux 12 et 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Fabricant: Instrument:
Numéro de série: Version de micrologiciel:

120 V/50 Hz	CEI 61000-4-15, Tableau 1b (sinusoïdale)		CEI 61000-4-15, Tableau 2b (rectangulaire)		CEI 61000-4-15, Tableau 5 (rectangulaire)		
f Hz	(Δ*U*/*U*) %	$P_{inst,max}$	(Δ*U*/*U*) %	$P_{inst,max}$	*r* min^{-1}	(Δ*U*/*U*) %	P_{st}
0,5	2,453		0,597		1	3,178	
1,5	1,126		n.a.		2	2,561	
3,5	n.a.		0,408		7	1,694	
8,8	0,321		0,252		39	1,045	
18,0	n.a.		0,611		110	0,844	
20,0	0,978		n.a.		1 620	0,545	
21,5	n.a.		0,820		4 000	3,426	
25,0	1,476		1,087		**Essai de performances**		
28,0	n.a.		1,303			$\leq P_{st} \leq$	
30,5	n.a.		1,144		**Essai de variations de fréquence, Tab 6[a]**		
33 1/3	3,111		2,443		$P_{inst,max}$		
n.a. dans les Tableaux ci-dessus = non applicable					**Essai de tension déformée, Tab 8[a]**		
					$P_{inst,max}$		
[a] non prescrit pour les instruments de la classe F2 destinés à être utilisés uniquement pour des mesures selon la CEI 61000-3-3/11					**Bande passante d'entrée, Tab 9[a]**		
					$f_{v,max}$		
Résultat:					**Essai de sauts de phase, Tab 10[a]**		
					$\Delta\beta$	$P_{st,ref}$	P_{st}
					±30°	0,656….0,756	
L'instrument satisfait aux exigences de précision applicables selon les Articles 5 et 6 de la CEI 61000-4-15:2010					**±45°**	0,769….0,869	
					Essai de rapport cyclique, Tab 11		
Date:					P_{st}		
Signature:					**Tableau 12**		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
					Tableau 13		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Valeurs souhaitées: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} selon les Tableaux 12 et 13.							

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Bibliographie

CEI 61000-4-30, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation*

MOMBAUER, W. *Flicker caused by phase jumps*, ETEP 103, Vol. 16, novembre 2006, JOHN WILEY and SONS Ltd.

MOMBAUER, W. *Additional requirements to the IEC flickermeter*, Version 10, juillet 2008.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

IEC 61000-4-15

Edition 2.0 2010-08

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope and object 7
2 Normative references 7
3 Parameters and symbols 8
3.1 Directly measured parameters and characteristics 8
3.1.1 General 8
3.1.2 Half period rms value of the voltage 8
3.1.3 Half period rms value characteristics 9
3.1.4 Relative half period rms value characteristics 9
3.1.5 Steady state voltage and voltage change characteristics 9
3.1.6 Steady state voltage change 10
3.1.7 Maximum voltage change during a voltage change characteristic 10
3.1.8 Maximum steady state voltage change during an observation period 10
3.1.9 Maximum absolute voltage change during an observation period 10
3.1.10 Voltage deviation 11
3.1.11 Centre voltage 11
3.2 Symbols 11
4 Description of the instrument 12
4.1 General 12
4.2 Block 1 – Input voltage adaptor ~~and calibration checking circuit~~ 12
4.3 Block 2 – ~~Square law demodulator~~ Squaring multiplier 12
4.4 Block 3 – Weighting filters 12
4.5 Block 4 – Squaring and smoothing 13
4.6 Block 5 – On-line statistical analysis 13
4.7 Outputs 14
4.7.1 General 14
4.7.2 P_{lin} output 14
4.7.3 P_{inst} output 15
4.7.4 P_{st} output 15
4.7.5 P_{lt} output 15
4.7.6 *d*-meter outputs 15
5 Specification 15
5.1 ~~Analogue response~~ Response and accuracy 17
5.2 ~~Input transformer~~ Input voltage ranges 21
5.3 Voltage adaptor 22
5.4 Weighting filters 22
5.5 ~~Overall response from input to output of block 3~~ Weighting filter response in block 3 23
5.6 Squaring multiplier and sliding mean filter 24
5.7 General statistical analysis procedure 24
5.7.1 General 24
5.7.2 Short-term flicker evaluation 25
5.7.3 Long-term flicker evaluation 25

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

6 Flickermeter tests 30
6.1 General 30
6.2 Sinusoidal/rectangular voltage changes 31
6.3 Rectangular voltage changes and performance testing 31
6.4 Combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters 32
6.5 Distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters 33
6.6 Bandwidth test using harmonic and inter-harmonic side band modulation 33
6.7 Phase jumps – Class F1 flickermeters 33
6.8 Rectangular voltage changes with 20 % duty cycle 34
6.9 *d* parameter test, d_c, d_{max}, and $d(t)$ > 3,3% 35
7 Environmental and other requirements 37
7.1 General 37
7.2 Insulation, climatic, electromagnetic compatibility, and other tests 37

Annex A (normative) Techniques to improve accuracy of flicker evaluation 42
Annex B (informative) Meaning of $\Delta U/U$ and number of voltage changes, d_c, $d(t)$, d_{max} examples 44
Annex C (informative) Sample protocols for type testing 48
Bibliography 52

Figure 1 – Illustration of 28 Hz modulated test voltage with 20 % duty cycle 35
Figure 2 – Functional diagram of ~~UIE~~ IEC flickermeter 39
Figure 3 – Basic illustration of the time-at-level method for P_{st} = 2,000 41
Figure B.1 – Rectangular voltage change $\Delta U/U$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 changes/second 45
Figure B.2 – Illustration of "*d*" parameter definitions 47

Table 1a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations 18
Table 1b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations 19
Table 2a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations 20
Table 2b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations 21
Table 3 – Indicative values for the parameters of lamps 23
Table 4 – Test specifications for flickermeter 31
Table 5 – Test specification for flickermeter classifier 32
Table 6 – Test specification for combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters 32
Table 7 – Test specification for distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters 33
Table 8 – 8,8 Hz modulation depth for distorted voltage test – Class F 1 flickermeters 33
Table 9 – Test specification for Harmonics with side band – Class F1 flickermeters 33
Table 10 – Test specification for phase jumps – Class F1 flickermeters 34
Table 11 – Test specification for rectangular voltage changes with duty ratio 34
Table 12 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 % 35
Table 13 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 % 37
Table B.1 – Correction factor for other voltage/frequency combinations 45

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.

2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.

3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.

4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.

5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.

6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.

7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.

8) Attention is drawn to the normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.

9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

This redline version of the official IEC Standard allows the user to identify the changes made to the previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

International Standard IEC 61000-4-15 has been prepared by subcommittee 77A: Low frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

IEC 61000-4-15 is based on work by the "Disturbances" Working Group of the International Union for Electroheat (UIE), on work of the IEEE, and on work within IEC itself.

It forms part 4-15 of the IEC 61000 series. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1997 and its Amendment 1 (2003) and constitutes a technical revision. This new edition, in particular, adds or clarifies the definition of several directly measured parameters, so that diverging interpretations are avoided.

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

FDIS	Report on voting
77A/722/FDIS	77A/730/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.

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

INTRODUCTION

IEC 61000-4 is a part of the IEC 61000 series, according to the following structure:

Part 1: General
- General consideration (introduction, fundamental principles)
- Definitions, terminology

Part 2: Environment
- Description of the environment
- Classification of the environment
- Compatibility levels

Part 3: Limits
- Emission limits
- Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques
- Measurement techniques
- Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines
- Installation guidelines
- Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into several parts, published either as international standards, as technical specifications or technical reports, some of which have already been published as sections. Others are and will be published with the part number followed by a dash and completed by a second number identifying the subdivision (example: IEC 61000-6-1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-15: Testing and measurement techniques – Flickermeter – Functional and design specifications

1 Scope and object

This part of IEC 61000 gives a functional and design specification for flicker measuring apparatus intended to indicate the correct flicker perception level for all practical voltage fluctuation waveforms. Information is presented to enable such an instrument to be constructed. A method is given for the evaluation of flicker severity on the basis of the output of flickermeters complying with this standard.

~~This section is based on specifications prepared by the "Disturbances" working group of the International Union for Electroheat (UIE) and published in 1992. Consequently the flickermeter specifications in this section relate only to measurements of 230 V, 50 Hz inputs; specifications for other voltages and other frequencies are under consideration.~~

The flickermeter specifications in this part of IEC 61000 relate only to measurements of 120 V and 230 V, 50 Hz and 60 Hz inputs. Characteristics of some incandescent lamps for other voltages are sufficiently similar to the values in Table 1 and Table 2, that the use of a correction factor can be applied for those other voltages. Some of these correction factors are provided in the Annex B. Detailed specifications for voltages and frequencies other than those given above, remain under consideration.

The object of this part of IEC 61000 is to provide basic information for the design and the instrumentation of an analogue or digital flicker measuring apparatus. It does not give tolerance limit values of flicker severity.

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 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*~~

~~IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*~~

~~IEC 60068-2-3:1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*~~

~~IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*~~

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 61000-3-3~~:1994~~, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤16 A per phase and not subject to conditional connection*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

~~IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test*~~

~~IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*~~

~~IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test*~~

~~IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*~~

~~IEC 61000-4-6:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields*~~

~~IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test*~~

~~IEC 61000-4-9:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 9: Pulse magnetic field immunity test*~~

~~IEC 61000-4-11:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*~~

~~IEC 61000-4-12:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 12: Oscillatory waves immunity test*~~

IEC 61010-1~~:1990~~, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and lab- oratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61326-1~~:1997~~, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements – Part 1: General requirements*

~~IEC 61326-10, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Electromagnetic compatibility (EMC) requirements – Part 10: Particular requirements for equipment used in industrial locations*~~

3 Parameters and symbols

3.1 Directly measured parameters and characteristics

3.1.1 General

The examples in Figure B.2a, Figure B.2b, Figure B.2c and Figure B.2d are intended to assist flickermeter manufacturers with the correct implementation for the determination of the parameters specified in this clause.

3.1.2 Half period rms value of the voltage

U_{hp}

Is the rms voltage of the mains supply voltage, determined over a half period, between consecutive zero crossings of the fundamental frequency voltage.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010RLV

3.1.3 Half period rms value characteristics

$U_{hp}(t)$

Are the characteristics versus time of the half period rms value, determined from successive U_{hp} values, see also the examples in Annex B.

3.1.4 Relative half period rms value characteristics

$d_{hp}(t)$

The characteristics versus time of the half period rms values expressed as a ratio of the nominal voltage U_n.

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

3.1.5 Steady state voltage and voltage change characteristics

This subclause defines the evaluation of half cycle rms voltage values over time. Two basic conditions are recognized, being periods where the voltage remains in steady state and periods where voltage changes occur.

A steady state condition exists when the voltage U_{hp} remains within the specified tolerance band of ±0,2 % for a minimum of 100/120 half cycles (50 Hz/60 Hz) of the fundamental frequency.

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

As the measurement during a test progresses, and a steady state condition remains present, the sliding 1 s average value U_{hp_avg} of U_{hp} is determined, i.e. the last 100 (120 for 60 Hz) values of U_{hp} are used to compute U_{hp_avg}. This value U_{hp_avg} is subsequently used to determine whether or not the steady state condition continues, and it is also the reference for d_c and d_{max} determination in the event that a voltage change occurs.

For the determination of a new steady state condition "d_c" after a voltage change has occurred, a first value $d_{start_i} = d_{hp}(t = t_{start})$ is used. Around this value a tolerance band of ±0,002 U_n (±0,2 % of U_n) is determined. The steady state condition is considered to be present if $U_{hp}(t)$ does not leave the tolerance band for 100 half consecutive periods (120 for 60 Hz) of the fundamental frequency.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

If any value $d_{hp}(t > t_x)$ fails the tolerance band prior to the required 100/120 half periods for establishing steady state, this new U_{hp} is used as the starting value for the determination of the next steady state condition $d_{c_{i+1}}$. Thus, a new steady state condition is present the instant U_{hp_avg} can be determined.

3.1.6 Steady state voltage change

d_{c_i}

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

The polarity of change(s) in steady state condition(s) shall be indicated. As follows from the above formula, if the voltage decreases during a change characteristic, the resulting d_c value will be positive. If the voltage increases during a change characteristic the resulting d_c value will be negative.

3.1.7 Maximum voltage change during a voltage change characteristic

d_{max_i}

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

$$d_{max_i} = \max\left(d_{end\ i-1} - d_{hp}(t)\right)$$

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

3.1.8 Maximum steady state voltage change during an observation period

d_c

The highest absolute value of all d_c values, observed during an observation period, is called d_c.

$$d_c = \max_i\left(\left|d_{c_i}\right|\right)$$

3.1.9 Maximum absolute voltage change during an observation period

d_{max}

The highest absolute value of all d_{max_i} values, observed during an observation period, is called d_{max}.

$$d_{max} = \max_i\left(\left|d_{max_i}\right|\right)$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

3.1.10 Voltage deviation

***d*(*t*)**

The deviation of actual $d_{hp}(t)$ from the previous $d_{end_{i-1}}$ inside a voltage change characteristic is called $d(t)$, and is expressed as a percentage of U_n.

$$d(t) = d_{end_{i-1}} - d_{hp}(t)$$

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

NOTE The $d(t)$ limit evaluation in IEC 61000-3-3 with the maximum permitted limit of 3,3 % for up to 500 ms is generally intended to evaluate the inrush current pattern of the equipment under test. Thus, as soon as a new U_{hp_avg} is established, the $d(t)$ evaluation is ended. When a new voltage change occurs, a new $d(t)$ evaluation is started. The maximum duration that $d(t)$ exceeds the 3,3 % limit value for any of the individual $d(t)$ evaluations during the observation period, is used for the comparison against the 500 ms limit, and is reported for the test.

3.1.11 Centre voltage

***U*c**

The voltage around which the modulation pattern is centered, such as required for the classifier test method, or periodic calibration tests in 6.3, Table 5.

3.2 Symbols

T_{short} short term interval for the P_{st} evaluation

NOTE Unless otherwise specified, the short-term interval T_{short} is 10 min.

P_{st} short-term flicker severity

NOTE Unless otherwise specified, the P_{st} evaluation time is 10 min. For the purpose of power quality surveys and studies, other time intervals may be used, and should be defined in the index. For example a 1 min interval should be written as $P_{st,1m}$.

T_{long} long-term time interval for the P_{lt} evaluation, which is always an integer multiple of the short term flicker severity evaluation P_{st}.

NOTE Unless otherwise specified, the long-term interval T_{long} is 12 × 10 min, i.e. 2 h. For the purpose of power quality surveys and studies other time intervals may be used.

P_{lt} long-term flicker severity

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{N} P^3_{st_i}}{N}}$$

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

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

P_{inst} instantaneous flicker sensation

NOTE In previous editions of this standard this output was called "Output 5".

$P_{inst,max}$ peak value of the instantaneous flicker sensation P_{inst} measured during the observation period

P_{lin} demodulated voltage change signal, after passing through block 3 of the flickermeter

U_{hp} half period rms value of the voltage

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

$U_{hp\text{-}avg}$ sliding 1 s average of U_{hp}

U_c centre voltage

d_{hp} ralative half period rms value of the voltage

d_c maximum steady state voltage change during an observation period

$d(t)$ voltage deviation

d_{max} maximum absolute voltage change during the observation period

~~3~~4 Description of the instrument

~~3.1~~4.1 General

~~The description given below is based on an analogue implementation.~~

The description below is based on a digital implementation of the flickermeter. Analogue implementations are allowed provided they deliver the same results. For the purpose of compliance testing and power quality surveys the results obtained with a digital instrument, complying with this standard, are definitive.

The flickermeter architecture is described by the block diagram of Figure ~~1~~ 2. It can be divided into two parts, each performing one of the following tasks:

– simulation of the response of the lamp-eye-brain chain;

– on-line statistical analysis of the flicker signal and presentation of the results.

The first task is performed by blocks 2, 3 and 4 as illustrated in Figure ~~1~~ 2, while the second task is accomplished by block 5.

~~3.2~~ 4.2 Block 1 – Input voltage adaptor ~~and calibration checking circuit~~

This block contains ~~a signal generator to check the calibration of the flickermeter on site and~~ a voltage adapting circuit that scales ~~the mean r.m.s. value of~~ the input mains frequency voltage ~~down~~ to an internal reference level as defined in 5.3. This method permits flicker measurements to be made, independently of the actual input carrier voltage level and may be expressed as a per cent ratio. ~~Taps on the input transformer establish suitable input voltage ranges to keep the input signal to the voltage adaptor within its permissible range.~~

~~NOTE – In digital instruments the voltage adaption may be performed by multiplying the instantaneous input voltage by 230 V divided by the actual input voltage averaged over 60 s.~~

~~3.3~~ 4.3 Block 2 – ~~Square law demodulator~~ Squaring multiplier

The purpose of this block is to recover the voltage fluctuation by squaring the input voltage scaled to the reference level, thus simulating the behavior of a lamp.

NOTE This multiplier, together with the Butterworth filter in block 3, operates as a demodulator.

~~3.4 Blocks 3 and 4 – Weighting filters, squaring and smoothing~~

4.4 Block 3 – Weighting filters

Block 3 is composed of a cascade of two filters ~~and a measuring range selector~~, which can precede or follow the selective filter circuit. The first low-pass filter eliminates the ~~d.c. and~~ double mains frequency ripple components of the demodulator output.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

The high pass filter (first order, −3 dB at 0,05 Hz) can be used to eliminate any d.c. voltage component. The values in the calibration Tables 1a and 1b and Tables 2a and 2b, and the performance test Table 5, include the effect of this HP filter with the 0,05 Hz corner frequency.

The second filter is a weighting filter block that simulates the frequency response of the human visual system to sinusoidal voltage fluctuations of a coiled filament gas-filled lamp (60 W / 230 V and/or 60 W / 120 V) ~~combined with the human visual system~~.

NOTE 1 The response function is based on the perceptibility threshold found at each frequency by 50 % of the persons tested.

NOTE 2 A reference filament lamp for 100-~~130~~ V systems would have a different frequency response and would require a corresponding adjustment of the weighting filter. The characteristics of discharge and LED lamps are totally different, and substantial modifications to the calibration tables in this standard would be necessary if they were taken into account. Correction factors for several common voltage/frequency combinations are given in Clause B.2.

NOTE 3 Block 3 alone is based on the borderline perceptibility curve for sinusoidal voltage fluctuations; the correct weighting of non-sinusoidal and ~~stochastic~~ arbitrary voltage fluctuations is achieved by an appropriate choice of the complex transfer function for blocks 3 and 4. Accordingly, the correct performance of the model has also been checked with periodic rectangular signals as well as with transient signals. Some of these signals are illustrated in the Annex B.

4.5 Block 4 – Squaring and smoothing

Block 4 is composed of a squaring multiplier and a first order low-pass filter. The human flicker ~~sensation via lamp, eye and brain~~ perception, by the eye and brain combination, of voltage fluctuations applied to the reference lamp, is simulated by the combined non-linear response of blocks 2, 3 and 4.

The output of block 4 represents the instantaneous flicker sensation P_{inst}.

~~3.5~~ 4.6 Block 5 – On-line statistical analysis

Block 5 ~~incorporates a microprocessor that~~ performs an on-line analysis of the flicker level, thus allowing direct calculation of significant evaluation parameters.

A suitable interface, either with analog signals or digital data transfer, allows data presentation and recording. The purpose of this block is to derive flicker severity indications by means of statistical analysis. This statistical analysis, performed on-line through block 5, shall be made by sampling the instantaneous flicker signal level and subdividing ~~the amplitude of the flicker level signal~~ these samples into a suitable number of classes. ~~The flicker level signal is sampled at a constant rate.~~

Every time that the ~~appropriate~~ applicable value occurs, the counter of the corresponding class is incremented by one. In this way, the frequency distribution function of the ~~input~~ P_{inst} values is obtained. By choosing a ~~scanning frequency of at least twice the maximum flicker~~ sufficiently high sampling frequency, the final result at the end of the measuring interval represents the distribution of flicker level duration in each class. Adding the content of the counters of all classes and expressing the count of each class relative to the total gives the probability density function of the flicker levels.

From this function the cumulative probability function is obtained, which in turn is used in the time-at-level statistical method. Figure ~~2~~ 3 schematically represents the statistical analysis method, limited for simplicity ~~of presentation to 10 classes~~ to only 15 classes in the P_{st} calculation for a performance test using the modulation setting of 1,788 % (i.e. factor k = 2) at 39 CPM (0,325 Hz), for a target P_{st}value of 2,000 as defined in 6.2 and Table 5 for 230 V/50 Hz.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

From the cumulative probability function, significant statistical values can be obtained such as mean, standard deviation, flicker level being exceeded for a given percentage of time or, alternatively, the percentage of time that an assigned flicker level has been exceeded.

~~The observation period is defined by two adjustable time intervals: T_{short} and T_{long}.~~

~~The long interval defines the total observation time and is always a multiple of the short interval:~~

$$\cancel{(T_{long} = n \times T_{short})}$$

For on-line processing, immediately after the conclusion of each short time interval, the statistical analysis of the next interval is started and the results for the just completed interval are made available for output. In this way, *n* short time analyses will be available for a given observation period T_{long} together with the results for the total interval. ~~Cumulative probability function plots should preferably be made by using a Gaussian normal distribution scale.~~

~~3.6~~ 4.7 Outputs

~~3.6.1~~ 4.7.1 General

The flickermeter diagram in Figure ~~1~~ 2 shows a number of mandatory outputs ~~between blocks 1 and 5~~. The outputs marked with an asterisk are optional, and allow full exploitation of the instrument's potential for the investigation of voltage fluctuations. Further optional outputs may be considered.

~~**3.6.2 Output 1**~~

~~The aim of optional output 1 and its associated r.m.s. voltmeter is to display the voltage fluctuation waveform in terms of changes in r.m.s. value of the input voltage. This can be achieved by squaring, integrating between zero crossings on each half-cycle and square-rooting the signal.~~

~~In order to observe small voltage changes with good resolution, an adjustable d.c. offset and rectification should be provided.~~

~~**3.6.3 Output 2**~~

~~Output 2 is optional and mainly intended for checking the response of block 3 and making adjustments.~~

~~**3.6.4 Output 3**~~

~~Output 3 is optional and gives an instantaneous linear indication of the relative voltage change $\Delta V/V$ expressed as per cent equivalent of an 8,8 Hz sinusoidal wave modulation. This output is useful when selecting the proper measuring range.~~

~~**3.6.5 Output 4**~~

~~Output 4 is optional and gives the 1 min integral of the instantaneous flicker sensation.~~

~~**3.6.6 Output 5**~~

~~Output 5 is mandatory; it represents the instantaneous flicker sensation and can be recorded on a strip-chart recorder for a quick on-site evaluation, or on magnetic tape for long-duration measurements and for later processing.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

~~**3.6.7 Output 6**~~

~~Output 6 in block 5 is mandatory and is connected to a serial digital interface suitable for a printer and a magnetic tape recorder. Analogue plots of the cumulative probability function can be obtained directly from this block by using another digital-to-analogue converting interface.~~

4.7.2 P_{lin} output

P_{lin} output is optional and mainly intended for flicker minimization purposes. This output is proportional to the input voltage changes.

4.7.3 P_{inst} output

This output, formerly called output 5, is mandatory. It represents the instantaneous flicker sensation and can be recorded for later processing. It shall be provided as an analogue signal or via a digital interface. For tests of Tables 1 and 2, the maximum value of P_{inst} is observed.

4.7.4 P_{st} output

The P_{st} output in block 5 is mandatory.

4.7.5 P_{lt} output

The P_{lt} output is mandatory.

4.7.6 *d*-meter outputs

For compliance tests according to IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11, it is necessary that the directly measured parameters d_c, d_{max}, and $d(t)$ are available. These d_c, d_{max}, and $d(t)$ parameters are not mandatory for the purpose of short term or long term flicker evaluation. The parameter U_{hp} is not required for any compliance testing or flicker evaluation, but might be necessary for calibration purposes.

Outputs – either in analog signal or digital data format – shall be provided for d_c, d_{max}, and $d(t)$, and it is recommended that an output for U_{hp} is also available.

4 5 Specification

~~**4.1 Analogue response**~~

~~The overall analogue response from the instrument input to the output of block 4 is given in tables 1 and 2 for sinusoidal and rectangular voltage fluctuations. One unit output from block 4 corresponds to the reference human flicker perceptibility threshold. The response is centred at 8,8 Hz for sinusoidal modulation.~~

~~The prescribed accuracy is achieved if the input values for sine and square-wave modulations are within ± 5 % of the tabulated values, for an output of one unit of perceptibility.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

~~Table 1 – Normalized flickermeter response for sinusoidal voltage fluctuations~~

~~(input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output)~~

~~Hz~~	~~Voltage fluctuation %~~	~~Hz~~	~~Voltage fluctuation %~~
~~0,5~~	~~2,340~~	~~9,5~~	~~0,254~~
~~1,0~~	~~1,432~~	~~10,0~~	~~0,260~~
~~1,5~~	~~1,080~~	~~10,5~~	~~0,270~~
~~2,0~~	~~0,882~~	~~11,0~~	~~0,282~~
~~2,5~~	~~0,754~~	~~11,5~~	~~0,296~~
~~3,0~~	~~0,654~~	~~12,0~~	~~0,312~~
~~3,5~~	~~0,568~~	~~13,0~~	~~0,348~~
~~4,0~~	~~0,500~~	~~14,0~~	~~0,388~~
~~4,5~~	~~0,446~~	~~15,0~~	~~0,432~~
~~5,0~~	~~0,398~~	~~16,0~~	~~0,480~~
~~5,5~~	~~0,360~~	~~17,0~~	~~0,530~~
~~6,0~~	~~0,328~~	~~18,0~~	~~0,584~~
~~6,5~~	~~0,300~~	~~19,0~~	~~0,640~~
~~7,0~~	~~0,280~~	~~20,0~~	~~0,700~~
~~7,5~~	~~0,266~~	~~21,0~~	~~0,760~~
~~8,0~~	~~0,256~~	~~22,0~~	~~0,824~~
~~8,8~~	~~0,250~~	~~23,0~~	~~0,890~~
		~~24,0~~	~~0,962~~
		~~25,0~~	~~1,042~~

~~Table 2 – Normalized flickermeter response for rectangular voltage fluctuations~~

~~(input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output)~~

~~Hz~~	~~Voltage fluctuation %~~	~~Hz~~	~~Voltage fluctuation %~~
~~0,5~~	~~0,514~~	~~9,5~~	~~0,200~~
~~1,0~~	~~0,471~~	~~10,0~~	~~0,205~~
~~1,5~~	~~0,432~~	~~10,5~~	~~0,213~~
~~2,0~~	~~0,401~~	~~11,0~~	~~0,223~~
~~2,5~~	~~0,374~~	~~11,5~~	~~0,234~~
~~3,0~~	~~0,355~~	~~12,0~~	~~0,246~~
~~3,5~~	~~0,345~~	~~13,0~~	~~0,275~~
~~4,0~~	~~0,333~~	~~14,0~~	~~0,308~~
~~4,5~~	~~0,316~~	~~15,0~~	~~0,344~~
~~5,0~~	~~0,293~~	~~16,0~~	~~0,376~~
~~5,5~~	~~0,269~~	~~17,0~~	~~0,413~~
~~6,0~~	~~0,249~~	~~18,0~~	~~0,452~~
~~6,5~~	~~0,231~~	~~19,0~~	~~0,498~~
~~7,0~~	~~0,217~~	~~20,0~~	~~0,546~~
~~7,5~~	~~0,207~~	~~21,0~~	~~0,586~~
~~8,0~~	~~0,201~~	~~22,0~~	~~0,604~~
~~8,8~~	~~0,199~~	~~23,0~~	~~0,680~~
		~~24,0~~	~~0,743~~

~~4.2 Input transformer~~

~~The input voltage transformer shall accept a wide range of nominal mains voltages and adapt them to the maximum level compatible with the operation of the following circuits. The most common rated voltages, assuming a –30 % to +20 % deviation, are listed in table 3.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

~~**Table 3 – Ranges of rated input voltages**~~

~~Rated input voltage V r.m.s.~~	~~– 30 % V r.m.s.~~	~~+ 20 % V r.m.s.~~
~~5~~	~~40~~	~~68~~
~~7,7~~	~~70~~	~~120~~
~~1~~	~~80,~~	~~138~~
~~00~~	~~5~~	~~152~~
~~1~~	~~89~~	~~192~~
~~15~~	~~112~~	~~264~~
~~1~~	~~154~~	~~276~~
~~27~~	~~161~~	~~288~~
~~1~~	~~168~~	~~456~~
~~60~~	~~266~~	~~504~~
~~2~~	~~294~~	
~~20~~		
~~2~~		
~~30~~		
~~2~~		
~~40~~		
~~3~~		
~~80~~		
~~4~~		
~~20~~		

~~The prescribed total range shall therefore be 40 V r.m.s. to 504 V r.m.s.~~

~~It is advisable to keep the variations of secondary voltage within a maximum excursion of 1 to 3,5 times. The transformer should have at least two taps. The transforming ratio for primary to secondary should be 504/V_R and 276/V_R and 138/V_R for the taps, where V_R is the reference voltage value (see 4.3).~~

~~The pass bandwidth of the input stage of the flickermeter shall not introduce a significant attenuation up to at least 700 Hz.~~

~~The insulation between the primary winding and all other parts not connected to it shall be capable of withstanding 2 kV r.m.s. for 1 min. Suitably connected electrostatic shielding shall be provided between windings.~~

5.1 Response and accuracy

The overall response from the instrument input to the output of block 4 is given in Tables 1 and 2 for sinusoidal and rectangular voltage fluctuations at 50 Hz, respectively 60 Hz. One unit output from block 4 corresponds to the reference human flicker perceptibility threshold. The response is centered at 8,8 Hz for sinusoidal modulation. Tables 1 and 2 give values for 120 V and 230 V and 50 Hz and 60 Hz systems.

The required accuracy for the instrument from input to output of Block 4 is achieved if the measured P_{inst} values for the specified sine and square-wave modulations, with a modulation phase relationship as shown in Annex B, are within ±8 % of one unit of perceptibility for the specified operating ranges and frequencies of the flickermeter. The bold printed entries in Tables 1 and 2 show mandatory test points. The manufacturer shall specify the voltage and frequency ranges for which the flickermeter is intended to be used.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Table 1a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system		120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system
0,5	**2,453**	**2,453**	10,0	0,341	0,341
1,0	1,465	1,465	10,5	0,355	0,355
1,5	**1,126**	**1,126**	11,0	0,373	0,373
2,0	0,942	0,942	11,5	0,394	0,394
2,5	0,815	0,815	12,0	0,417	0,417
3,0	0,717	0,717	13,0	0,469	0,469
3,5	0,637	0,637	14,0	0,528	0,528
4,0	0,570	0,570	15,0	0,592	0,592
4,5	0,514	0,514	16,0	0,660	0,660
5,0	0,466	0,466	17,0	0,734	0,734
5,5	0,426	0,426	18,0	0,811	0,811
6,0	0,393	0,393	19,0	0,892	0,892
6,5	0,366	0,366	**20,0**	**0,977**	**0,978**
7,0	0,346	0,346	21,0	1,067	1,068
7,5	0,332	0,332	22,0	1,160	1,162
8,0	0,323	0,323	23,0	1,257	1,261
8,8	**0,321**	**0,321**	24,0	1,359	1,365
9,5	0,329	0,329	**25,0**	**1,464**	1,476
			33 1/3	**2,570**	**3,111**
			40,0	**4,393**	

For the purpose of type testing, the bold printed entries in Table 1a are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important points on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 1a, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010RLV

Table 1b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for sinusoidal voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system		230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system
0,5	**2,325**	**2,325**	10,0	0,261	0,261
1,0	1,397	1,397	10,5	0,271	0,271
1,5	**1,067**	**1,067**	11,0	0,283	0,283
2,0	0,879	0,879	11,5	0,298	0,298
2,5	0,747	0,747	12,0	0,314	0,314
3,0	0,645	0,645	13,0	0,351	0,351
3,5	0,564	0,564	14,0	0,393	0,393
4,0	0,497	0,497	15,0	0,438	0,438
4,5	0,442	0,442	16,0	0,486	0,486
5,0	0,396	0,396	17,0	0,537	0,537
5,5	0,357	0,357	18,0	0,590	0,590
6,0	0,325	0,325	19,0	0,646	0,645
6,5	0,300	0,300	**20,0**	**0,704**	**0,703**
7,0	0,280	0,280	21,0	0,764	0,764
7,5	0,265	0,265	22,0	0,828	0,826
8,0	0,256	0,256	23,0	0,894	0,892
8,8	**0,250**	**0,250**	24,0	0,964	0,959
9,5	0,254	0,254	**25,0**	**1,037**	1,029
			33 1/3	**2,128**	**1,758**
			40,0		**2,963**

For the purpose of type testing, the bold printed entries in the above Table 1b are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important points on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 1b, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010RLV

Table 2a – Normalized flickermeter response 120 V / 50 Hz and 120 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system		120 V lamp 60 Hz system	120 V lamp 50 Hz system
0,5	**0,598**	**0,597**	11,5	0,308	0,308
1,0	0,548	0,547	12,0	0,324	0,325
1,5	0,503	0,503	13,0	0,367	0,363
2,0	0,469	0,468	14,0	0,411	0,413
2,5	0,439	0,438	15,0	0,457	0,460
3,0	0,419	0,420	16,0	0,509	0,511
3,5	**0,408**	**0,408**	17,0	0,575	0,562
4,0	0,394	0,394	**18,0**	**0,626**	**0,611**
4,5	0,373	0,372	19,0	0,688	0,683
5,0	0,348	0,348	20,0	0,746	0,768
5,5	0,324	0,323	21,0	0,815	0,811
6,0	0,302	0,302	**21,5**	0,837	**0,820**
6,5	0,283	0,283	**22,0**	**0,851**	0,852
7,0	0,269	0,269	23,0	0,946	0,957
7,5	0,258	0,259	24,0	1,067	1,052
8,0	0,253	0,253	**25,0**	1,088	**1,087**
8,8	**0,252**	**0,252**	**25,5**	**1,072**	1,148
9,5	0,258	0,258	**28,0**	1,383	**1,303**
10,0	0,266	0,265	**30,5**	1,602	**1,144**
10,5	0,278	0,278	**33 1/3**	**1,823**	**2,443**
11,0	0,292	0,293	**37,0**	**1,304**	
			40,0	**3,451**	

For the purpose of type testing, the bold printed entries in the above Table 2a are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important point on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 2a, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %. The transition time from one voltage level to the next should be less than 0,5 ms.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Table 2b – Normalized flickermeter response 230 V / 50 Hz and 230 V / 60 Hz for rectangular voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta U/U$ for one unit of perceptibility at P_{inst} output)

Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %		Hz	Voltage fluctuation $\Delta U/U$ %	
	230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system		230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system
0,5	**0,509**	**0,510**	11,5	0,233	0,233
1,0	0,467	0,468	12,0	0,245	0,244
1,5	0,429	0,429	13,0	0,272	0,275
2,0	0,398	0,399	14,0	0,308	0,306
2,5	0,370	0,371	15,0	0,341	0,338
3,0	0,352	0,351	16,0	0,376	0,376
3,5	**0,342**	**0,342**	17,0	0,411	0,420
4,0	0,332	0,331	**18,0**	**0,446**	**0,457**
4,5	0,312	0,313	19,0	0,497	0,498
5,0	0,291	0,291	20,0	0,553	0,537
5,5	0,268	0,269	21,0	0,585	0,584
6,0	0,248	0,249	**21,5**	**0,592**	0,600
6,5	0,231	0,231	**22,0**	0,612	**0,611**
7,0	0,216	0,217	23,0	0,680	0,678
7,5	0,207	0,206	24,0	0,743	0,753
8,0	0,199	0,200	**25,0**	**0,764**	0,778
8,8	**0,196**	**0,196**	**25,5**	0,806	**0,768**
9,5	0,199	0,199	**28,0**	**0,915**	0,962
10,0	0,203	0,203	**30,5**	**0,847**	1,105
10,5	0,212	0,212	**33 1/3**	**1,671**	**1,258**
11,0	0,222	0,222	**37,0**		**0,975**
			40,0		**2,327**

For the purpose of type testing, the bold printed entries in the above Table 2a are mandatory. The other points are optional. The bold printed points are selected to be at or close to the inflection points, and along important point on the normalized flicker response curve. Flicker meter manufacturers may test the product for all entries in Table 2b, but this is not mandatory for type testing or instrument verification.

NOTE Because of the different response of 50 Hz and 60 Hz systems, the mandatory verification point frequencies differ slightly. The modulation frequencies should be set to the specified frequencies with a tolerance of ±0,5 % or better. The modulation voltages should be set with a tolerance of ±0,5 % of the specified values as well. A ±0,5 % tolerance for both modulation amplitude and frequency can in fact result in P_{inst} errors of up to 3 %. The transition time from one voltage level to the next should be less than 0,5 ms.

5.2 Input voltage ranges

The voltage input circuit shall accept a wide range of nominal mains voltages and adapt them to the maximum level compatible with the operation of the following circuits in the instrument. The most common rated voltages, are listed below. The manufacturer shall specify the voltage(s) for which the instrument is suited.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Many nominal supply voltages between 60 V and 690 V exist, depending on local practice. To permit a relatively universal use of the instrument for most supply systems, it is advisable for the input circuit to be designed for the following nominal voltages:

U_{nom}: 66 V, 115 V, 230 V, 400 V, 690 V for 50 Hz systems

U_{nom}: 69 V, 120 V, 240 V, 277 V, 347 V, 480 V, 600 V for 60 Hz systems.

NOTE 1 In association with external voltage transformers, the above, and additional ranges such as 100 V, 100/√3 V, 110/ $\sqrt{3}$ V may be achieved.

NOTE 2 Inputs with higher sensitivity (0,1 V; 1 V; 10 V) are not required, but are useful for operation with external voltage sensors. The input circuit should be capable of accepting an input signal with a crest factor of at least 2.

The pass bandwidth of the input stage of the flickermeter shall be indicated by the manufacturer as defined in 6.5, and the pass bandwidth shall be at least 450 Hz.

NOTE This definition of the bandwidth is substantially different from the –3 dB bandwidth which is normally used for specification of filter characteristics. The –3 dB frequency is higher than 450 Hz.

~~4.3~~ 5.3 Voltage adaptor

This circuit shall keep the r.m.s. level of the modulated ~~50 Hz~~ voltage at the input of block 2 at a constant reference value V_R according to the specification of the input transformer, without modifying the modulating relative fluctuation. ~~It shall have a response time (10 % to 90 % of the final value) to a step variation of the r.m.s. input value equal to 1 min.~~ For this purpose, the half cycle r.m.s. values are processed through a first order low-pass resistance/capacitance filter with a time constant of 27,3 s. The operating range of this circuit shall be sufficient to ensure a correct reproduction of input voltage fluctuations creating flicker.

~~4.4 Internal generator for calibration checking~~

~~The internal generator shall provide a sine wave at mains frequency modulated by a (50/17) Hz = 2,94 Hz, rectangular voltage fluctuation.~~

~~Checking shall be made by providing an indication that shows alignment with a reference mark or value. The significant characteristics of this circuit are the following:~~

- ~~carrier phase-locked to the mains;~~
- ~~$\Delta V/V$ modulation 1 %;~~
- ~~carrier level suitable for all measuring ranges;~~
- ~~accuracy of modulating frequency 1 %.~~

~~4.5 Squaring demodulator~~

~~This circuit included in block 2 shall give as a component of its output a voltage linearly related to the amplitude of the fluctuation modulating the input. The input operating range of the demodulator shall be capable of accepting up to 150 % of the reference value V_R.~~

~~4.6~~ 5.4 Weighting filters

These filters, included in block 3, are used to

- eliminate the d.c. component and the component at twice the mains frequency present at the output of the demodulator (the amplitude of higher frequency components is negligible),
- weigh the voltage fluctuation according to the lamp-eye-brain sensitivity.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

The filter for the suppression of the unwanted components incorporates a first order high-pass (suggested 3 dB cut-off frequency at about 0,05 Hz) and a low-pass section, for which a Butterworth filter of 6th order with a 3 dB cut-off frequency of 35 Hz ~~is suggested.~~ for 230 V/50 Hz systems is required. A 6th order Butterworth filter with a 3 dB cut-off-frequency of 42 Hz for 120 V/60 Hz systems is required.

~~This suggestion takes into account the fact that the component at twice the mains frequency is also attenuated by the weighting filter of block 3. A band stop or notch filter tuned at this frequency may also be added to increase the resolution, but it shall not significantly affect the response of the instrument to frequencies within the measurement bandwidth.~~

~~**4.7 Overall response from input to output of block 3**~~

5.5 Weighting filter response in block 3

A suitable transfer function for block 3, assuming that the carrier suppression filter defined above has negligible influence inside the frequency bandwidth associated to voltage fluctuation signals, is of the following type:

$$F(s) = \frac{k\omega_1 s}{s^2 + 2\lambda s + \omega_1^2} \times \frac{1 + s/\omega_2}{(1 + s/\omega_3)(1 + s/\omega_4)}$$

where s is the Laplace complex variable.

~~Indicative values for the parameters are listed below:~~

~~k = 1,748 02 λ = 2 π 4,059 81~~

~~ω_1 = 2 π 9,154 94 ω_2 = 2 π 2,279 79~~

~~ω_3 = 2 π 1,225 35 ω_4 = 2 π 21,9~~

~~NOTE – Overall accuracy is achieved by compliance with the test specifications in clause 5.~~

Indicative values are given in Table 3 below:

Table 3 – Indicative values for the parameters of lamps

Variable	230 V lamp	120 V lamp
k	1,748 02	1,635 7
λ	2·π·4,059 81	2·π·4,167 375
ω_1	2·π·9,154 94	2·π·9,071 69
ω_2	2·π·2,279 79	2·π·2,939 902
ω_3	2·π·1,225 35	2·π·1,394468
ω_4	2·π·21,9	2·π·17,315 12
NOTE Overall accuracy of the block 3 transfer function is achieved by compliance with the test specifications in Clause 6.		

~~**4.8 Range selector**~~

~~The range selector determines the instrument sensitivity, varying the gain according to the amplitude of the voltage fluctuation to be measured.~~

~~The measuring ranges expressed as relative voltage change $\Delta V/V$ for an 8,8 Hz sine wave modulation are 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 %.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

~~The range 20 % is optional as at large depths of modulation, non-linearity of the demodulator may introduce significant errors.~~

~~If an intermediate range is not implemented, then the instrument resolution shall be increased so as to ensure equivalent performance over the missing range.~~

~~4.9~~ 5.6 Squaring multiplier and sliding mean filter

Block 4 performs two functions:

– squaring of the weighted flicker signal to simulate the non-linear eye-brain perception;

– sliding mean averaging of the signal to simulate the storage effect in the brain.

The squaring operator shall have input and output operating ranges sufficient to accommodate the ~~admissible flicker level at 8,8 Hz~~ specified measurement range of the instrument.

The sliding mean operator shall have the transfer function of a first order low-pass resistance/capacitance filter with a time constant of 300 ms.

~~4.10~~ 5.7 General statistical analysis procedure

5.7.1 General

~~Block 5 performs the analysis expressing the output of block 4 in digital form with at least 6 bits resolution and using at least 64 classes. Minimum sampling rate is 50 samples per second.~~

~~The relation between the range selector and the level corresponding to the highest class of the cumulative probability function resulting from the classification is indicated in the following table.~~

~~**Table 4 – Relationship between the range selector values and sensation levels**~~

$\frac{\Delta V}{V}$ (%)	~~Sensation levels in units of perceptibility threshold~~
~~0,5~~	~~4~~
~~1~~	~~16~~
~~2~~	~~64~~
~~5~~	~~400~~
~~10~~	~~1 600~~
~~20~~	~~6 400~~

T_{short} can be selected between ~~1 min, 5 min, 10 min and 15 min~~ 1 min to 15 min, but is assumed to be 10 min unless otherwise indicated.

T_{long} shall be an integer multiple N of the selected T_{short} up to at least 1 008, corresponding to seven days with a T_{short} of 10 min. T_{long} is 12 N, that is 2 h unless otherwise indicated.

NOTE 1 If the flickermeter is used for general purpose power quality monitoring, where large voltage fluctuations can occur, 16 bit resolution and at least 512 logarithmic arranged classes for the classifier are recommended.

NOTE 2 For power quality monitoring purposes, the instrument should indicate if there are values of P_{inst} which are outside the range of the classifier.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

~~4.10.1~~ 5.7.2 Short-term flicker evaluation

The measure of severity based on an observation period ~~T_{st}~~ T_{short} = 10 min is designated P_{st} and is derived from the time-at-level statistics obtained from the level classifier in block 5 of the flickermeter. The following formula is used:

$$P_{st} = \sqrt{0{,}031\,4\ P_{0,1} + 0{,}052\,5\ P_{1s} + 0{,}065\,7\ P_{3s} + 0{,}28\ P_{10s} + 0{,}08\ P_{50s}}$$

where the percentiles $P_{0,1}$, P_1, P_3, P_{10} and P_{50} are the flicker levels exceeded for 0,1; 1; 3; 10 and 50 % of the time during the observation period. The suffix "s" in the formula indicates that smoothed values should be used; these are obtained using the following equations:

$P_{50s} = (P_{30} + P_{50} + P_{80})/3$

$P_{10s} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17})/5$

$P_{3s} = (P_{2,2} + P_3 + P_4)/3$

$P_{1s} = (P_{0,7} + P_1 + P_{1,5})/3$

The 0,3 s memory time-constant in the flickermeter ensures that $P_{0,1}$ cannot change abruptly and no smoothing is needed for this percentile.

NOTE The P_{st} value is a mandatory output, while outputs for the individual values of the percentiles are optional.

~~4.10.2~~ 5.7.3 Long-term flicker evaluation

The ~~10 min period on which~~ short-term flicker severity evaluation ~~is based~~ is suitable for assessing disturbances caused by individual sources with a short duty-cycle. Where the combined effect of several disturbing loads operating randomly (e.g. welders, motors) has to be taken into account, or when flicker sources with long and variable duty cycles (e.g. arc furnaces) have to be considered, it is necessary to provide a criterion for the long-term assessment of the flicker severity. For this purpose, the long-term flicker severity P_{lt}, shall be derived from the short-term severity values P_{st}, over an appropriate period related to the duty cycle of the load or a period over which an observer may react to flicker, for example a few hours, using the following formula:

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

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

NOTE For power quality measurements according to IEC 61000-4-30 or for measurements according to IEC 61000-3-3 and IEC 61000-3-11 the P_{lt} value over a 2 h period (N = 12) is recommended.

~~4.11 Temperature~~

~~– Operating temperature range: 0 °C to 40 °C~~

~~– Storage temperature range: –10 °C to +55 °C~~

~~– Relative humidity operating range: 45 % to 95 %.~~

~~5 Performance testing~~

~~Each flickermeter, with its classifier, shall be subjected to the regular series of rectangular voltage changes given in table 5 below.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

~~**Table 5 – Test specifications for flickermeter classifier**~~

~~Changes per minute~~	~~Voltage changes~~ $\frac{\Delta V}{V}$ ~~(%)~~
~~1~~	~~2,72~~
~~2~~	~~2,21~~
~~7~~	~~1,46~~
~~39~~	~~0,905~~
~~110~~	~~0,725~~
~~1 620~~	~~0,402~~

~~In each case, the flicker severity, P_{st}, shall be 1,00 ± 0,05 (see 4.10.1).~~

~~In addition, the manufacturer shall determine the range of the magnitude of voltage changes for which the corresponding P_{st} values are given with an accuracy of 5 % or better.~~

~~To make these tests, the magnitude of $\Delta V/V$ (%) given in the table shall be increased and decreased while keeping the repetition rate constant, and the value of P_{st} shall be obtained.~~

~~If, for instance, at a repetition rate of seven changes per minute the input voltage changes are increased by a factor of 3 from 1,46 % to 4,38 % then P_{st} should increase from 1,0 ± 5 % to 3,0 ± 5 %.~~

~~The range over which the accuracy of 5 % is maintained is the working range of the classifier.~~

~~If selectable sensitivity ranges are employed in the flickermeter, then similar tests should be performed for each range.~~

~~NOTE – The flickermeter responses to phase modulation and fluctuating harmonics are under consideration.~~

~~6 Type test and calibration specifications~~

~~6.1 General~~

~~Individual checking of all elements is generally not necessary, only the overall input-output response up to block 4 shall be checked for sinusoidal and rectangular voltage fluctuations, with reference to tables 1 and 2. In addition the statistical analysis (block 5) shall be tested in accordance with clause 5 and table 5.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

~~The tests shall be made by changing the input modulation amplitude so that the peak value of the output reading is unity.~~

~~If the input modulation amplitudes found for the instrument under test coincide with the specified values (maximum tolerance ± 5 %), compliance with this specification is proved.~~

~~6.2 Insulation and electromagnetic compatibility tests (provisional)~~

~~Insulation tests are given in table 6 for input and power supply connections.~~

~~The tests prescribed to assess the immunity of the instrument to electromagnetic interference are summarized in table 7. This table contains references to existing IEC publications. Some of these tests are still under consideration by IEC subcommittees 77A and 77B.~~

~~These tests are prescribed under the assumption that the common zero reference of the electronic circuitry is connected to case and to earth.~~

~~Tests numbered from 1 to 5 shall be performed on input and power supply connections, test number 6 only on power supply and tests from 7 to 10 on the instrument as a whole.~~

~~The severity levels of the tests have been selected assuming that during the normal use of the instrument, its outputs are connected to external equipment using short and shielded cables.~~

~~For all the tests and during the application of the interference influence factors, correct operation of the instrument shall be checked, verifying a minimum of five suitably spaced points of the response.~~

~~6.3 Climatic tests~~

~~Procedures for climatic tests are those defined by IEC 60068, supplemented by the indications given below.~~

- ~~Normal atmospheric conditions for testing:~~

  ~~temperature: 15 °C to 35 °C;~~

  ~~relative humidity: 45 % to 75 %;~~

  ~~pressure: 86 kPa to 106 kPa.~~

- ~~Sequence and type of tests:~~

  ~~a) Dry heat: IEC 60068-2-2 Test Bd [1] [2]~~

  ~~b) Damp heat: IEC 60068-2-3 Test C [2]~~

  ~~c) Cold: IEC 60068-2-1 Test Ad [1] [2]~~

  ~~d) Change of temperature: IEC 60068-2-14 Test Nb [2]~~

- ~~Maximum interval between tests b) and c): 2 h.~~

- ~~Maximum temperature gradient of test chamber: 1 °C/min, averaged over not more than 5 min.~~

~~On completion of each test, the correct operation of the instrument shall be checked under normal conditions.~~

~~[1] Storage conditions.~~

~~[2] Operating conditions.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

~~6.3.1 Tests with non-operating instrument and no power supply~~

~~On completion of each test, the operation of the instrument shall be checked under normal environmental conditions.~~

~~*Dry heat test*~~

~~– Temperature: 55 °C ± 3 °C~~

~~– Duration: 24 h~~

~~*Cold test*~~

~~– Temperature: –10 °C ± 3 °C~~

~~– Duration: 24 h~~

~~6.3.2 Test with operating instrument~~

~~For all the tests listed below, correct operation of the instrument shall be checked for a minimum of five points of the specified response, at the beginning, at the end, and at intermediate times during the test.~~

~~The maximum delay between damp heat and cold tests shall not exceed 2 h.~~

~~*Dry heat test*~~

~~– Temperature: 40 °C ± 3 °C~~

~~– Duration: 16 h~~

~~*Damp heat test*~~

~~– Temperature: 40 °C ± 3 °C~~

~~– Duration: 24 h~~

~~Under steady temperature conditions, relative humidity shall be brought to 92,5 % ± 2,5 %.~~

~~*Cold test*~~

~~– Temperature: 0 °C ± 3 °C~~

~~– Duration: 24 h~~

~~*Change of temperature test*~~

~~– Starting temperature: 40 °C ± 3 °C~~

~~– Final temperature: 0 °C ± 3 °C~~

~~The starting temperature shall be stable for 3 h before commencing temperature change tests.~~

~~Maximum temperature gradient of the test chamber shall not exceed 1 °C/min averaged over not more than 5 min.~~

~~Table 6 – Insulation tests for input and power supply connection~~

~~Test no.~~	~~Insulation tests~~		~~Notes~~	~~Application mode of test voltage 1)~~	
				~~a~~	~~b~~
~~1~~	~~Dielectric~~	~~kV r.m.s.~~	~~3)~~	~~2~~	~~–~~
~~2~~	~~Insulation resistance~~	~~kV d.c.~~	~~3)~~	~~0,5~~	~~–~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

~~Table 7 – Immunity assessment tests to electromagnetic interference~~

~~Test no.~~	~~Immunity tests 14)~~			~~Notes~~	~~Application mode of test voltage 1)~~		~~Performance criteria 13)~~
					~~a~~	~~b~~	
~~1~~	~~Conducted disturbances~~	~~Network frequency~~	~~V r.m.s.~~	~~2)~~	~~250~~	~~–~~	~~A~~
~~2~~		~~Voltage surge 1,2/50 µs (IEC 61000-4-5)~~	~~kV peak~~	~~5)~~	~~2~~	~~1~~	~~B~~
~~3~~		~~Conducted disturbances induced by radio-frequency fields > to 9 kHz (IEC 61000-4-6)~~	~~V r.m.s.~~	~~6)~~	~~10~~	~~–~~	~~A~~
~~4~~		~~Oscillatory waves to 1 MHz (IEC 61000-4-12)~~	~~kV peak~~	~~7)~~	~~1~~	~~0,5~~	~~B~~
~~5~~		~~Burst (IEC 61000-4-4)~~	~~kV peak~~	~~8)~~	~~2~~	~~2~~	~~B~~
~~6~~		~~Voltage interruptions (IEC 61000-4-11)~~	~~ms hours~~	~~9)~~	~~10 2~~		~~A B~~
~~7~~		~~Electrostatic discharge (IEC 61000-4-2)~~	~~kV~~	~~4)~~	~~8 air; 4 contact~~		~~A B~~
~~8~~	~~Electro-magnetic fields~~	~~Network frequency (IEC 61000-4-8)~~	~~A/m~~	~~10)~~	~~30~~		~~A~~
~~9~~		~~Pulse 8/20 µs (IEC 61000-4-9)~~	~~A/m peak~~	~~11)~~	~~300~~		~~B~~
~~10~~		~~Radiated high frequency (from 80 MHz to 1000 MHz) (IEC 61000-4-3)~~	~~V/m~~	~~12)~~	~~10~~		~~A~~

~~Explanatory notes to tables 6 and 7~~

~~1) Application mode of test voltage:~~

~~a) between the terminals of each circuit and the earthed equipment case (common mode);~~

~~b) between the terminals of each circuit (differential mode).~~

~~2) Value prescribed for the time necessary to extinguish fault; other values may be adopted according to the national safety rules.~~

~~3) For this test, see IEC 61010-1.~~

~~4) For this test, see IEC 61000-4-2.~~

~~5) For this test, see IEC 61000-4-5.~~

~~6) For this test, see IEC 61000-4-6.~~

~~7) For this test, see IEC 61000-4-12.~~

~~8) For this test, see IEC 61000-4-4.~~

~~9) For this test, see IEC 61000-4-11.~~

~~10) For this test, see IEC 61000-4-8.~~

~~11) For this test, see IEC 61000-4-9.~~

~~12) For this test, see IEC 61000-4-3.~~

~~13) A functional description and a definition of performance criteria, during, or as a consequence of, the EMC testing, shall be provided by the manufacturer and noted in the test report, based on the following criteria.~~

~~*Performance criterion A:* The apparatus shall continue to operate as intended. No degradation of performance or loss of function is allowed below a performance level specified by the manufacturer, when the apparatus is used as intended. In some cases the performance level may be replaced by a permissible loss of performance. If the minimum performance level or the permissible performance loss is not specified by the manufacturer then either of these may be derived from the product description and documentation and what the user may reasonably expect from the apparatus if used as intended.~~

~~*Performance criterion B:* The apparatus shall continue to operate as intended after the test. No degradation of performance or loss of function is allowed below a performance level specified by the manufacturer, when the apparatus is used as intended. In some cases, the performance level may be replaced by a permissible loss of performance. During the test, degradation of performance is however allowed. No change of actual operating state or stored data is allowed. If the minimum performance level or the permissible performance loss is not specified by the manufacturer then either of these may be derived from the product description and documentation and what the user may reasonably expect from the apparatus if used as intended.~~

~~14) Apart from test 6, the test levels and performance criteria accord with IEC 61326-1 and IEC 61326-10.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

6 Flickermeter tests

6.1 General

Three classes of flickermeters are defined. These flickermeters shall be tested with several different test voltage characteristics. Table 4 gives an overview. Modulation patterns and the meaning of $\Delta U/U$ as referred to in this clause are illustrated in Annex B.

Class F1: General purpose flickermeters, suitable for power quality monitoring as well as compliance testing (see Footnote to table [a] in Table 4). These flickermeters may be subject to a wide range of input voltage variations, including frequency changes and even phase jumps. Therefore, general purpose flickermeters shall be tested with a broad range of input signals as specified in Table 4. For the purpose of periodic calibration verification, only the rectangular voltage change test according to 6.3 is required. It is recommended to also perform the bandwidth test periodically.

Class F2: Flickermeters intended for product compliance testing to IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11 operate in a controlled environment, with constant frequency and phase, and limited voltage fluctuations. Therefore, the test according to 6.3 (see Table 5) suffices to verify the proper operation of the flickermeter for this type of application.

Class F3: Flickermeters intended for use in power quality surveys, trouble shooting and other applications where low measurement uncertainties are not required and comparable to power quality measurement equipment Class S.

NOTE Flickermeters compliant with IEC 61000-4-15 (first edition, including Amendment 1)[3] are considered Class F3 instruments.

The flickermeter manufacturer shall specify any additional procedures required to verify the performance of the specific instrument. The calibration protocol shall include the firmware version as well as the version of any required support software. Example type test protocols can be found in Annex C.

For the purpose of periodic calibration verification, the bold italic printed tests in Table 4 suffice.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

[3] IEC 61000-4-15:1997, *Electromagnetic compatibility – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 15: Flickermeter – Functional and design specifications*

Amendment 1 (2003)

Table 4 – Test specifications for flickermeter

Test voltage characteristics	Intention	Value used for test	Flickermeter classes		
Sinusoidal / rectangular voltage changes, Tables 1, 2	Tests the response characteristic of the filters and scaling parameters	P_{inst}	F1	F2	F3
Rectangular voltage changes and performance testing, Table 5	***Tests the classifier and statistical evaluation algorithms***	P_{st}	F1	F2	F3
Frequency changes, Table 6	Tests the measuring circuit (hardware)	P_{inst}	F1		
Distorted voltage with multiple zero crossings, Table 8	Tests the stability of the input control circuit	P_{inst}	F1		
Harmonics with side band, Table 9	***Tests the input bandwidth***	P_{inst}	F1		
Phase jumps, Table 10	Tests the stability of the input control circuit, the input bandwidth and the classifier	P_{st}	F1		
Rectangular voltage changes with duty ratio, Table 11	Tests the classifier and statistical evaluation algorithms	P_{st}	F1	F2	
d_c, d_{max}, d(t)	Test performance per IEC 61000-3-3		F1[a]	F2	

[a] The d_c, d_{max}, $d(t)$ test is only required for Class F1 if the manufacturer specifies the instrument to be suitable for IEC 61000-3-3 or IEC 61000-3-11 compliance testing.

6.2 Sinusoidal/rectangular voltage changes

For flicker meters, the total response characteristic from input to output P_{inst} has to be checked for sinusoidal and rectangular voltage changes. For all test points in the Tables 1 and 2, $P_{inst,max}$ has to be 1,00 with a tolerance of ±8%.

6.3 Rectangular voltage changes and performance testing

For all test points in Table 5, P_{st} has to be 1,00 with a tolerance of ±5 %. This test is sufficient for the purpose of calibration in regular time intervals.

For Class F1 and Class F3 flickermeters, intended for general power quality monitoring, the voltage fluctuations specified in Table 5 shall be centered around the nominal test voltage specified in the table. This is to guarantee that the flickermeter has a sufficient large dynamic input range to accurately evaluate voltage deviations in either direction.

For Class F2 flickermeters, intended for product compliance testing, the voltage applied to the tested product will generally not exceed the nominal test voltage. In fact, for higher factors "k" such as k = 5, and low modulation rates, the maximum voltage exceeds the specified operating voltage of most consumer electrical products. Therefore, the voltage fluctuation for Class F2 flickermeters may be centered around a lower voltage U_c, so that the maximum voltage during the test does not exceed the nominal test voltage.

For example, for 230 V / 50 Hz nominal and a P_{st} level of 3,00 at 1 CPM per Table 5, the modulation may be centered around U_c = 221,0 V, with

$$230\ \text{V} = U_c + 0{,}5 \times 3 \times 2{,}715 \times U_c/100.$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

The manufacturer shall specify the working range of the flickermeter. For this, all ($\Delta U/U$) values of Table 5 are multiplied with a fixed factor k and P_{st} is determined for this k. The manufacturer shall specify the lowest and highest k-value for which the corresponding value P_{stk} is within ±5 % or ±0,05 whichever is greater. This specifies the working range of the classifier, for example $0{,}25 \leq k \leq 5{,}0$.

The rectangular modulation pattern shall be applied with a duty cycle of 50 % ±2 %, and the transition time from one voltage level to the next shall be less than 0,5 ms.

Table 5 – Test specification for flickermeter classifier

Rectangular changes per minute CPM	Voltage fluctuation %			
	120 V lamp 50 Hz system	120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz system	230 V lamp 60 Hz system
1	3,178	3,181	2,715	2,719
2	2,561	2,564	2,191	2,194
7	1,694	1,694	1,450	1,450
39	1,045	1,040	0,894	0,895
110	0,844	0,844	0,722	0,723
1 620	0,545	0,548	0,407	0,409
4 000	3,426	Test not required	2,343	Test not required
4 800	Test not required	4,837	Test not required	3,263

NOTE 1 1 620 rectangular changes per minute correspond to a rectangular square wave modulation frequency of 13,5 Hz.

NOTE 2 For tests according to this table, the first voltage change is applied within 5 s after the P_{st} evaluation is started. Flickermeters having a pre-test time to charge the filters, should indicate when the P_{st} evaluation starts, so that the testing authority can determine when to start the rectangular modulation pattern.

6.4 Combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters

For this test, both the frequency f and the amplitude of the test voltage are changed in 4 s intervals at the zero crossing of the voltage. The observed $P_{inst,max}$ shall be 1,00 with a tolerance of ±8 %.

Table 6 – Test specification for combined frequency and voltage changes – Class F1 flickermeters

120 V lamp			230 V lamp		
System frequency Hz	Changing frequency f Hz	Changing voltage U V	System frequency Hz	Changing frequency f Hz	Changing voltage U V
60	59,75	120,000	50	49,75	230,000
	60,25	119,266		50,25	228,812
50	49,75	120,000	60	59,75	230,000
	50,25	119,270		60,25	228,805

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

6.5 Distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters

The distorted voltage with multiple zero crossings consists of the fundamental voltage *U* and the harmonic levels according to Table 7. All harmonics have a 180° phase shift with respect to the 50 Hz/60 Hz fundamental; that is, cross towards negative going through zero when the fundamental goes towards positive going through zero. This distorted voltage is then sinusoidally modulated at 8,8 Hz with an amplitude according to Table 8. The observed $P_{inst,max}$ shall be 1,00 with a tolerance of ±8 %.

Table 7 – Test specification for distorted voltage with multiple zero crossings – Class F1 flickermeters

Harmonic order ν	3	5	7	9	11	13	17	19	23	25	29	31
U_{ν} - % of U	5	6	5	1,5	3,5	3,0	2,0	1,76	1,41	1,27	1,06	0,97

Table 8 – 8,8 Hz modulation depth for distorted voltage test – Class F 1 flickermeters

230 V lamp		120 V lamp	
System frequency Hz	Voltage fluctuation %	System frequency Hz	Voltage fluctuation %
50	0,250	50	0,321
60	0,250	60	0,321

6.6 Bandwidth test using harmonic and inter-harmonic side band modulation

For this test, the mains voltage *U* (230 V/120 V) with system frequency (50 Hz/60 Hz) shall be modulated by superimposing two voltages with frequencies that are 10 Hz apart, such as shown in Table 9. The two modulating voltages shall have an equal relative amplitude of (U_i/U).

The modulating frequencies f_ν and f_i in the frequency pair (f_ν, $f_i = f_\nu - 10$ Hz) are increased to establish the maximum bandwidth of the flickermeter. The highest frequency $f_{\nu,max}$, for which $P_{inst,max}$ is 1,00 with a tolerance of ±8 % is the input bandwidth of the flickermeter. $f_{\nu,max}$ shall be at least 450 Hz. The frequency pairs may be increased in steps of 50 Hz (60 Hz for 60 Hz systems) for this test, starting at the minimum frequencies specified in Table 9.

Table 9 – Test specification for Harmonics with side band – Class F1 flickermeters

230 V lamp			120 V lamp		
System frequency Hz	(f_i/f_ν) Hz	(U_i/U) %	System frequency Hz	(f_i/f_ν) Hz	(U_i/U) %
50	140/150	3,611	60	170/180	4,126
60	170/180	3,611	50	140/150	4,126

6.7 Phase jumps – Class F1 flickermeters

The flickermeter shall be tested with a sequence of phase jumps.

Each phase jump shall occur at the positive zero crossing after 1 min, 3 min, 5 min, 7 min and 9 min (±10 s) after the beginning of a 10 min observation period.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

The test shall be repeated for phase jump angles of $\Delta\beta = +30°$, $\Delta\beta = -30°$, $\Delta\beta = +45°$ and $\Delta\beta = -45°$.

The observed 10 min P_{st} has to be according to Table 10 with a tolerance of ±5 % or ±0,05 whichever is bigger.

The transition time for each phase jump shall be less than 0,5 ms.

Table 10 – Test specification for phase jumps – Class F1 flickermeters

Phase jump angle $\Delta\beta$	230 V lamp 50 Hz system P_{st}	120 V lamp 60 Hz system P_{st}	120 V lamp 50 Hz system P_{st}	230 V lamp 60 Hz system P_{st}
±30°	0,913	0,587	0,706	0,760
±45°	1,060	0,681	0,819	0,882

6.8 Rectangular voltage changes with 20 % duty cycle

The voltage U is rectangularly modulated at a rate of 28 Hz and a duty cycle of 12/60 (20 %). This means that in a 60 s period the aggregate time that the signal voltage spends at one level is 12 s while spending an aggregate time of 48 s at the other level.

The transition time from one voltage to the next shall be less than 0,5 ms.

P_{st} shall be 1,00 with a tolerance of ±5 %.

Table 11 – Test specification for rectangular voltage changes with duty ratio

230 V lamp		120 V lamp	
System frequency Hz	Voltage fluctuation %	System frequency Hz	Voltage fluctuation %
50	1,418	60	2,126
60	1,480	50	2,017

Figure 1 shows a $\Delta U/U$ = 35 % for illustration purposes, as a 1 % to 2 % modulation would not be visible. Only 400 ms of the time axis is depicted, showing the 200 ms for each 1 s that the modulation is present.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

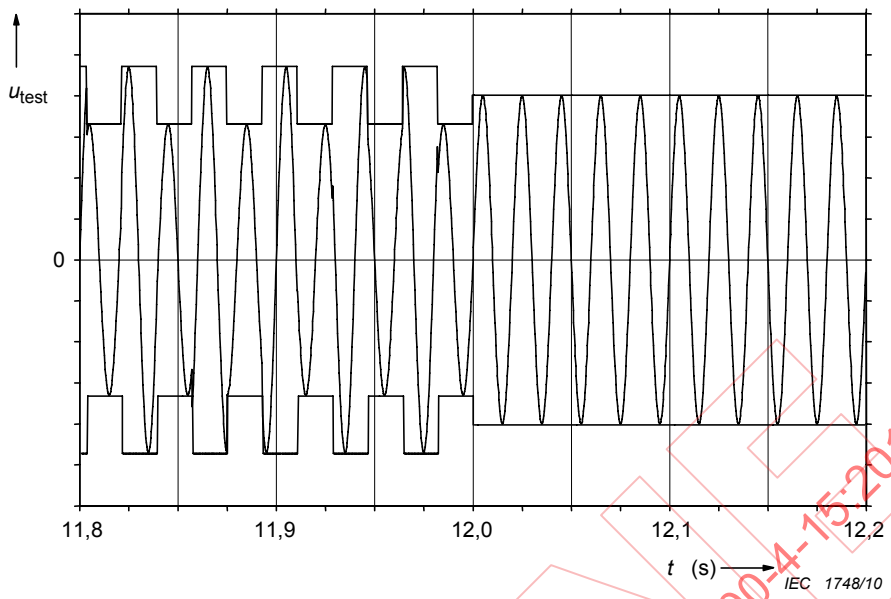
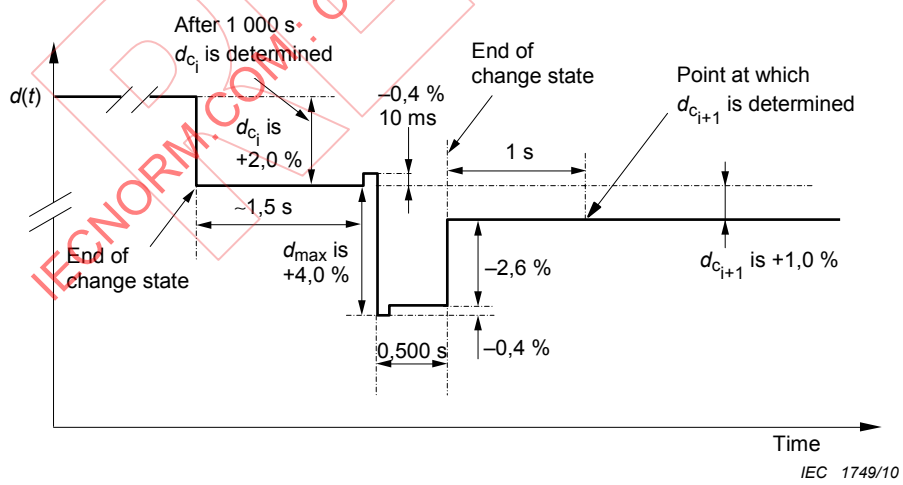


Figure 1 – Illustration of 28 Hz modulated test voltage with 20 % duty cycle

6.9 *d* parameter test, d_c, d_{max}, and $d(t)$ > 3,3%

Voltage change pattern tests and the associated *d* parameter values are as specified in Tables 12 and 13. Every voltage change (transition) shall be made at the zero crossing of the fundamental voltage. The *d* meter shall report the values as specified in these tables within ±5 %. The $t_{(dt)}$ > 3,3 % times are reported in 10 ms increments, and, therefore, shall be exactly as specified in the tables, since all voltage changes are made at the zero crossings.

Table 12 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 %

	d_c = 2,00 % (max. of 1,00 and 2,00 %)
	$t_{(d(t)>3,3\ \%)}$ = 500 ms
	d_{max} = 4,00 %

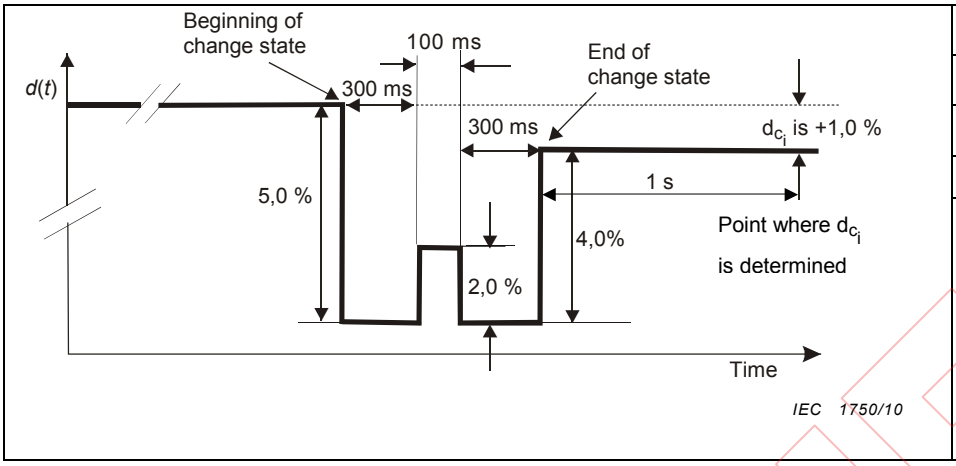
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

For the *d*-parameter test illustrated in Table 12, the voltage *U* is varied in a pattern as shown in the figure of Table 12. For clarity, the vertical axis is shown as *d*(*t*), in order to be able to label all changes in percent of U_n. All voltage changes shall be made at the zero crossing of the fundamental frequency component of the supply voltage. The first change is a step of 2 %, that is from U_n to (U_n – 2 %), and this level is maintained for 1,5 s. Thus, the first d_c value will be 2,00 %. After 1,5 s a 10 ms transition of −0,4 % (voltage change in positive direction) is made, followed by a 500 ms transition below 3,3 %. The first step in this 500 ms transition is a change of 4,00 % with respect to the previous steady state (d_{ci}) condition. Note that this is also 4,4 % below the last level just prior to this transition. Consequently, d_{max} is 4,00 %, even though the total transition at the beginning of the 500 ms is 4,40 %. 10 ms after the beginning of the 4,4 % overall transition, a 0,4 % transition is made as shown, and then the voltage is maintained at 3,6 % below the previous steady condition for 490 ms. Then, the voltage is changed by −2,6 %, thus ending at a level that is 1,00 % below the previous. The second d_{ci} condition ($d_{c_{i+1}}$) is 1,00 % with respect to the previous steady state condition. The higher value of 2,00 % from the first steady state change shall be reported.

This test verifies the correct functioning of the various "*d*" parameter measurements, as well as any applicable software logic.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Table 13 – Test specification for d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 %



d_c= 1,00 %
d_{max} = 5,00 %
$t_{(d(t)>3,3\ \%)}$ = 600 ms

For the second d-parameter test, the voltage U is varied in a pattern as shown in the figure of Table 13. For clarity, the vertical axis as shown as $d(t)$, in order to be able to label all changes in percent of U_n. All voltage changes shall be made at the zero crossing of the fundamental frequency component of the supply voltage. The first change is a step of 5,0 %, that is a step from U_n to (U_n − 5 %) and this level is maintained for 300 ms. Then, the level is changed by −2,0 % for 100 ms, followed by another 300 ms at the level of 5,0 % below the previous steady state condition. Then the level is changed to a level that is 1,0 % below the previous steady state level.

The main intent of this test is to verify the correct accumulation of the value reported for $t_{(dt)}$ > 3,3 % which is the time the level is below 3,3 % during a change condition. Since there is no steady state condition until 700 ms plus 1 s after the beginning of the first transition, the accumulation of the time that $d(t)$ exceeds the specified 3,3 % limit, continues until a new steady state condition is established. The beginning and end of the change state are indicated in the figure.

7 Environmental and other requirements

7.1 General

The manufacturer shall specify the rated operating conditions and possibly the magnitude of error introduced by changes in

- temperature,
- humidity,
- instrument supply voltage and related series interferences,
- common mode interference voltage between the earth connection of the instrument its input circuits and the auxiliary supply voltage,
- static electricity discharges,
- radiated electromagnetic fields.

NOTE In applying IEC 61010-1 for safety and insulating requirements, it should be taken into account that the input circuits (voltage as well as current) may be directly connected to the mains supply voltages.

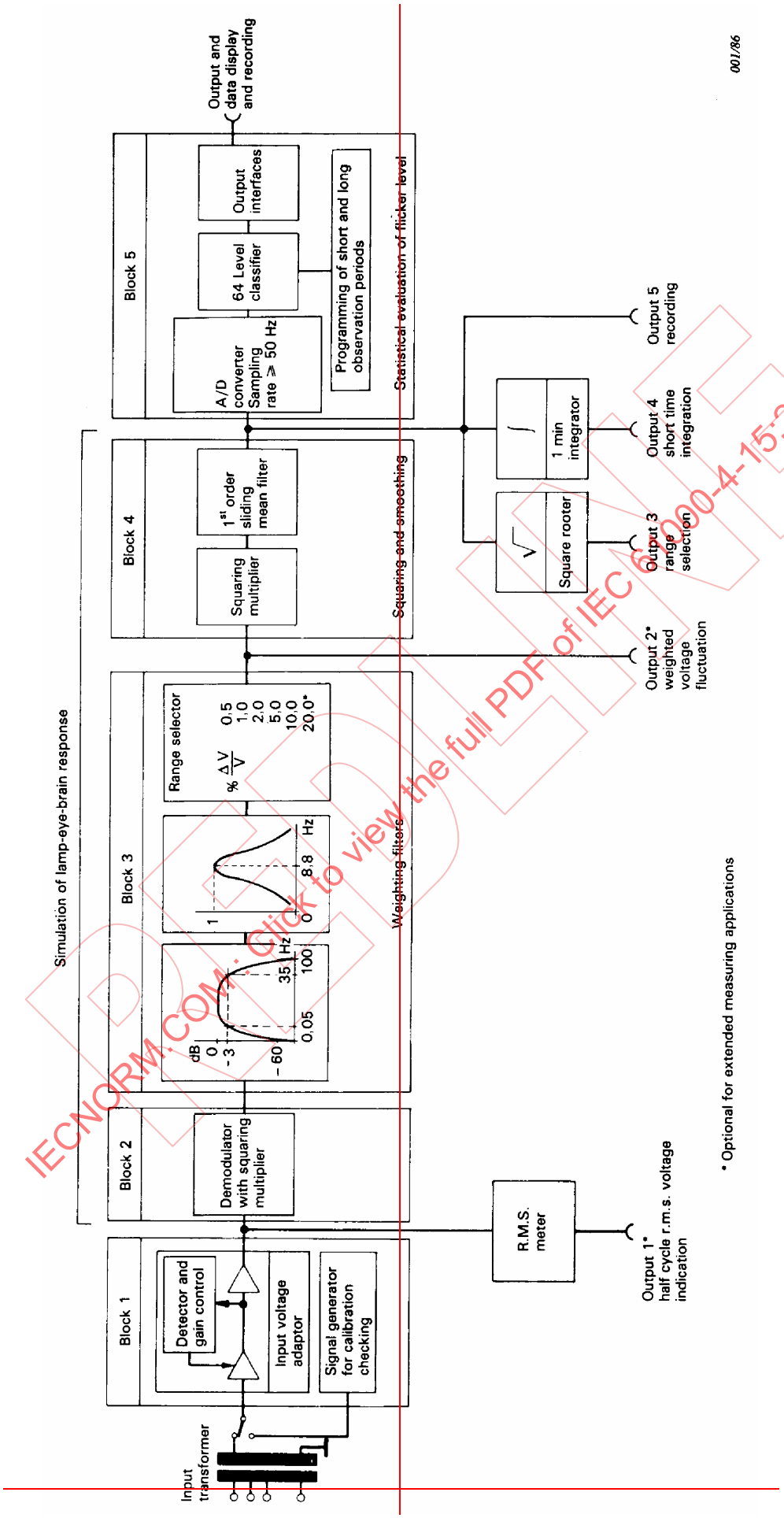
7.2 Insulation, climatic, electromagnetic compatibility, and other tests

Safety requirements are specified in IEC 61010-1.

EMC requirements are specified in IEC 61326-1.

Environmental requirements are tested per IEC 60068.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

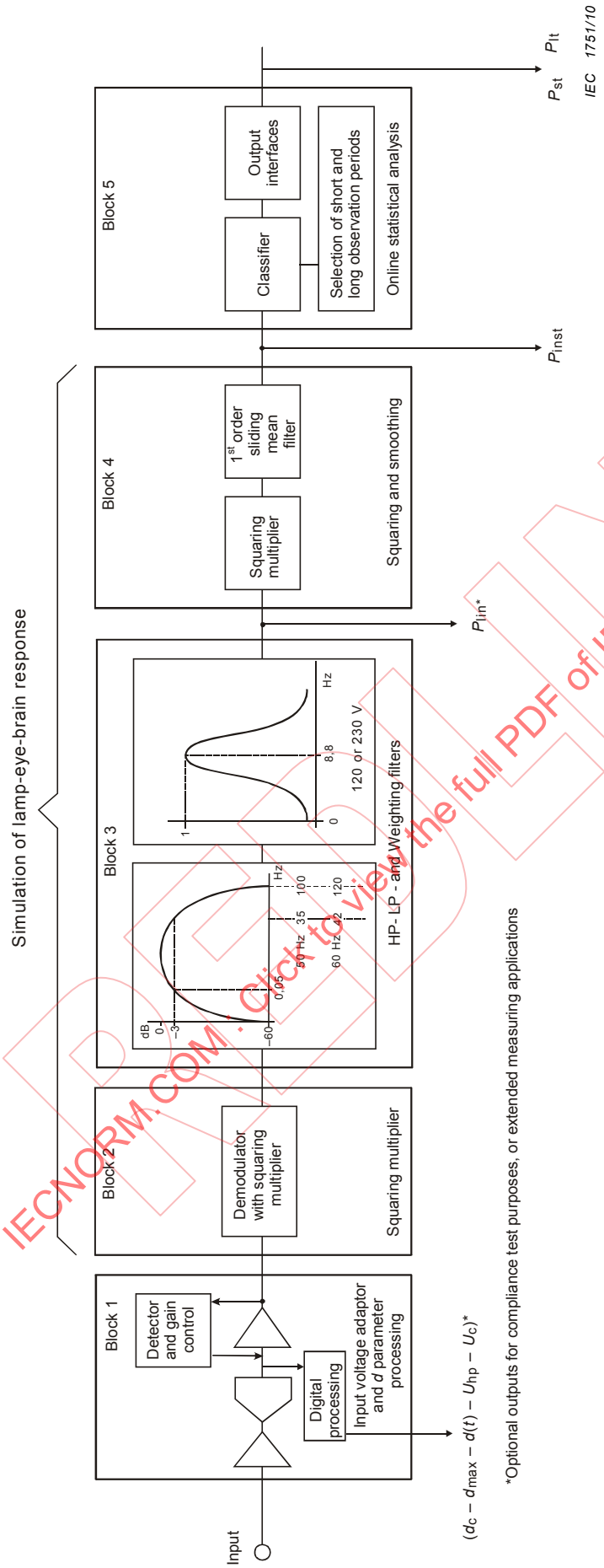
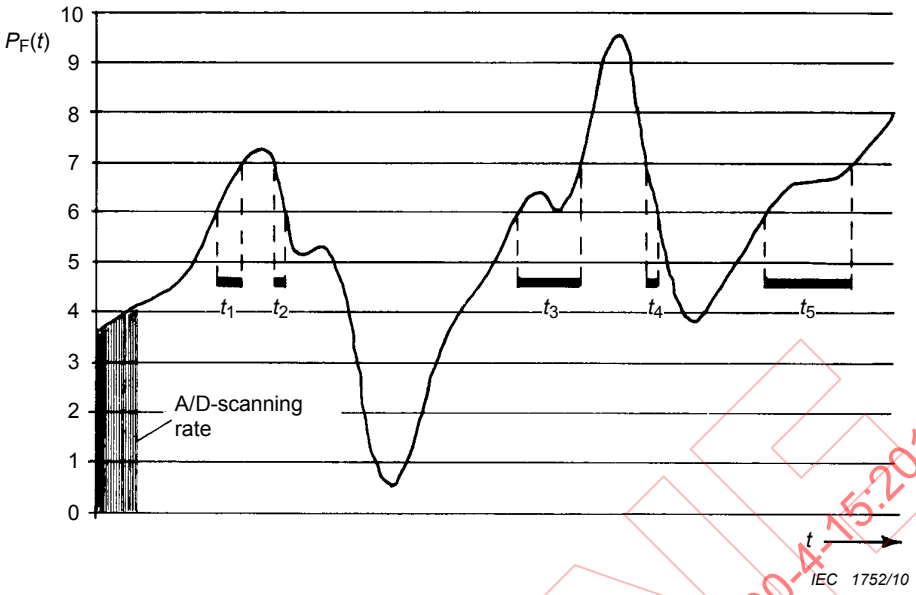


Figure ~~1~~ 2 – Functional diagram of ~~UIE~~ IEC flickermeter

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

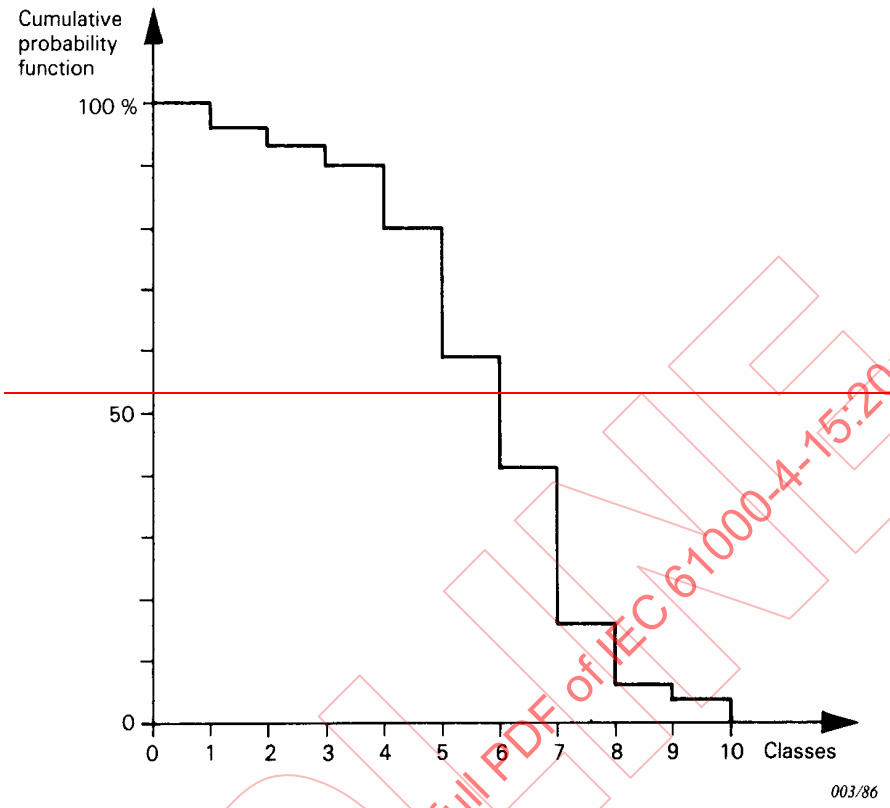


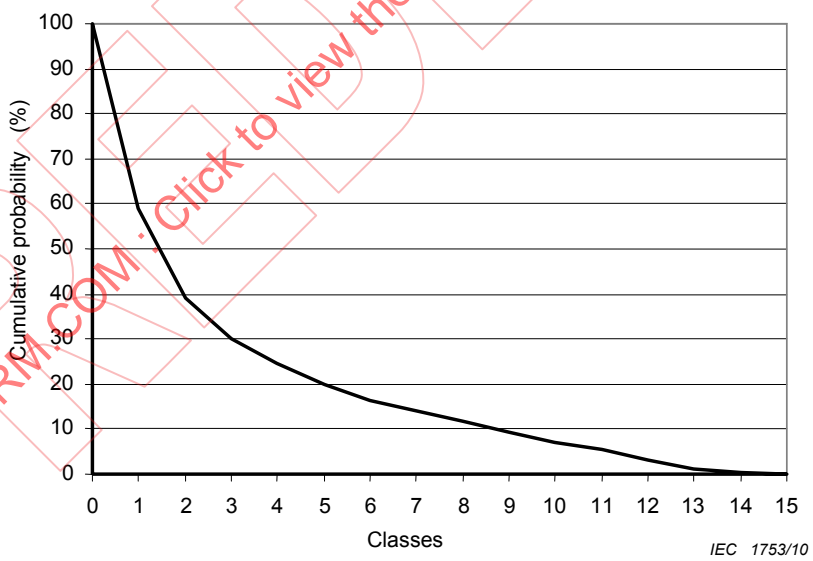
NOTE Signal permanence in class no. 7 is illustrated as an example:

$$(T_7 = \sum_{i=1}^{i=5} t_i).$$

Figure ~~2a~~ 3a – Flicker level as a time-varying function

REDLINE
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV





NOTE The above cumulative probability function is obtained when using a square wave modulation at 1,806 % and a modulation frequency of 0,325 Hz (39 CPM). This test is for a factor k = 2 as specified in 6.3 and Table 5.

Figure ~~2b~~ 3b – Cumulative probability function ~~of signal performance in classes 1 to 10~~

Figure ~~2~~ 3 – Basic illustration of the time-at-level method for P_{st} = 2,000

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Annex A
(normative)

Techniques to improve accuracy of flicker evaluation

A.1 General

Various techniques are available to achieve accurate flicker evaluation over a wide range of conditions.

Some of these techniques are given below. Any of them may be used alone or in combination provided that the specified accuracy of ±5 % is obtained over a sufficient range of depth of modulation of the input voltage.

In most cases the values of particular percentile points, P_k, required to calculate P_{st} will not correspond with a single class and shall be derived by interpolation (or extrapolation) from the actual classes available.

~~A.1~~ A.2 Linear interpolation

Linear classification is arranged so that the full scale, F_s, of the classifier has N equal discrete steps giving a class width of F_s/N. Let n be the number of the class to which percentile P_k belongs. Class n includes flickermeter output levels between $(n-1)\ F_s/N$, to which is added y_{n-1} per cent of the samples and nF_s/N, to which is added y_n percent of the samples. By linear interpolation the percentile P_k corresponding to y_k per cent is:

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - \frac{y_k - y_n}{y_{n-1} - y_n}\right)$$

~~A.2~~ A.3 Non-linear interpolation

When linear interpolation does not give sufficient accuracy, non-linear interpolation shall be used. The recommended procedure is to fit a quadratic formula to the levels corresponding to three consecutive classes on the cumulative probability function (CPF).

The CPF level is obtained from the relationship:

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - 1 + \frac{1}{2H_2}\left(H_1 - \sqrt{H_3}\right)\right)$$

where

F_s/N is the class width;

$H_1 = 3/2\ y_{n-1} - 2\ y_n + 1/2\ y_{n+1}$;

$H_2 = 1/2\ y_{n-1} - y_n + 1/2\ y_{n+1}$;

$H_3 = H_1^2 - 4\ H_2\ (y_{n-1} - y_k)$;

where y_n is the per cent probability corresponding to class n and so on (see Clause ~~A.1~~ A.2).

~~A.3~~ A.4 Pseudo zero intercept

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

It may happen that one or more percentiles of interest, P_k, lie in the interval of the first class of the classifier.

Experience has shown that interpolating between zero and the upper end point of the first class gives poor results, because this makes the implicit assumption that a level of zero will be exceeded with a 100 % probability. In practice a typical cumulative probability function can meet the probability axis well below the 100 % mark and then move vertically up the axis. A way of reducing errors in this region is to extrapolate the cumulative probability function back to the y axis to provide a pseudo zero intercept value, y_0. A suitable algorithm to give y_0 is:

$$y_0 = (3\ y_1 - 3\ y_2 + y_3)$$

~~A.4~~ A.5 Non-linear classification

A classifier may be used more efficiently and more accurately if the class intervals are graduated in width.

For instance, a logarithmic classification may be used and this usually permits the use of linear interpolation, avoids the need for zero extrapolation and allows the full dynamic range of input signals to be covered without range switching. ~~Alternatively, a linear classifier may be applied to output 3 of the flickermeter but this still requires some range selection.~~

REDLINE
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Annex B
(informative)

Meaning of $\Delta U/U$ and number of voltage changes, d_c, $d(t)$, d_{max} examples

B.1 General

The following equation and Figure B.1 illustrate the meaning of $\Delta U/U$ and number of voltage changes for this standard. The performance tests assume the phase relationship between the fundamental frequency and the modulating function as shown below – i.e. a sine function. A change in phase relationship may result in different P_{inst} and P_{st} values for the rectangular modulation tests.

Consider an amplitude modulated time function $u(t)$ and a voltage fluctuation waveform $U(t)$. The voltage fluctuation waveform $U(t)$ is the time function of r.m.s values that arise from $u(t)$. The changes of the time function $\Delta u/\bar{u}$ are, in good approximation, equal the changes of the r.m.s. values $\Delta U/U$.

As an example, a 50 Hz waveform having a 1,0 average voltage with a relative voltage change $\Delta u/\bar{u}$ equal to 40 % and with 8,8 Hz rectangular modulation can be written as follows:

$$u(t) = 1 \times \sin(2 \times \pi \times 50 \times t) \times \left\{1 + \frac{40}{100} \times \frac{1}{2} \times \text{signum}[\sin(2 \times \pi \times 8{,}8 \times t)]\right\}$$

The corresponding waveform is shown in Figure B.1. The change in r.m.s. values $\Delta U/U$ are essentially equal to the 40 % $\Delta u/\bar{u}$ time function changes. The rectangular voltage changes occur at a frequency of 8,8 Hz. Each full period produces two distinct voltage changes, one with increasing magnitude and one with decreasing magnitude. Two changes per period with a frequency of 8,8 Hz give rise to 17,6 changes per second.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

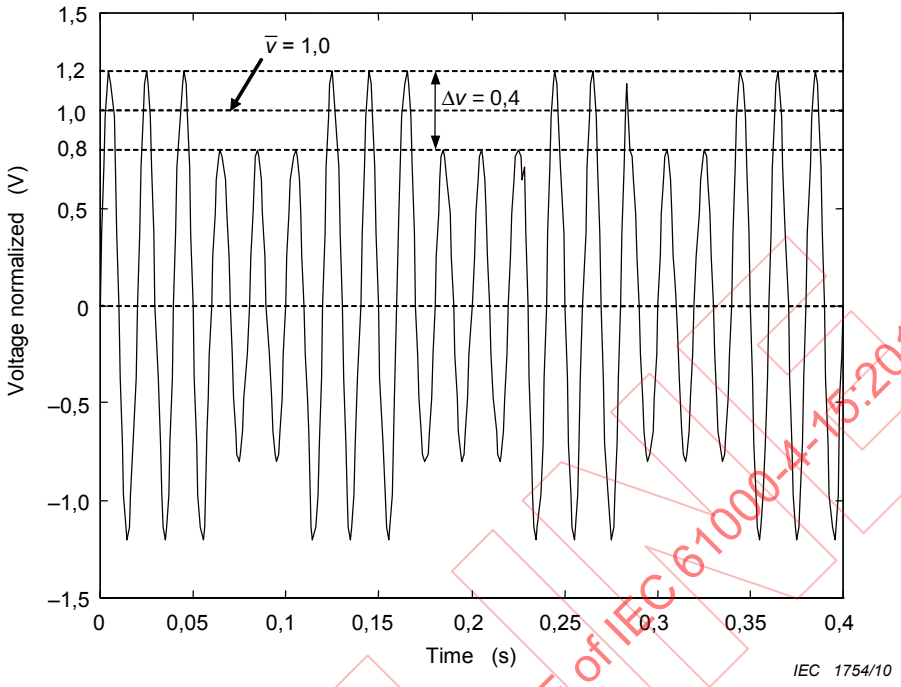


Figure B.1 – Rectangular voltage change
$\Delta U/U$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 changes/second

B.2 Correction factors for other than 120 V/230 V, 50 Hz/60 Hz

Table B.1 shows the correction factors that apply for voltage/frequency combinations, other than those specified in Tables 1 and 2.

The flickermeter is set to the operating mode for the voltage and frequency shown in the column with the heading "Reference table". The measured values of P_{lt} and P_{st} are then multiplied by the correction factor shown. The resulting flicker readings are generally within 3 % of the readings that would be obtained if the Laplace transfer function had been adjusted for the exact lamp model that would apply to the voltage/frequency combination in the first column.

The deviations are generally well within the ±5 % tolerance specification that is used throughout this standard, hence, it is impractical to devise test specifications for the multiple combinations, as these would increase instrument certification cost without providing substantial benefits.

Table B.1 – Correction factor for other voltage/frequency combinations

Voltage and frequency	Correction factor	Reference table
220 V, 50 Hz	0,97	230 V, 50 Hz
220 V, 60 Hz	0,97	230 V, 60 Hz
100 V, 50 Hz	0,90	120 V, 50 Hz
100 V, 60 Hz	0,90	120 V, 60 Hz

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

It should further be noted that the "d" parameters are all ratiometric, that is, they are not affected by either the voltage or the frequency. Hence, all specifications that are part of this standard apply uniformly to all voltages and frequencies.

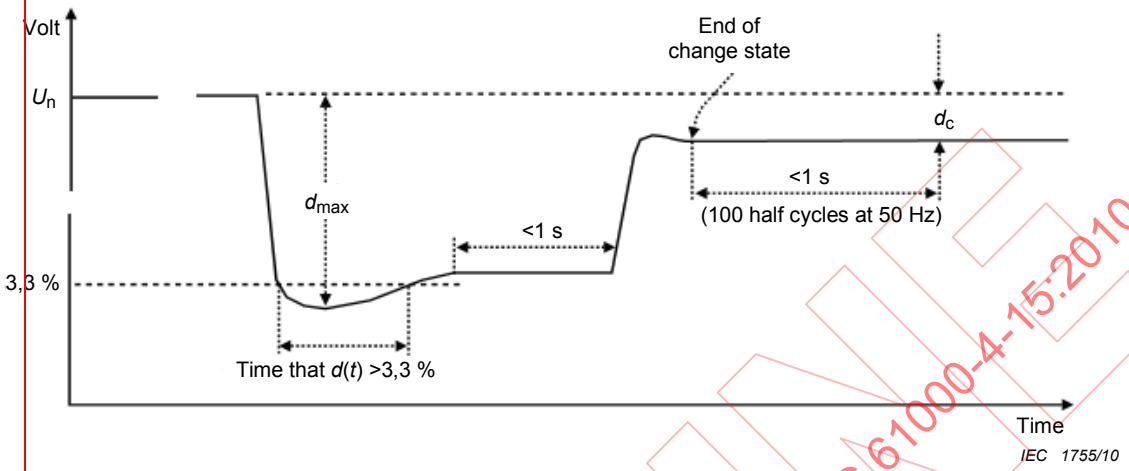


Figure B.2a – Illustration to explain the "*d*" parameter

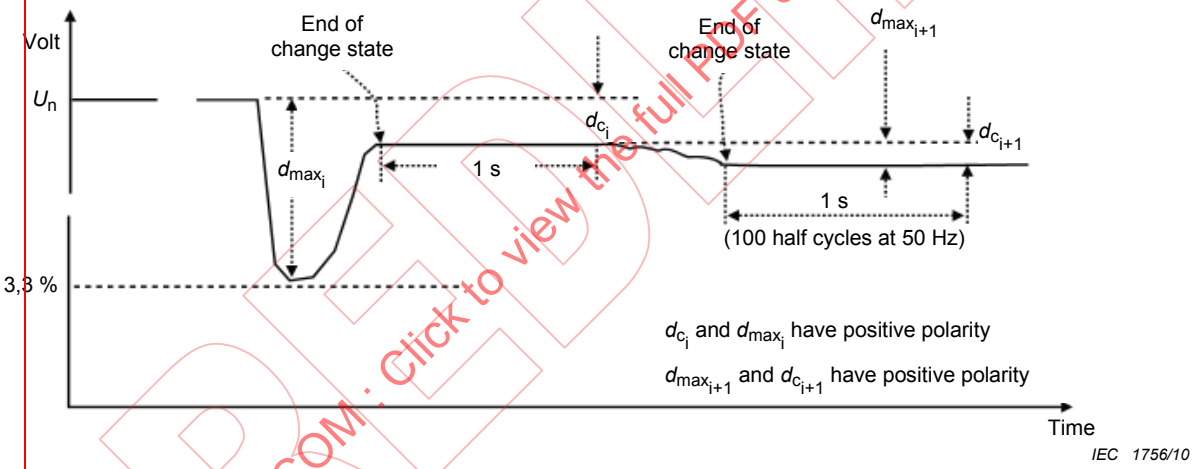


Figure B.2b – Illustration to explain the "*d*" parameter definitions with multiple steady state conditions

The above two Figures B.2a and B.2b illustrate some of the voltage fluctuations that are commonly observed, and the "d" parameters as defined in Clause 3. These figures are intended to assist manufacturers of flickermeters, to implement the instrument correctly.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

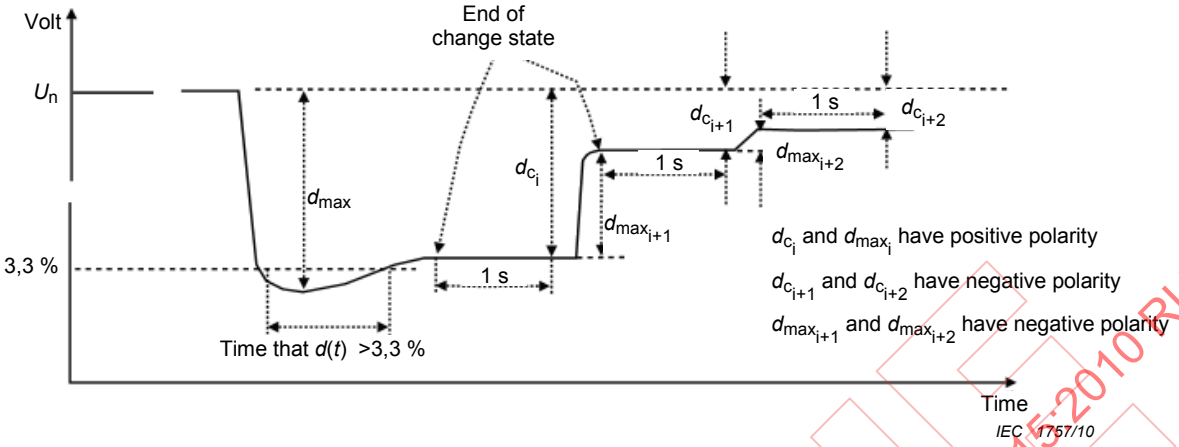


Figure B.2c – Illustration to explain multiple steady state and d_{max} and d_c sequences and polarities

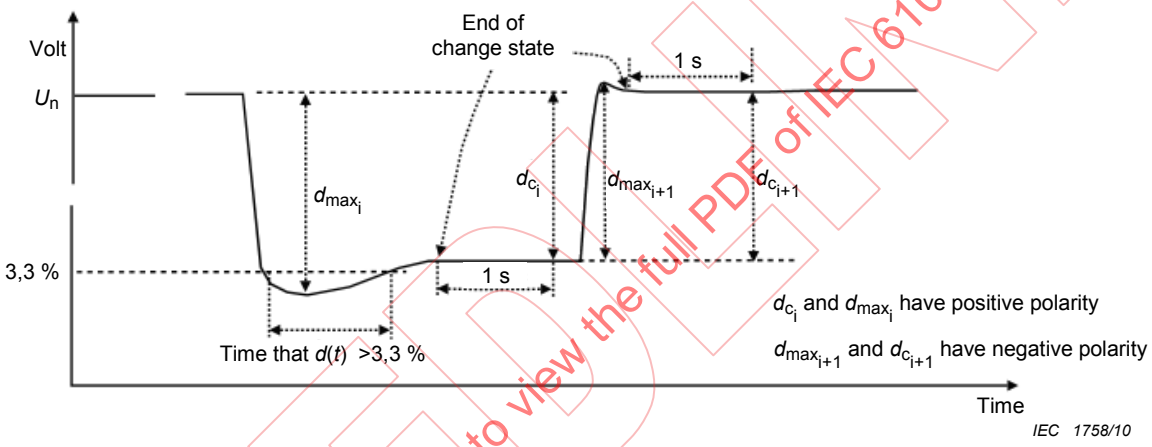


Figure B.2d – Illustration to explain multiple steady state d_{max} and d_c sequences and polarities

Figure B.2 – Illustration of "*d*" parameter definitions

The above two Figures B.2c and B.2d illustrate more complex voltage fluctuations, and the associated polarities of the various "*d*" parameters. These figures are intended to assist manufacturers of flickermeters, to implement the instrument correctly.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Annex C
(informative)

Sample protocols for type testing

Manufacturer:
Serial number:

Instrument:
Firmware version:

230 V/50 Hz	IEC 61000-4-15, Table 1a (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2a (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$\Delta U/U$ %	P_{st}
0,5	2,325		0,509		1	2,715	
1,5	1,067		n.a.		2	2,191	
3,5	n.a.		0,342		7	1,450	
8,8	0,250		0,196		39	0,894	
18,0	n.a.		0,446		110	0,722	
20,0	0,704		n.a.		1 620	0,407	
21,5	n.a.		0,592		4 000	2,343	
25,0	1,037		0,764		**Performance Test**		
28,0	n.a.		0,915			$\leq P_{st} \leq$	
30,5	n.a.		0,847		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
33 1/3	2,128		1,671		$P_{inst,max}$		

n.a. in above tables = not applicable

[a] **not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-11 only**

Distorted voltage Test, Table 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Input Bandwidth, Table 9[a]		
$f_{v.max}$		
Phase jumps Test, Table 10[a]		
$\Delta\beta$	$P_{st.ref}$	P_{st}
±30°	0,863....0,963	
±45°	1,007....1,113	
Duty cycle test, Table 11		
P_{st}		
Table 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Table 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

Result:

The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 % ; d_c- $d(t)$ - d_{max} per Tables 12 to 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Manufacturer:
Serial number:

Instrument:
Firmware version:

120V/60Hz	IEC 61000-4-15, Table 1a (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2a (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	$\Delta U/U$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$\Delta U/U$ %	P_{st}
0,5	2,453		0,598		1	3,181	
1,5	1,126		n.a.		2	2,564	
3,5	n.a.		0,408		7	1,694	
8,8	0,321		0,252		39	1,040	
18,0	n.a.		0,626		110	0,844	
20,0	0,977		n.a.		1 620	0,548	
22,0	n.a.		0,851		4 800	4,837	
25,5	n.a.		1,072		**Performance Test**		
33 1/3	2,570		1,823			$\leq P_{st} \leq$	
37,0	n.a.		1,304		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
40,0	4,393		3,451		$P_{inst,max}$		
n.a. in above tables = not applicable					**Distorted voltage Test, Table 8[a]**		
					$P_{inst,max}$		
[a] not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-11 only					**Input Bandwidth, Table 9[a]**		
					$f_{v,max}$		
					Phase jumps Test, Table 10[a]		
					$\Delta\beta$	$P_{st,ref}$	P_{st}
Result:					**±30°**	0,537....0,637	
The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010					**±45°**	0,631....0,731	
					Duty cycle test, Table 11		
Date:					P_{st}		
Signature:					**Table 12**		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
					Table 13		
					d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} per Tables 12 to 13.							

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Manufacturer: Instrument:
Serial number: Firmware version:

230V/60Hz	IEC 61000-4-15, Table 1b (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2b (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	$(\Delta U/U)$ %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	$(\Delta U/U)$ %	P_{st}
0,5	2,325		0,510		1	2,719	
1,5	1,067		n.a.		2	2,194	
3,5	n.a.		0,342		7	1,450	
8,8	0,250		0,196		39	0,895	
18,0	n.a.		0,457		110	0,723	
20,0	0,703		n.a.		1 620	0,409	
22,0	n.a.		0,611		4 800	3,263	
25,5	n.a.		0,768		**Performance Test**		
33 1/3	1,758		1,258			$\leq P_{st} \leq$	
37,0	n.a.		0,975		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
40,00	2,963		2,327		$P_{inst,max}$		

n.a. in above tables = not applicable

Distorted voltage Test, Table 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Input Bandwidth, Table 9[a]		
$f_{v.max}$		
Phase jumps Test, Table 10[a]		
$\Delta\beta$	$P_{st.ref}$	P_{st}
±30°	0,710....0,810	
±45°	0,832....0,932	
Duty cycle test, Table 11		
P_{st}		
Table 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Table 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

[a]not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to

IEC 61000-3-3,
IEC 61000-3-11 only

Result:

The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 % ; d_c; $d(t)$; d_{max} per Tables 12 to 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

Manufacturer: Instrument:
Serial number: Firmware version:

120V/50Hz	IEC 61000-4-15, Table 1b (sinusoidal)		IEC 61000-4-15, Table 2b (rectangular)		IEC 61000-4-15, Table 5 (rectangular)		
f Hz	(ΔU/U) %	$P_{inst,max}$	(ΔU/U) %	$P_{inst,max}$	r min^{-1}	(ΔU/U) %	P_{st}
0,5	2,453		0,597		1	3,178	
1,5	1,126		n.a.		2	2,561	
3,5	n.a.		0,408		7	1,694	
8,8	0,321		0,252		39	1,045	
18,0	n.a.		0,611		110	0,844	
20,0	0,978		n.a.		1 620	0,545	
21,5	n.a.		0,820		4 000	3,426	
25,0	1,476		1,087		**Performance Test**		
28,0	n.a.		1,303			≤ P_{st} ≤	
30,5	n.a.		1,144		**Frequency changes Test, Table 6[a]**		
33 1/3	3,111		2,443		$P_{inst,max}$		

n.a. in above tables = not applicable

[a]not required for class-F2-instruments intended to use for measurements according to

IEC 61000-3-3,
IEC 61000-3-11 only

Result:

The instrument meets the applicable accuracy requirements according to Clauses 5 and 6 of IEC 61000-4-15:2010

Date:

Signature:

Distorted voltage Test, Table 8[a]		
$P_{inst,max}$		
Input Bandwidth, Table 9[a]		
$f_{v,max}$		
Phase jumps Test, Table 10[a]		
Δβ	$P_{st,ref}$	P_{st}
±30°	0,656….0,756	
±45°	0,769….0,869	
Duty cycle test, Table 11		
P_{st}		
Table 12		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test
Table 13		
d_c,	d_{max},	$d(t)$ test

Desired values: $P_{inst,max}$ = 1,000 ± 8 %; P_{st} = 1,000 ± 5 %; d_c; $d(t)$; d_{max} per Tables 12 to 13.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Bibliography

IEC 61000-4-30, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods*

MOMBAUER W. Flicker caused by phase jumps, ETEP 103, Vol. 16, November 2006, JOHN WILEY and SONS Ltd.

MOMBAUER W. Additional requirements to the IEC flickermeter, Version 10, July 2008.

REDLINE
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 57
INTRODUCTION 59
1 Domaine d'application et objet 60
2 Références normatives 60
3 Paramètres et symboles 62
3.1 Paramètres mesurés directement et caractéristiques 62
3.1.1 Généralités 62
3.1.2 Valeur efficace de demi-période de la tension 62
3.1.3 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période 62
3.1.4 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période relatives 62
3.1.5 Tension en régime permanent et caractéristiques de variation de tension 62
3.1.6 Variation de tension en régime permanent 63
3.1.7 Variation maximum de tension pendant une caractéristique de variation de tension 63
3.1.8 Variation maximum de tension en régime permanent pendant une période d'observation 63
3.1.9 Variation maximum de tension absolue pendant une période d'observation 64
3.1.10 d(t) Ecart de tension 64
3.1.11 U_c Tension centrale 64
3.2 Symboles 64
4 Description de l'instrument 65
4.1 Généralités 65
4.2 Module 1 – Adaptateur de tension d'entrée ~~et circuit de vérification de l'étalonnage~~ 65
4.3 Module 2 – ~~Démodulateur quadratique~~ Multiplicateur d'élévation au carré 66
4.4 Module 3 – Filtres de pondération 66
4.5 Module 4 – Elévation au carré et lissage 66
4.6 Module 5 – ~~Evaluation~~ Analyse statistique en temps réel 66
4.7 Sorties 67
4.7.1 Généralités 67
4.7.2 Sortie P_{lin} 68
4.7.3 Sortie P_{inst} 68
4.7.4 Sortie P_{st} 68
4.7.5 Sortie P_{lt} 68
4.7.6 Sorties du d-mètre 69
5 Spécifications 69
5.1 Réponse ~~analogique~~ et précision 71
5.2 ~~Transformateur~~ Plages de tension d'entrée 75
5.3 Adaptateur de tension 76
5.4 Filtres de pondération 76
5.5 ~~Réponse globale d'entrée en sortie de bloc 3~~ Réponse du filtre de pondération dans le module 3 77
5.6 Elévateur au carré et filtre passe-bas de lissage 78
5.7 Procédure générale d'analyse statistique 78
5.7.1 Généralités 78
5.7.2 Evaluation du flicker à court terme 79

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

5.7.3 Evaluation du flicker à long terme 79
6 Essais du flickermètre 84
6.1 Généralités 84
6.2 Variations de tension sinusoïdales/rectangulaires 85
6.3 Variations de tension rectangulaires et essais de performances 85
6.4 Combinaison de variations de fréquence et de tension – Flickermètres de la classe F1 86
6.5 Tension déformée avec de multiples passages par zéro – Flickermètres de classe F1 87
6.6 Essai de bande passante utilisant une modulation de bande latérale d'harmonique et inter-harmonique 87
6.7 Sauts de phase – Flickermètres de classe F1 88
6.8 Variations de tension rectangulaires avec un rapport cyclique de 20 % 88
6.9 Essai de paramètres d, d_c, d_{max} et $d(t)$ > 3,3 % 89
7 Exigences environnementales et autres 91
7.1 Généralités 91
7.2 Essais d'isolement, climatiques, de compatibilité électromagnétique et autres essais 92

Annexe A (normative) Techniques d'amélioration de la précision de l'évaluation du flicker 97
Annexe B (informative) Signification de $\Delta U/U$ et nombre de variations de tension, exemples de d_c, $d(t)$, d_{max} 99
Annexe C (informative) Exemples de protocoles pour des essais de type 103
Bibliographie 107

Figure 1 – Illustration de la tension d'essai modulée à 28 Hz avec un rapport cyclique de 20 % 89
Figure 2 – Schéma fonctionnel du flickermètre ~~UIE~~ de la CEI 94
Figure 3 – Représentation schématique de la méthode «permanence à un niveau donné» pour P_{st} = 2,000 96
Figure B.1 – Variation de tension rectangulaire $\Delta U/U$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 variations/seconde 100
Figure B.2 – Illustration des définitions des paramètres «d» 102

Tableau 1a – Réponse normalisée d'un flickermètre à 120 V / 50 Hz et 120 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension sinusoïdales 72
Tableau 1b – Réponse normalisée d'un flickermètre à 230 V / 50 Hz et 230 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension sinusoïdales 73
Tableau 2a – Réponse normalisée d'un flickermètre à 120 V / 50 Hz et 120 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension rectangulaires 74
Tableau 2b – Réponse normalisée d'un flickermètre à 230 V / 50 Hz et 230 V / 60 Hz pour des fluctuations de tension rectangulaires 75
Tableau 3 – Valeurs indicatives pour les paramètres de lampes 77
Tableau 4 – Spécifications d'essais pour un flickermètre 85
Tableau 5 – Spécifications d'essais pour la classification du flickermètre 86
Tableau 6 – Spécifications d'essais pour une combinaison de variations de fréquence et de tension – Flickermètres de classe F1 87

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

Tableau 7 – Spécifications d'essais pour une tension déformée avec de multiples passages par zéro – Flickermètres de classe F1 87

Tableau 8 – Taux de modulation à 8,8 Hz pour l'essai de tension déformée – Flickermètres de classe F1 87

Tableau 9 – Spécifications d'essais pour les harmoniques avec une bande latérale – Flickermètres de classe F1 88

Tableau 10 – Spécifications d'essais pour les sauts de phase – Flickermètres de classe F1 88

Tableau 11 – Spécifications d'essais pour les variations de tension rectangulaires avec un rapport cyclique 89

Tableau 12 – Spécifications d'essais pour d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 % 90

Tableau 13 – Spécifications d'essais pour d_c, d_{max}, $t_{(d(t))}$ > 3,3 % 91

Tableau B.1 – Facteur de correction pour les autres combinaisons de tension/fréquence 100

REDLINE
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.

2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.

3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.

4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.

5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.

6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.

7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.

8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.

9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version Redline n'est pas une Norme CEI officielle, elle a seulement pour but de fournir à l'utilisateur une indication des changements effectués dans l'édition précédente. Seule la version courante de cette norme doit être considérée comme le document officiel.

Cette version Redline vous permet de comparer facilement et rapidement les changements entre cette norme et son édition précédente. Une barre verticale apparaît dans la marge lorsqu'un changement a été effectué. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CEI 61000-4-15 a été établie par le sous-comité 77A: Phénomènes basse fréquence, du Comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

La CEI 61000-4-15 s'appuie sur les travaux du Groupe de Travail «Perturbations» de l'Union Internationale de l'Electrothermie (UIÉ), sur les travaux de l'IEEE et sur les travaux effectués au sein de la CEI.

Elle constitue la partie 4-15 de la série CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1997 et son amendement 1 (2003), et constitue une révision technique. Cette nouvelle édition, en particulier, ajoute ou clarifie la définition de plusieurs paramètres mesurés directement, de telle façon que l'on évite des interprétations divergentes.

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77A/722/FDIS	77A/730/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61000, sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM),* peut être trouvée sur le site internet de la CEI.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

INTRODUCTION

La CEI 61000-4 fait partie de la série des normes 61000 de la CEI, selon la répartition suivante:

Partie 1: Généralités
Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)
Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement
Description de l'environnement
Classification de l'environnement
Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites
Limites d'émission
Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des Comités de produit)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure
Techniques de mesure
Techniques d'essai

Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation
Guide d'installation
Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 6: Normes génériques

Partie 9: Divers

Chaque partie est, à son tour, subdivisée en plusieurs parties, publiées soit sous forme de normes internationales soit sous forme de spécifications techniques ou rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées en tant que sections. D'autres parties sont publiées ou le seront avec le numéro de partie suivi d'un tiret et complétées par un second numéro identifiant la sous-partie (par exemple: CEI 61000-6-1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-15: Techniques d'essai et de mesure – Flickermètre – Spécifications fonctionnelles et de conception

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61000 traite des spécifications fonctionnelles et de conception d'un appareil mesurant le flicker, destiné à indiquer le niveau correct de perception du flicker du flux lumineux (le flicker) pour toutes les formes d'ondes de fluctuation de la tension rencontrées dans la pratique. On y présente des informations permettant de construire un tel instrument. Une méthode d'évaluation de la sévérité du flicker est fournie à partir des résultats obtenus avec des flickermètres en conformité avec cette norme.

~~La présente section s'appuie sur les spécifications préparées par le comité d'étude «Perturbations» de l'Union Internationale d'Electrothermie (UIE) publiées en 1992. En conséquence, les spécifications du flickermètre figurant dans cette section ne concernent que des mesures effectuées sous 230 V et 50 Hz; les spécifications se rapportant à d'autres tensions et d'autres fréquences sont à l'étude.~~

Les spécifications du flickermètre dans cette partie concernent uniquement les mesures des entrées de 120 V et 230 V, 50 Hz et 60 Hz. Les caractéristiques de certaines lampes à incandescence pour d'autres tensions sont suffisamment similaires aux valeurs des Tableaux 1 et 2 pour que l'utilisation d'un facteur de correction puisse être appliquée à ces autres tensions. Certains de ces facteurs de correction sont fournis à l'Annexe B. Des spécifications détaillées pour des tensions et des fréquences autres que celles données ci-dessus sont à l'étude.

L'objet de la présente partie de la CEI 61000 est de fournir les informations nécessaires à la conception et à la réalisation d'un flickermètre analogique ou numérique. Elle ne spécifie pas les valeurs limites tolérables du flicker.

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 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai A: Froid*~~

~~CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*~~

~~CEI 60068-2-3:1969, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*~~

~~CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*~~

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

CEI 61000-3-3~~:1994~~, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

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

~~CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*~~

~~CEI 61000-4-3:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*~~

~~CEI 61000-4-4:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*~~

~~CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essai d'immunité aux ondes de choc*~~

~~CEI 61000-4-6:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*~~

~~CEI 61000-4-8:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 8: Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*~~

~~CEI 61000-4-9:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 9: Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel*~~

~~CEI 61000-4-11:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 11: Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*~~

~~CEI 61000-4-12:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 12: Essai d'immunité aux ondes oscillatoires*~~

CEI 61010-1~~:1990~~, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61326-1~~:1997~~, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*

~~CEI 61326-10, *Matériels électriques de mesure de commande et de laboratoire – Prescriptions relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 10: Prescriptions particulières pour les matériels utilisés sur des sites industriels*~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

3 Paramètres et symboles

3.1 Paramètres mesurés directement et caractéristiques

3.1.1 Généralités

Les exemples à l'Annexe B, les Figures B.2a et B.2b, B.2c et B.2d sont destinés à aider les fabricants de flickermètres dans la mise en œuvre correcte pour la détermination des paramètres spécifiés dans cet article.

3.1.2 Valeur efficace de demi-période de la tension

U_{hp}

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

3.1.3 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période

$U_{hp}(t)$

Sont les caractéristiques en fonction du temps de la valeur efficace de demi-période, déterminées à partir de valeurs successives de U_{hp}, voir également les exemples dans l'Annexe B.

3.1.4 Caractéristiques de la valeur efficace de demi-période relatives

$d_{hp}(t)$

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

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

3.1.5 Tension en régime permanent et caractéristiques de variation de tension

Ce paragraphe définit l'évaluation des valeurs de tensions efficaces de demi-période dans le temps. Deux conditions de base sont reconnues, qui sont des périodes où la tension reste stable et des périodes où des variations de tension se produisent.

Une condition de régime permanent existe lorsque la tension U_{hp} reste dans la bande de tolérance spécifiée de ±0,2 % pendant un minimum de 100/120 demi-périodes (50 Hz/60 Hz) de la fréquence fondamentale.

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

Alors que la mesure pendant un essai progresse et qu'un régime permanent reste présent, la valeur moyenne de 1 seconde de lissage U_{hp_avg} de U_{hp} est déterminée, c'est-à-dire que les 100 (120 pour 60 Hz) dernières valeurs de U_{hp} sont utilisées pour calculer U_{hp_avg}. Cette valeur U_{hp_avg} est utilisée par la suite pour déterminer si, oui ou non, le régime permanent se poursuit, et c'est également la référence pour la détermination de d_c et de d_{max} dans le cas où une variation de tension se produit.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

Pour la détermination d'un «d_c» de nouveau régime permanent après qu'une variation de tension s'est produite, une première valeur $d_{start_i} = d_{hp}(t = t_{start})$ est utilisée. Une bande de tolérance de ±0,002 U_n (±0,2 % de U_n) est déterminée autour de cette valeur. Le régime permanent est considéré comme présent si $U_{hp}(t)$ ne sort pas de la bande de tolérance pendant 100 demi-périodes consécutives (120 pour 60 Hz) de la fréquence fondamentale.

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

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

La dernière valeur dans la bande de tolérance est indiquée par $d_{end_i} = d_{hp}(t = t_{x-1})$. La valeur $d_{hp}(t = t_x)$ est utilisée en tant que valeur de départ pour la détermination du $d_{c_{i+1}} (= d_{start_{i+1}})$ du régime permanent suivant.

Si une quelconque valeur $d_{hp}(t > t_x)$ sort de la bande de tolérance avant les 100/120 demi-périodes requises pour l'établissement du régime permanent, cette nouvelle valeur U_{hp} est utilisée en tant que valeur de départ pour la détermination de $d_{c_{i+1}}$ du régime permanent suivant. Ainsi, un nouveau régime permanent est présent à l'instant où U_{hp_avg} peut être déterminée.

3.1.6 Variation de tension en régime permanent

d_c

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

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

3.1.7 Variation maximale de tension pendant une caractéristique de variation de tension

d_{max_i}

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

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

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

3.1.8 Variation maximale de tension en régime permanent pendant une période d'observation

d_c

La valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs d_c, observée pendant une période d'observation, est appelée d_c.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

$$d_c = \max_i(|d_{c_i}|)$$

3.1.9 Variation maximale de tension absolue pendant une période d'observation

d_{max}

La valeur absolue la plus élevée de toutes les valeurs d_{max_i}, observée pendant une période d'observation, est appelée d_{max}

$$d_{max} = \max_i(|d_{max_i}|)$$

3.1.10 Ecart de tension

***d*(*t*)**

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

$$d(t) = d_{end_{i-1}} - d_{hp}(t)$$

La polarité est optionnelle. Si la polarité est indiquée, une chute de tension est considérée comme étant une valeur positive.

NOTE L'évaluation des limites de $d(t)$ dans la CEI 61000-3-3 avec la limite maximale autorisée de 3,3 % pour jusqu'à 500 ms est généralement destinée à évaluer le motif du courant d'appel de l'équipement soumis aux essais. Ainsi, dès qu'une nouvelle valeur U_{hp_avg} est établie, l'évaluation de $d(t)$ est terminée. Lorsqu'une nouvelle variation de tension se produit, une nouvelle évaluation de $d(t)$ débute. La durée maximale pendant laquelle $d(t)$ dépasse la valeur limite de 3,3 %, pour l'une quelconque des évaluations individuelles de $d(t)$ pendant la période d'observation, est utilisée pour la comparaison avec la limite de 500 ms, et elle est rapportée pour l'essai.

3.1.11 Tension centrale

U_c

La tension autour de laquelle le motif de modulation est centré, telle que requise pour la méthode d'essai de classification, ou les essais d'étalonnage périodiques selon 6.3, Tableau 5.

3.2 Symboles

T_{short} intervalle de temps à court terme pour l'évaluation de P_{st}

NOTE Sauf spécification contraire, l'intervalle à court terme T_{short} est de 10 min.

P_{st} sévérité du flicker à court terme

NOTE Sauf spécification contraire, le temps d'évaluation de P_{st} est de 10 min. Pour les études de qualité de tension, d'autres intervalles de temps peuvent être utilisés, et il convient qu'il soient définis dans l'index. Il convient d'écrire, par exemple, un intervalle de 1 min sous la forme $P_{st,1m}$.

T_{long} intervalle de temps à long terme pour l'évaluation de P_{lt}, qui est toujours un multiple entier de l'évaluation de sévérité du flicker à court terme P_{st}

NOTE Sauf spécification contraire, l'intervalle à long terme T_{long} est de 12 × 10 min, c'est-à-dire 2 h. Pour les études de qualité de tension, d'autres intervalles de temps peuvent être utilisés.

P_{lt} sévérité du flicker à long terme

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

où P_{st_i} (i = 1, 2, 3, ...) sont des lectures consécutives de la sévérité à court terme P_{st}.

NOTE Sauf spécification contraire, P_{lt} est calculé sur des périodes T_{long} discrètes. A la fin de chaque période T_{long}, un nouveau calcul de P_{lt} débute.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

P_{inst}	sensation instantanée de flicker
	NOTE Dans l'édition précédente de cette norme, cette sortie était appelée "Sortie 5".
$P_{inst,max}$	valeur crête de la sensation instantanée de flicker P_{inst} mesurée pendant la période d'observation
P_{lin}	signal de variation de tension démodulé, après passage par le module 3 du flickermètre
U_{hp}	valeur efficace de demi-période de la tension
$U_{hp\text{-}avg}$	moyenne de 1 seconde de lissage de U_{hp}
U_c	tension centrale
d_{hp}	valeur efficace de demi-période relative de la tension
d_c	variation maximale de tension en régime permanent pendant une période d'observation
$d(t)$	écart de tension
d_{max}	variation maximale de tension absolue pendant une période d'observation

~~3~~ 4 Description de l'instrument

~~3.1~~ 4.1 Généralités

~~La description ci-dessous concerne principalement une installation analogique.~~

La description ci-dessous est basée sur une mise en œuvre numérique du flickermètre. Des mises en œuvre analogiques sont autorisées pourvu qu'elles fournissent les mêmes résultats. Pour les essais de conformité et les études de qualité de tension, les résultats obtenus avec un instrument numérique, en conformité avec cette norme, sont définitifs.

L'architecture du flickermètre est illustrée par le schéma fonctionnel de la Figure ~~1~~ 2. On peut la diviser en deux parties réalisant chacune l'une des tâches suivantes:

– simulation de la réponse de la chaîne lampe-œil-cerveau;
– analyse statistique, en temps réel, du signal du flicker et présentation des résultats.

La première tâche est effectuée par les modules 2, 3 et 4 comme illustré à la Figure ~~1~~ 2, tandis que la seconde tâche est accomplie par le module 5.

~~3.2~~ 4.2 Module 1 – Adaptateur de tension d'entrée ~~et circuit de vérification de l'étalonnage~~

Ce module contient un ~~générateur de signaux utilisé pour vérifier l'étalonnage du flickermètre sur le site, ainsi qu'un~~ circuit d'adaptation de tension qui ramène, à un niveau interne de référence, ~~la valeur moyenne de la valeur efficace du fondamental de la tension d'entrée.~~ la tension à la fréquence secteur d'entrée comme défini en 5.3. Ce procédé permet d'effectuer des mesures du flicker, indépendamment du niveau réel de la tension de porteuse d'entrée, qui peuvent être exprimées en tant que rapport donné en pourcentage. ~~Des prises sur le transformateur d'entrée fixent les gammes convenables de la tension d'entrée afin de maintenir le signal d'entrée de l'adaptateur de tension à l'intérieur de la plage requise.~~

~~NOTE Pour les instruments numériques, la tension peut être adaptée en multipliant la tension d'entrée instantanée par 230 V, divisée par la tension d'entrée réelle moyennée sur 60 s.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

~~3.3~~ 4.3 Module 2 – ~~Démodulateur quadratique~~ Multiplicateur d'élévation au carré

Le rôle de ce module est de restituer la fluctuation de tension en élevant au carré la tension d'entrée ramenée au niveau de référence, simulant ainsi le comportement d'une lampe.

NOTE Ce multiplicateur, avec le filtre Butterworth dans le module 3, fonctionne en tant que démodulateur.

~~**3.4 Blocs 3 et 4 – Filtres de pondération, élévation au carré et lissage**~~

4.4 Module 3 – Filtres de pondération

Le module 3 est composé de deux filtres en cascade , qui peuvent être placés avant ou après le circuit de filtre sélectif. Le premier filtre passe-bas élimine ~~la composante continue de la tension de sortie du démodulateur quadratique ainsi que la composante d'ondulation résiduelle~~ de la sortie du démodulateur les composantes d'ondulation dont la fréquence est double de celle du ~~réseau.~~secteur.

Le filtre passe-haut (premier ordre, –3 dB à 0,05 Hz) peut être utilisé pour éliminer toute composante de tension continue. Les valeurs d'étalonnage dans les Tableaux 1a et 1b et Tableaux 2a et 2b, et le Tableau 5 d'essai de performance, comprennent l'effet de ce filtre passe-haut avec la fréquence de coupure de 0,05 Hz.

Le second filtre est un filtre de pondération qui simule ~~la combinaison de la réponse spectrale d'une lampe à remplissage de gaz inerte à filament bi-spirale (60 W – 230 V) avec la réponse de l'oeil humain pour des fluctuations sinusoïdales de tension. La fonction de transfert repose pour chaque fréquence sur le seuil de perceptibilité ressenti par 50 % des personnes soumises à l'expérience~~ la réponse en fréquence du système visuel humain aux fluctuations sinusoïdales de tension d'une lampe remplie de gaz à filament spiralé (60 W / 230 V et/ou 60 W / 120 V).

NOTE 1 La fonction de réponse est basée sur le seuil de perceptibilité trouvé à chaque fréquence par 50 % des personnes testées.

NOTE 2 Une lampe à filament de référence pour des réseaux de 100~~-130~~ V aurait une réponse en fréquence différente et nécessiterait un réglage correspondant du filtre de pondération. Les caractéristiques des lampes à décharge et à DEL sont totalement différentes, et des modifications importantes devraient être apportées aux Tableaux d'étalonnage dans cette norme si elles étaient prises en compte. Des facteurs de correction pour plusieurs combinaisons courantes tension/fréquence sont donnés à l'Article B.2.

NOTE 3 Seul le module 3 est basé sur la courbe limite de perceptibilité pour des fluctuations sinusoïdales de tension; la pondération correcte ~~des variations~~ de fluctuations non sinusoïdales et ~~aléatoires~~ arbitraires de tension est obtenue par un choix approprié de la fonction de transfert complexe pour les modules 3 et 4. Par conséquent, le fonctionnement correct du modèle a également été vérifié avec des signaux rectangulaires périodiques ainsi qu'avec des signaux transitoires. Certains de ces signaux sont illustrés dans l'Annexe B.

4.5 Module 4 – Elévation au carré et lissage

Le module 4 est composé d'un ~~étage quadratique~~ multiplicateur d'élévation au carré et d'un filtre passe-bas du premier ordre. La perception humaine du flicker ~~à travers le système lampe-oeil-cerveau~~, à la fois par l'œil et le cerveau, pour des fluctuations de tension appliquées à la lampe de référence, est simulée par la réponse non linéaire combinée des modules 2, 3 et 4.

La sortie du module 4 représente la sensation instantanée de flicker P_{inst}.

~~3.5~~ 4.6 Module 5 – ~~Evaluation~~ Analyse statistique en temps réel

Le module 5 ~~contient un microprocesseur qui~~ effectue une analyse en temps réel du niveau de flicker, permettant ainsi le calcul direct de paramètres d'évaluation importants.

Une interface appropriée, soit avec des signaux analogiques, soit avec un transfert de données numériques, permet la présentation et l'enregistrement des données. Ce module a pour objet de déduire des indications de sévérité de flicker par une analyse statistique. Cette analyse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

statistique, effectuée en temps réel par le module 5, doit être effectuée en échantillonnant le niveau de signal de flicker instantané et en subdivisant ~~l'amplitude du signal de niveau du flicker~~ ces échantillons en un nombre approprié de classes. ~~Le signal de niveau du flicker est échantillonné à une fréquence constante.~~

Chaque fois que la valeur ~~adéquate~~ applicable est atteinte, le compteur de la classe correspondante est incrémenté de 1. De cette manière, on obtient la fonction de distribution ~~des échantillons du signal d'entrée~~ de fréquence des valeurs de P_{inst}. En choisissant une fréquence d'échantillonnage ~~égale à au moins deux fois la fréquence maximale du flicker~~ suffisamment élevée, le résultat final à la fin de l'intervalle de mesure représente la distribution de la durée du niveau de flicker dans chaque classe. En additionnant les contenus des compteurs de toutes les classes et en exprimant le total de chaque classe par rapport au total général, on obtient la fonction de densité de probabilité des niveaux de flicker.

A partir de cette fonction, la fonction de probabilité cumulée est obtenue, laquelle est à son tour utilisée dans la méthode statistique d'analyse de la durée pendant laquelle un niveau donné est atteint. La Figure ~~2~~ 3 représente schématiquement la méthode d'analyse statistique, limitée ~~à 10 catégories, pour simplifier la présentation~~ par souci de simplicité à seulement 15 classes dans le calcul de P_{st}, pour un essai de performance utilisant le réglage de modulation de 1 788 % (c'est-à-dire, un facteur k = 2) à 39 CPM (0,325 Hz), pour une valeur P_{st} cible de 2,000 comme défini en 6.2 et le Tableau 5 pour 230 V/50 Hz.

La fonction de probabilité cumulée utilisée permet d'obtenir des valeurs statistiques significatives comme la moyenne, l'écart type, le niveau de flicker dépassé pendant un pourcentage de temps donné, ou inversement, le pourcentage de temps pendant lequel un niveau déterminé de flicker a été dépassé.

~~La période d'observation est définie par deux intervalles de temps ajustables: T_{court} et T_{long}.~~

~~L'intervalle T_{long} définit le temps total d'observation. Il est toujours un multiple de l'intervalle court:~~

$$\cancel{(T_{long} = n \times T_{court})}$$

Pour un traitement en temps réel, immédiatement à la fin de chaque intervalle de temps court, l'analyse statistique de l'intervalle suivant débute et les résultats pour l'intervalle qui vient de s'achever sont disponibles pour être délivrés. De cette manière, *n* analyses de temps court seront disponibles pour une période d'observation T_{long} donnée avec les résultats pour l'intervalle total. ~~Il convient que les relevés de la fonction de probabilité cumulative soient effectués de préférence en utilisant une échelle de répartition gaussienne standard.~~

~~3.6~~ 4.7 Sorties

~~3.6.1~~ 4.7.1 Généralités

Le diagramme du flickermètre à la Figure ~~1~~ 2 montre un certain nombre de sorties ~~situées entre les blocs 1 et 5~~ obligatoires. Les sorties marquées d'un astérisque ne sont pas indispensables et permettent d'utiliser pleinement les potentialités de l'instrument pour les recherches portant sur les fluctuations de tension. D'autres sorties optionnelles peuvent être envisagées.

~~3.6.2 Sortie 1~~

~~Le but de la sortie facultative 1 et du mesureur de valeur efficace associé est de permettre de suivre l'évolution de la forme de la fluctuation de tension à partir des variations de la valeur efficace de la tension d'entrée. Cela peut être réalisé par élévation au carré, par intégration entre les passages par zéro de chaque alternance et par extraction de la racine carrée du signal.~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV

~~En vue d'observer de petites variations de tension avec une résolution satisfaisante, il convient de procéder à une compensation de la composante continue.~~

~~**3.6.3 Sortie 2**~~

~~La sortie 2 est facultative. Elle est principalement destinée au contrôle de la réponse du bloc 3 et à son réglage.~~

~~**3.6.4 Sortie 3**~~

~~La sortie 3 est facultative. Elle donne une indication linéaire instantanée de la variation de tension relative $\Delta V/V$ exprimée en pourcentage équivalent à une modulation d'onde sinusoïdale de 8,8 Hz. Cette sortie est utile pour permettre la sélection de la gamme de mesure convenable.~~

~~**3.6.5 Sortie 4**~~

~~La sortie 4 est facultative. Elle donne l'intégrale sur 1 min de la sensation instantanée du flicker.~~

~~**3.6.6 Sortie 5**~~

~~La sortie 5 est obligatoire. Elle représente la sensation de flicker instantanée et peut être reproduite sur un enregistreur à rouleau de papier si on veut une évaluation immédiate du flicker sur le site ou, dans le cas de mesures de longue durée, sur une bande magnétique pour un traitement ultérieur.~~

~~**3.6.7 Sortie 6**~~

~~La sortie 6 du bloc 5 est obligatoire. Elle est connectée à une interface série numérique utilisée pour une imprimante et un enregistreur magnétique à bande. Des relevés analogiques de la fonction de probabilité cumulative peuvent être obtenus directement à partir de ce bloc en utilisant une interface de conversion numérique-analogique supplémentaire.~~

4.7.2 Sortie P_{lin}

La sortie P_{lin} est optionnelle et principalement destinée à réduire à un minimum le flicker. Cette sortie est corrélée linéairement avec les variations de la tension d'entrée.

4.7.3 Sortie P_{inst}

Cette sortie, autrefois appelée sortie 5, est obligatoire; elle représente la sensation de flicker instantanée et peut être enregistrée pour un traitement ultérieur. Elle doit être fournie en tant que signal analogique ou par l'intermédiaire d'une interface numérique. Dans les essais selon les Tableaux 1 et 2, la valeur maximale de P_{inst} est observée.

4.7.4 Sortie P_{st}

La sortie P_{st} dans le module 5 est obligatoire.

4.7.5 Sortie P_{lt}

La sortie P_{lt} est obligatoire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE

4.7.6 Sorties du d-mètre

Pour les essais de conformité selon la CEI 61000-3-3 ou la CEI 61000-3-11, il est nécessaire que les paramètres mesurés directement d_c, d_{max} et $d(t)$ soient disponibles. Les paramètres d_c, d_{max} et $d(t)$ ne sont pas obligatoires pour l'évaluation de flicker à court terme ou à long terme. Le paramètre U_{hp} n'est nécessaire pour aucun essai de conformité ni pour aucune évaluation de flicker, mais peut être nécessaire à des fins d'étalonnage.

Les sorties – soit sous forme de signal analogique, soit au format de données numériques – doivent être fournies pour d_c, d_{max} et $d(t)$, et il est recommandé de disposer également d'une sortie pour U_{hp}.

4 5 Spécifications

~~4.1 Réponse analogique~~

~~La réponse analogique globale prise au niveau de la sortie du bloc 4 par rapport à l'entrée de l'instrument est donnée respectivement dans les tableaux 1 et 2 pour des fluctuations de tension sinusoïdales et rectangulaires. L'obtention de la valeur 1 à partir du bloc 4 correspond au seuil de perceptibilité humain de référence du flicker. La réponse est centrée à 8,8 Hz dans le cas d'une modulation sinusoïdale.~~

~~La précision prescrite est atteinte si les valeurs d'entrée, dans le cas d'une modulation sinusoïdale ou rectangulaire, sont dans les limites de ± 5 % des valeurs présentées sous forme de tableaux pour une valeur de sortie égale à une unité de perceptibilité.~~

~~Tableau 1 – Réponse normalisée d'un flickermètre pour des fluctuations sinusoïdales de la tension~~
~~(amplitude relative de la fluctuation de la tension d'entrée $\Delta V/V$ pour une unité de perceptibilité en sortie)~~

~~Hz~~	~~Fluctuation de tension %~~	~~Hz~~	~~Fluctuation de tension %~~
~~0,5~~	~~2,340~~	~~9,5~~	~~0,254~~
~~1,0~~	~~1,432~~	~~10,0~~	~~0,260~~
~~1,5~~	~~1,080~~	~~10,5~~	~~0,270~~
~~2,0~~	~~0,882~~	~~11,0~~	~~0,282~~
~~2,5~~	~~0,754~~	~~11,5~~	~~0,296~~
~~3,0~~	~~0,654~~	~~12,0~~	~~0,312~~
~~3,5~~	~~0,568~~	~~13,0~~	~~0,348~~
~~4,0~~	~~0,500~~	~~14,0~~	~~0,388~~
~~4,5~~	~~0,446~~	~~15,0~~	~~0,432~~
~~5,0~~	~~0,398~~	~~16,0~~	~~0,480~~
~~5,5~~	~~0,360~~	~~17,0~~	~~0,530~~
~~6,0~~	~~0,328~~	~~18,0~~	~~0,584~~
~~6,5~~	~~0,300~~	~~19,0~~	~~0,640~~
~~7,0~~	~~0,280~~	~~20,0~~	~~0,700~~
~~7,5~~	~~0,266~~	~~21,0~~	~~0,760~~
~~8,0~~	~~0,256~~	~~22,0~~	~~0,824~~
~~8,8~~	~~0,250~~	~~23,0~~	~~0,890~~
		~~24,0~~	~~0,962~~
		~~25,0~~	~~1,042~~

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
PREVIEW

Tableau 2 – Réponse normalisée d'un flickermètre pour des fluctuations rectangulaires de la tension
(amplitude relative de la fluctuation de la tension d'entrée $\Delta V/V$ pour une unité de perceptibilité en sortie)

Hz	Fluctuation de tension %	Hz	Fluctuation de tension %
0,5	0,514	9,5	0,200
1,0	0,471	10,0	0,205
1,5	0,432	10,5	0,213
2,0	0,401	11,0	0,223
2,5	0,374	11,5	0,234
3,0	0,355	12,0	0,246
3,5	0,345	13,0	0,275
4,0	0,333	14,0	0,308
4,5	0,316	15,0	0,344
5,0	0,293	16,0	0,376
5,5	0,269	17,0	0,413
6,0	0,249	18,0	0,452
6,5	0,231	19,0	0,498
7,0	0,217	20,0	0,546
7,5	0,207	21,0	0,586
8,0	0,201	22,0	0,604
8,8	0,199	23,0	0,680
		24,0	0,743

4.2 Transformateur d'entrée

Le transformateur de tension d'entrée doit accepter une large gamme de tensions de réseau nominales et les adapter au niveau maximal compatible avec le bon fonctionnement des circuits suivants. Les tensions les plus couramment retenues, dans l'hypothèse d'une déviation de –30 % à +20 %, sont énumérées dans le tableau 3.

Tableau 3 – Plage des tensions d'entrée assignées

Tension d'entrée assignée V eff.	– 30 % V eff.	+ 20 % V eff.
5	40	68
77	70	120
1	80,	138
00	5	152
1	89	192
15	112	264
1	154	276
27	161	288
1	168	456
60	266	504
2	294	
20		
2		
30		
2		
40		
3		
80		
4		
20		

La plage totale prescrite doit, par conséquent, aller de 40 V eff. à 504 V eff.

Il est souhaitable de limiter à des valeurs de 1 à 3,5 l'excursion maximale des variations de la tension secondaire. Il convient que le transformateur possède, par conséquent, au moins deux prises intermédiaires. Il convient que le rapport de transformation du primaire au secondaire soit de $504/V_R$ et que les rapports de transformation des prises intermédiaires soient de $276/V_R$ et $138/V_R$. On désigne par V_R le niveau de référence de la porteuse (voir 4.3).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61000-4-15:2010 RLV
REDLINE