IEEE Standards

IEEE Std 1453™-2004
(Adoption of IEC 61000-4-15:1997 +
IEC 61000-4-15:2003)

1453™

IEEE Recommended Practice for Measurement and Limits of Voltage Fluctuations and Associated Light Flicker on AC Power Systems

IEEE Power Engineering Society

Sponsored by the
Transmission and Distribution Committee

IEEE

3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA

31 March 2005

Print: SH95274
PDF: SS95274

--`,,`,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

and Electronics Engineers, Inc.
IEEE
nitted without license from IHS
Not for Resale

Recognized as an
American National Standard (ANSI)

IEEE Std 1453™-2004
(Adoption of IEC 61000-4-15:1997 +
IEC 61000-4-15:2003)

IEEE Recommended Practice for Measurement and Limits of Voltage Fluctuations and Associated Light Flicker on AC Power Systems

Sponsor

Transmission and Distribution Committee
of the
IEEE Power Engineering Society

Approved 23 September 2004

IEEE-SA Standards Board

Approved 2 February 2005

American National Standard Institute

Abstract: Voltage fluctuations on electric power systems sometimes give rise to noticeable illumination changes from lighting equipment. This phenomenon is often referred to as flicker, lamp flicker, and sometimes voltage flicker. This recommended practice provides specifications for measurement of this phenomenon and recommends acceptable levels for 120 V, 60 Hz and 230 V, 50 Hz AC electric power systems. It does not make any flicker emission specifications for certification of individual products manufactured for use on these systems.
Keywords: flicker, illumination, lamp flicker, voltage flicker, voltage fluctuations

---

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA

Copyright © 2005 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
All rights reserved. Published 31 March 2005. Printed in the United States of America.

IEEE is a registered trademark in the U.S. Patent & Trademark Office, owned by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated.

Print: ISBN 0-7381-4482-7 SH95274
PDF: ISBN 0-7381-4483-5 SS95274

No part of this publication may be reproduced in any form, in an electronic retrieval system or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

IEEE Standards documents are developed within the IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board. The IEEE develops its standards through a consensus development process, approved by the American National Standards Institute, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of the Institute and serve without compensation. While the IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, the IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards.

Use of an IEEE Standard is wholly voluntary. The IEEE disclaims liability for any personal injury, property or other damage, of any nature whatsoever, whether special, indirect, consequential, or compensatory, directly or indirectly resulting from the publication, use of, or reliance upon this, or any other IEEE Standard document.

The IEEE does not warrant or represent the accuracy or content of the material contained herein, and expressly disclaims any express or implied warranty, including any implied warranty of merchantability or fitness for a specific purpose, or that the use of the material contained herein is free from patent infringement. IEEE Standards documents are supplied "**AS IS**."

The existence of an IEEE Standard does not imply that there are no other ways to produce, test, measure, purchase, market, or provide other goods and services related to the scope of the IEEE Standard. Furthermore, the viewpoint expressed at the time a standard is approved and issued is subject to change brought about through developments in the state of the art and comments received from users of the standard. Every IEEE Standard is subjected to review at least every five years for revision or reaffirmation. When a document is more than five years old and has not been reaffirmed, it is reasonable to conclude that its contents, although still of some value, do not wholly reflect the present state of the art. Users are cautioned to check to determine that they have the latest edition of any IEEE Standard.

In publishing and making this document available, the IEEE is not suggesting or rendering professional or other services for, or on behalf of, any person or entity. Nor is the IEEE undertaking to perform any duty owed by any other person or entity to another. Any person utilizing this, and any other IEEE Standards document, should rely upon the advice of a competent professional in determining the exercise of reasonable care in any given circumstances.

Interpretations: Occasionally questions may arise regarding the meaning of portions of standards as they relate to specific applications. When the need for interpretations is brought to the attention of IEEE, the Institute will initiate action to prepare appropriate responses. Since IEEE Standards represent a consensus of concerned interests, it is important to ensure that any interpretation has also received the concurrence of a balance of interests. For this reason, IEEE and the members of its societies and Standards Coordinating Committees are not able to provide an instant response to interpretation requests except in those cases where the matter has previously received formal consideration. At lectures, symposia, seminars, or educational courses, an individual presenting information on IEEE standards shall make it clear that his or her views should be considered the personal views of that individual rather than the formal position, explanation, or interpretation of the IEEE.

Comments for revision of IEEE Standards are welcome from any interested party, regardless of membership affiliation with IEEE. Suggestions for changes in documents should be in the form of a proposed change of text, together with appropriate supporting comments. Comments on standards and requests for interpretations should be addressed to:

Secretary, IEEE-SA Standards Board

445 Hoes Lane

Piscataway, NJ 08854

USA

NOTE—Attention is called to the possibility that implementation of this standard may require use of subject matter covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. The IEEE shall not be responsible for identifying patents for which a license may be required by an IEEE standard or for conducting inquiries into the legal validity or scope of those patents that are brought to its attention.

Authorization to photocopy portions of any individual standard for internal or personal use is granted by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., provided that the appropriate fee is paid to Copyright Clearance Center. To arrange for payment of licensing fee, please contact Copyright Clearance Center, Customer Service, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA; +1 978 750 8400. Permission to photocopy portions of any individual standard for educational classroom use can also be obtained through the Copyright Clearance Center.

--`,,```,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Introduction

This introduction is not part of IEEE Std 1453-2004, IEEE Recommended Practice for Measurement and Limits of Voltage Fluctuations and Associated Light Flicker on AC Power Systems.

Voltage fluctuations on electric power systems sometimes give rise to noticeable illumination changes from lighting equipment. The frequency of these voltage fluctuations is much less than the 50 Hz or 60 Hz supply frequency; however, they may occur with enough frequency and magnitude to cause irritation for people observing the illumination changes. This phenomenon is often referred to as flicker, lamp flicker, and sometimes voltage flicker. Often times, the terms have been used interchangeably. For many years, IEEE Std 141™-1993 and IEEE Std 519™-1992 have contained charts showing allowable voltage fluctuations. These charts in IEEE Std 141-1993 and IEEE Std 519-1992 show allowable voltage change magnitude on the vertical axis and frequency of occurrence on the horizontal axis. Although it is unclear, they appear to be based on 60 Watt, 120 Volt incandescent lamps subjected to rectangular voltage fluctuations. The advent of high-power electronic utilization equipment and mitigation equipment has given rise to some very complex voltage fluctuations that are not easily handled by IEEE Std 141-1993 and IEEE Std 519-1992. For this reason, the IEEE has worked in close cooperation with the International Union for Electroheat (UIE) and the International Electrotechnical Commission (IEC) to enhance existing standards to include a broader part of the world community.

This recommended practice is based on specifications that were prepared by the Disturbances Working Group of the UIE and published in 1992 with the international agreement for the 120 V power system published in the UIE congress in 1996. Consequently, the flickermeter specifications in this standard relate only to measurements of 230 V, 50 Hz and 120 V, 60 Hz inputs; specifications for other voltages and other frequencies are under consideration.

Notice to users

Errata

Errata, if any, for this and all other standards can be accessed at the following URL: http://standards.ieee.org/reading/ieee/updates/errata/index.html. Users are encouraged to check this URL for errata periodically.

Interpretations

Current interpretations can be accessed at the following URL: http://standards.ieee.org/reading/ieee/interp/index.html.

Patents

Attention is called to the possibility that implementation of this standard may require use of subject matter covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. The IEEE shall not be responsible for identifying patents or patent applications for which a license may be required to implement an IEEE standard or for conducting inquiries into the legal validity or scope of those patents that are brought to its attention.

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Participants

At the time this recommended practice was completed, the Voltage Flicker Task Force had the following membership:

Larry Conrad, *Chair*
Reuben Burch, *Secretary*

Roger Bergeron
Richard Bingham
Richard Brown
Jim Burke
Pat Coleman
John Csomay
Fouad Dagher
Francesco Derosa
Andy Dettloff
Doug Dorr
Russ Ehrlich
Richard Evans
Tim Fink
Daniele Gallo
David Gilmer
Manuel Gonzalez
Erich Gunther
Edward Guro
Mark Halpin
Dennis Hansen
James Harries
Gil Hensley
Michael Higgins
Tim Hostetler
Bill Howe
Reza Iravani
Thomas Johansson
Mark Kempker
John Kennedy
Tom Key
Afroz Khan
Bill Kramer
Frank Lambert
Gene Lindholm
Michael Marz
John McClaine
Chris Melhorn
Stephen Middlekauf
Bill Montcrief
Allen Morinec
David Mueller
Ram Mukherji
John Nordstrum
Gregory Olson
Scott Peele
Henry Pinto
Gregory Rauch
Marek Reformat
Kurt Relm
Jacob Roiz
Kenneth Sedziol
Peter Shah
Mike Sheehan
Georges Simard
John Sperr
Jennifer Taylor
Mike Teachman
David Vannoy
Marek Waclawiak
Dan Ward
James Wikston
Charlie Williams
Peter Yan
Jeffery Yeo

The following members of the individual balloting committee voted on this standard. Balloters may have voted for approval, disapproval, or abstention.

William Ackerman
Gregory Ardrey
George Bartok
Stuart Bouchey
Joseph F. Buch
Vern Buchholz
Reuben Burch
Thomas Callsen
Larry Conrad
Tommy Cooper
Ronald Daqubert
Stephen Dare
Byron Davenport
Andrew Dettloff
Randall Dotson
Stephen Early
Amir El-Sheikh
Gary Engmann
Tom Ernst
Clifford Erven
Fredric Friend
Charles W.Grose
Randall Groves
Erik Guillot
Dennis Hansen
Glenn Hatanaka
Richard Hensel
Gilbert Hensley
Edward Horgan Jr.
Eric Hubbard
George Karady
John Kennedy
Henry Kientz
George N. Lester
Blane Leuschner
Peter Lips
Gregory Luri
Mark McGranaghan
Dean Mehlberg
Gary Michel
Frank Muench
Dan Mulkey
Scott Peele
Michael Pehosh
Thomas Pekarek
James Ruggieri
Daniel Sabin
Bob Saint
Surya Santoso
Kenneth Sedziol
Michael Sharp
Tom Short
David Singleton
Keith Stump
Reigh Walling
Daniel Ward
James Wilson
Donald W. Zipse

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.
Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

When the IEEE-SA Standards Board approved this standard on 23 September 2004, it had the following membership:

Don Wright, *Chair*
Steve M. Mills, *Vice Chair*
Judith Gorman, *Secretary*

Chuck Adams
Stephen Berger
Mark D. Bowman
Joseph A. Bruder
Bob Davis
Roberto de Marca Boisson
Julian Forster*
Arnold M. Greenspan
Mark S. Halpin
Raymond Hapeman
Richard J. Holleman
Richard H. Hulett
Lowell G. Johnson
Joseph L. Koepfinger*
Hermann Koch
Thomas J. McGean
Daleep C. Mohla
Paul Nikolich
T. W. Olsen
Ronald C. Petersen
Gary S. Robinson
Frank Stone
Malcolm V. Thaden
Doug Topping
Joe D. Watson

*Member Emeritus

Also included are the following nonvoting IEEE-SA Standards Board liaisons:

Satish K. Aggarwal, *NRC Representative*
Richard DeBlasio, *DOE Representative*
Alan Cookson, *NIST Representative*

Michael Fisher
IEEE Standards Project Editor

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Contents

1. Overview 1

1.1 Scope 1
1.2 Purpose 1

2. References 2

3. Definitions 2

4. Requirements for flicker measurement and acceptable flicker levels 3

4.1 Adoption of IEC 61000-4-15 3
4.2 Additional requirements 3

Annex A (informative) Brief history of voltage flicker limits in the United States 5

Annex B (informative) Application of Pst 8

Annex C (informative) Bibliography 9

Annex D (normative) IEC 61000-4-15 10

--`,,`,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

IEEE Recommended Practice for Measurement and Limits of Voltage Fluctuations and Associated Light Flicker on AC Power Systems

1. Overview

1.1 Scope

Voltage fluctuations on electric power systems sometimes give rise to noticeable illumination changes from lighting equipment. This phenomenon is often referred to as flicker, lamp flicker, and sometimes voltage flicker. This recommended practice provides specifications for measurement of this phenomenon and recommends acceptable levels for 120 V, 60 Hz and 230 V, 50 Hz AC electric power systems. It does not make any flicker emission specifications for certification of individual products manufactured for use on these systems.

1.2 Purpose

The purpose of this recommended practice is to provide basic information for the design of an analog or digital flicker measuring apparatus. This recommended practice also sets tolerable limit values for flicker severity.

Specifically, this recommended practice adopts the IEC 61000-4-15 for a functional 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 flicker meters complying with this recommended practice.

This recommended practice will supersede 3.9.2 and Figure 3-8 in IEEE Std 141™-1993 [B5][1] and 10.5.1 and Figure 10.3 in IEEE Std 519™-1992 [B6].

[1]The numbers in brackets correspond to those of the bibliography in Annex C.

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

2. References

This recommended practice shall be used in conjunction with the following publications. If these publications are superseded by an approved revision, the revision shall apply.

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

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 61000-3-5, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits—Section 5: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A.

IEC 61000-3-7, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 3: Limits—Section 7: Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems—Basic EMC publication.

3. Definitions

For the purposes of this recommended practice, the following terms and definitions apply. Most of these definitions are in IEC 61000-4-15. *The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms* [B4] should be referenced for terms not defined in this clause. Note specifically that definitions 3.2 through 3.5 are adopted within this document for consistency with the IEC 61000 series upon which this document is based; thus they may conflict with ANSI C84.1 [B1] and *The Authoritative Dictionary* [B4] accepted definitions.

3.1 compatibility level: The specified disturbance level used as a reference level in a specified environment for coordination in the setting of emission and immunity limits. This is normally taken as the level of Pst or Plt above which customer complaints are likely to occur. These levels are not used for assessing individual load compliance

3.2 extra high voltage (EHV): Voltage levels that are greater than 230 kV.

3.3 high voltage (HV): Voltage levels that are greater than 35 kV, but less than or equal to 230 kV.

3.4 low voltage (LV): Voltage levels that are less than or equal to 1 kV.

3.5 medium voltage (MV): Voltage levels that are greater than 1 kV, but less than or equal to 35 kV.

3.6 planning level: The level of a particular disturbance, in a particular environment, adopted as a reference value for the limits to be set for the emissions from large loads and installations, in order to coordinate those limits with all the limits adopted for equipment intended to be connected to the power supply system. In planning studies, this is the level of Pst or Plt used to assess the impact of adding fluctuating loads to the electric power system.

3.7 Plt: A measure of long-term perception of flicker obtained for a two-hour period. This value is made up of 12 consecutive Pst values per the following formula:

$$Plt = \sqrt[3]{\frac{1}{12} * \sum_{j=1}^{12} Pst_j^3}$$

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.8 Point of Common Coupling (PCC): The point on the MV, HV, or EHV bus on the electric power system electrically closest to a particular fluctuating load, at which point other loads are or could be connected.

3.9 Pst: A measure of short-term perception of flicker obtained for a ten-minute interval. This value is the standard output of the IEC flickermeter.

4. Requirements for flicker measurement and acceptable flicker levels

4.1 Adoption of IEC 61000-4-15

IEC 61000-4-15 is adopted and approved for use as IEEE Std 1453. IEC 61000-4-15 is incorporated directly into this document as normative Annex D.

4.2 Additional requirements

4.2.1 Statistical compliance

IEC 61000-3-7 indicates that probability levels are generally used for determining compatibility levels for compliance. Thus, for 95% probability and given the 1008 Pst intervals in a week, a connected load could exceed the recommended Pst value for 50 ten-minute intervals and still remain within compliance. It is preferred, however, that the 99% probability level be used; thus only 10 Pst intervals in a week could be exceeded and compliance maintained. These probability levels are based on cumulative distribution calculations. By setting flicker limits such that the planning levels are exceeded only a small percentage of the time, customer complaints and equipment malfunctions will be minimized. As a general guideline, Pst and Plt should not exceed the planning levels more than 1% of the time (99% probability level), with a minimum assessment period of one week.

4.2.2 Planning levels for flicker

For planning purposes, the flicker levels listed in Table 1 are recommended. These levels are to be used when evaluating the impact of fluctuating loads on the power system.

Table 1—Planning levels for Pst and Plt in MV, HV, and EHV power systems

	Planning levels	
	MV	HV–EHV
Pst	0.9	0.8
Plt	0.7	0.6

4.2.3 Compatibility levels for flicker

For LV and MV power systems, the flicker levels listed in Table 2 are recommended and are based on 95% probability levels. These are generally considered to be levels below which there will be no complaints due to voltage fluctuation.

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Table 2—Compatibility levels for Pst and Plt in LV and MV power systems

	Compatibility Levels
Pst	1.0
Plt	0.8

4.2.4 Acceptance of flicker causing loads to electric supply systems

Users should consider IEC 61000-3-3 for analyzing new fluctuating emissions to electric power systems. IEC 61000-3-3 presents the usage of shape factors to determine anticipated flicker levels for proposed loads on the power system. Recently, there has been some effort to develop software to allow the engineer to graphically analyze flicker levels due to fluctuating loads. These programs provide similar results to those obtained by utilizing shape factors, but the details of the calculation are hidden to the user. IEC 61000-3-7 proposes a three-stage method of evaluating acceptability of fluctuating loads and provides go/no-go limits such that design calculations can be minimized.

4.2.5 Maximum allowable voltage drop for infrequent events

The flickermeter is better suited for events that occur once per hour or more often. The limitations from IEEE Std 141-1993 [B5] and IEEE Std 519-1992 [B6] are still useful for infrequent events, such as a motor starting infrequently (1 start per day), or even as frequent as some residential air conditioning equipment. Therefore the allowable limits from IEEE Std 141-1993 [B5] have been provided in informative Annex A for guidance.

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annex A

(informative)

Brief history of voltage flicker limits in the United States

Figure A.1 is the flicker curve that North American utilities have used for many years, commonly referred to as the GE curve. The development method behind these curves is given in Brieger [B2]. Additional background information and a survey of North American utility flicker criteria are given in Walker [B15] and Seebald, et al [B10]. This recommended practice builds upon these previous methods. The advent of solid-state compensators and loads may produce modulation of the voltage magnitude that is more complex than what is envisioned by the original flicker curves. This recommended practice introduces an instrument based on IEC 61000-4-15 that more accurately accounts for these complexities.

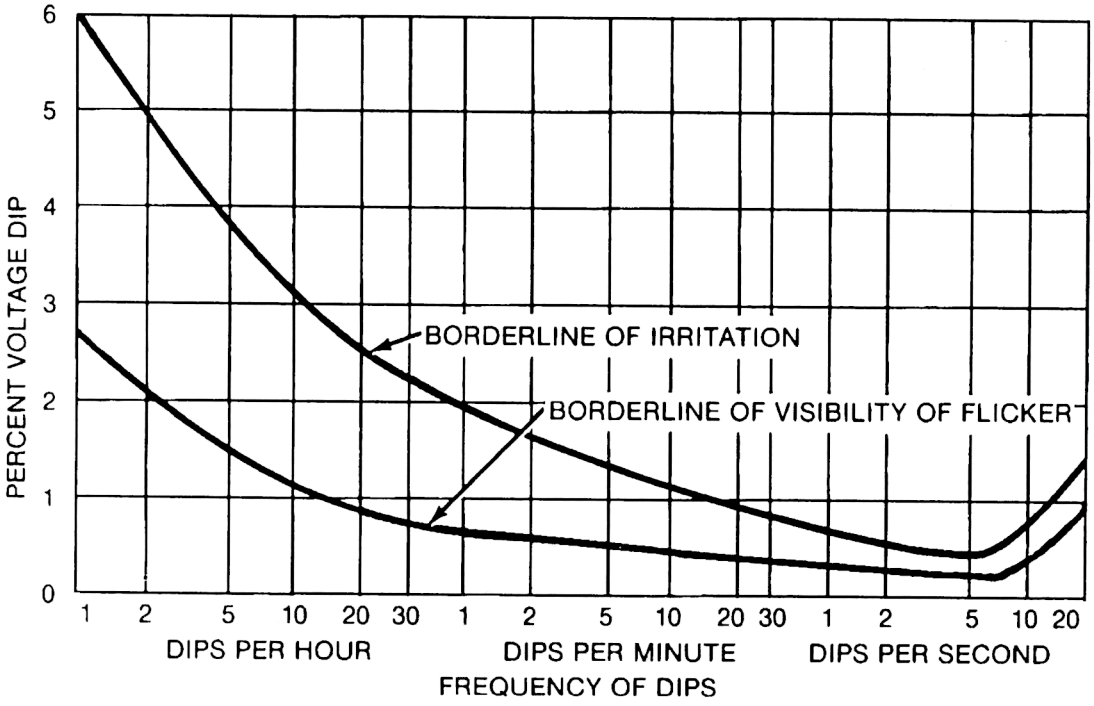


Figure A.1—Flicker tolerance curve from IEEE Std 141-1993/IEEE Std 519-1992

The 230 V and the 120 V IEC flickermeters are physiologically equivalent. The Pst = 1 pu curves for 120 V and 230 V lamps indicate the same degree of annoyance (borderline of irritation). They are both based on the use of a 60 W incandescent lamp. Studies have been performed with other wattage and type lamps. The related relative voltage changes are given in the following Table A.1 for rectangular modulation.

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Table A.1—Pst = 1 test points for rectangular voltage fluctuations, from [B3]

Col.1 Changes per minute	Col.2 Fluctuation Frequency Hz	Col.3 Pst=1 Relative voltage changes for unit flicker severity for 230 V lamps ΔV/V (%)	Col.4 Pst=1 Relative voltage changes for unit flicker severity for 120 V lamps ΔV/V (%)
0.1	0.000833	7.400	8.202
0.2	0.001667	4.580	5.232
0.4	0.003333	3.540	4.062
0.6	0.00500	3.200	3.645
1	0.00833	**2.724**	**3.166**
2	0.01667	**2.211**	**2.568**
3	0.02500	1.95	2.250
5	0.04167	1.64	1.899
7	0.05833	1.459	1.695
10	0.0833	1.29	1.499
22	0.1833	1.02	1.186
39	0.3250	**0.906**	**1.044**
38	0.4000	0.87	1.000
68	0.5667	0.81	0.939
110	0.9167	**0.725**	**0.841**
176	1.4667	0.64	0.739
273	2.2750	0.56	0.650
375	3.1250	0.50	0.594
480	4.0000	0.48	0.559
585	4.8750	0.42	0.501
682	5.6833	0.37	0.445
796	6.6333	0.32	0.393
1020	8.5000	0.28	0.350
1055	8.7917	0.28	0.351
1200	10.000	0.29	0.371
1390	11.583	0.34	0.438
1620	13.500	**0.402**	**0.547**
2400	20.000	0.77	1.051
2875	23.9583	1.04	1.49

Table A.1 supersedes flicker charts in IEEE Std 519-1992 [B6] and IEEE Std 141-1993 [B5]. For comparison, the following Figure A.2 compares this recommended practice with the previous IEEE flicker standards. Work done by the UIE was subsequently adopted by the IEC. The UIE continues their efforts in this area as evidenced by their reference on the following graph.

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.
--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

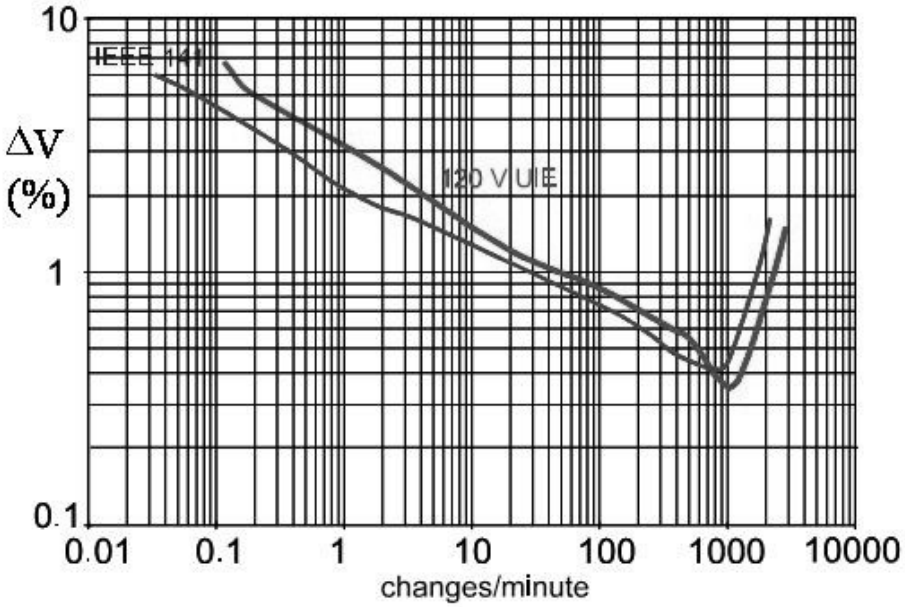


Figure A.2—Comparison of IEC 61000-4-15 and IEEE Std 141-1993 for irritation

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annex B

(informative)

Application of Pst

There are many issues relating to flicker evaluation and measurement implementation that require additional research. Some of these are the effect of interharmonics on flicker, the determination of flicker transfer coefficients from HV to LV electric power systems, aspects of a completely digital implementation, and others. Issues such as these will be addressed in future revisions of this recommended practice.

A detailed description of the flickermeter implementation and the evaluation of the connection of fluctuating loads to the electric power system can be found in numerous references ([B7], [B11], [B12], [B13], [B14]).

A recent paper included a survey of Pst limits used by a variety of different countries (Koch and Sakulin [B8]). NRS-048-2:1996 [B9] is a specific national standard for one of these countries.

The IEC has published a series of standards (IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-5, IEC 61000-3-7) based on the Pst evaluation of flicker. IEC 61000-3-3 describes the allowable voltage fluctuations generated by equipment with a current rating less than 16 amperes. IEC 61000-3-5 describes the allowable voltage fluctuations generated by equipment with a current rating greater than 16 amperes. IEC 61000-3-7 describes the allowable voltage fluctuations in medium voltage, high voltage, and extra high voltage electric power systems and the allowable emissions of voltage fluctuations generated by each fluctuating load connected to the electric power system.

The application of shape factor allows the effect of loads with voltage fluctuations other than rectangular to be evaluated in terms of Pst values and is described in IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-7, and IEEE PES 01TP151 [B3].

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annex C

(informative)

Bibliography

[B1] ANSI C84-1, American National Standard for Electric Power Systems And Equipment—Voltage Ratings

[B2] Brieger, Lawrence, "Effect of Voltage Dip Duration on Cyclic Light Flicker," AIEE, August 1951, p 685-689.

[B3] IEEE PES 01TP151 "Tutorial on Voltage Fluctuations and Lamp Flicker in Electric Power Systems."

[B4] IEEE 100, *The Authoritative Dictionary of IEEE Standard Terms*, Seventh Edition, New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.[2]

[B5] IEEE Std 141-1993, IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants —Red Book.

[B6] IEEE Std 519-1992, IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems.

[B7] IEEE P1453 TF Paper, "Voltage and Lamp Flicker Issues: Should the IEEE Adopt the IEC Approach?," *IEEE Transactions on Power Delivery,* Vol. 18, Issue 3, July, 2003, pp1088-1097.

[B8] Koch, R.G., and M. Sakulin, "Utility Planning Considerations For Flicker Producing Loads," First South African Power Quality Conference, Durban South Africa, May 1997.

[B9] NRS-048-2: 2004, Electricity Supply—Quality Of Supply—Part 2: Voltage Characteristics, Compatibility Levels, Limits, and Assessment Methods, 2004, South Africa.

[B10] Seebald, R. C., J. F. Buch, and D. J. Ward, "Flicker Limitations of Electric Utilities," *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems,* Vol. PAS-104, No. 9, September 1985, pp. 2627-2631.

[B11] UIE WG Disturbances, Connection of Fluctuating Loads, July 1988.

[B12] UIE WG Disturbance, Flicker Measurement and Evaluation, 1986.

[B13] UIE WG Disturbances, Flicker Measurement and Evaluation, Second Revised Edition 1991.

[B14] UIE Power Quality Working Group WG2, Guide To Quality of Electrical Supply For Industrial Installations, Part 5: Flicker, First UIE Edition 1998.

[B15] Walker, M.K., "Electric Utility Flicker Limitations," *IEEE Transactions on Industry Applications,* Vol. IA-15, No. 6, pp. 644-655, Nov./Dec., 1979.

[2]The IEEE standards or products referred to in this annex are trademarks of the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annex D

(normative)

IEC 61000-4-15

Copyright © 2005 IEEE. All rights reserved.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61000-4-15

Edition 1.1

2003-02

Edition 1:1997 consolidée par l'amendement 1:2003
Edition 1:1997 consolidated with amendment 1:2003

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

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

Electromagnetic compatibility (EMC) –

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61000-4-15:1997+A1:2003

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

  Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**

  Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**

  Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

  Email: custserv@iec.ch
  Tél: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

  The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**

  This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**

  If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

  Email: custserv@iec.ch
  Tel: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

.

--`,,`,,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61000-4-15

Edition 1.1

2003-02

Edition 1:1997 consolidée par l'amendement 1:2003
Edition 1:1997 consolidated with amendment 1:2003

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

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

Electromagnetic compatibility (EMC) –

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

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE T

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

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 4
INTRODUCTION 6
1 Domaine d'application et objet 8
2 Références normatives 8
3 Description de l'instrument 10
3.1 Généralités 10
3.2 Module 1 – Adaptateur de tension d'entrée et circuit de vérification de l'étalonnage 10
3.3 Module 2 – Démodulateur quadratique 12
3.4 Modules 3 et 4 – Filtres de pondération, élévation au carré et lissage 12
3.5 Module 5 – Evaluation statistique en temps réel 12
3.6 Sorties 14
4 Spécifications 16
4.1 Réponse analogique 16
4.2 Transformateur d'entrée 18
4.3 Adaptateur de tension 20
4.4 Générateur interne de vérification de l'étalonnage 20
4.5 Démodulateur quadratique 20
4.6 Filtres de pondération 20
4.7 Réponse globale d'entrée en sortie de module 3 22
4.8 Sélecteur de gammes 22
4.9 Elévateur au carré et filtre passe-bas de lissage 24
4.10 Procédure générale d'analyse statistique 24
4.11 Limites de fonctionnement de l'appareil en température et humidité 26
5 Essais de performances 26
6 Spécifications d'essai de type et d'étalonnage 28
6.1 Généralités 28
6.2 Essais d'isolement et de compatibilité électromagnétique (provisoire) 28
6.3 Essais climatiques 30
Annexe A (normative) Techniques d'amélioration de la précision de l'évaluation du flicker 40
Annexe B (informative) Signification de $\Delta V/V$ et du nombre de variations de tension 44
Bibliographie 46
Figure 1 – Schéma fonctionnel du flickermètre de la CEI 36
Figure 2 – Représentation schématique de la méthode «permanence à un niveau donné» 38
Figure B.1 – Variation de tension rectangulaire $\Delta V/V$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 variations/seconde 44
Tableau 1 – Réponse normalisée d'un flickermètre pour des fluctuations sinusoïdales de la tension (amplitude relative de la fluctuation de tension d'entrée $\Delta V/V$ pour une unité de perceptibilité en sortie 5) 16
Tableau 2 – Réponse normalisée d'un flickermètre pour des fluctuations rectangulaires de la tension (amplitude relative de la fluctuation de tension d'entrée $\Delta V/V$ pour une unité de perceptibilité en sortie 5) 18
Tableau 3 – Plage des tensions d'entrée assignées 18
Tableau 4 – Relation entre les valeurs du sélecteur de gammes et les niveaux de sensation 24
Tableau 5 – Spécifications d'essais pour la classification du flickermètre 26
Tableau 6 – Essais d'isolement pour l'entrée et les raccordements à la source d'alimentation 32
Tableau 7 – Essais pour l'évaluation de l'immunité aux perturbations électromagnétiques 32
Tableau 8 – Valeurs indicatives des paramètres de lampes 22

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope and object 9
2 Normative references 9
3 Description of the instrument 11
3.1 General 11
3.2 Block 1 – Input voltage adaptor and calibration checking circuit 11
3.3 Block 2 – Square law demodulator 13
3.4 Blocks 3 and 4 – Weighting filters, squaring and smoothing 13
3.5 Block 5 – On-line statistical analysis 13
3.6 Outputs 15
4 Specification 17
4.1 Analogue response 17
4.2 Input transformer 19
4.3 Voltage adaptor 21
4.4 Internal generator for calibration checking 21
4.5 Squaring demodulator 21
4.6 Weighting filters 21
4.7 Overall response from input to output of block 3 23
4.8 Range selector 23
4.9 Squaring multiplier and sliding mean filter 25
4.10 General statistical analysis procedure 25
4.11 Temperature and humidity operating range of the instrument 27
5 Performance testing 27
6 Type test and calibration specifications 29
6.1 General 29
6.2 Insulation and electromagnetic compatibility tests (provisional) 29
6.3 Climatic tests 31

Annex A (normative) Techniques to improve accuracy of flicker evaluation 41
Annex B (informative) Meaning of $\Delta V/V$ and number of voltage changes 45
Bibliography 47

Figure 1 – Functional diagram of IEC flickermeter 37
Figure 2 – Basic illustration of the time-at-level method 39
Figure B.1 – Rectangular voltage change $\Delta V/V$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 changes/second 45

Table 1 – Normalized flickermeter response for sinusoidal voltage fluctuations (input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output 5) 17
Table 2 – Normalized flickermeter response for rectangular voltage fluctuations (input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output 5) 19
Table 3 – Ranges of rated input voltage 19
Table 4 – Relationship between the range selector values and sensation levels 25
Table 5 – Test specification for flickermeter classifier 27
Table 6 – Insulation tests for input and power supply connection 33
Table 7 – Immunity assessment tests to electromagnetic interference 33
Table 8 – Indicative values for the parameters of lamps 23

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

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

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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.

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

La présente version consolidée de la CEI 61000-4-15 est issue de la première édition (1997) [documents 77A/180/FDIS et 77A/190/RVD et de son amendement 1 (2003) [documents 77A/389/FDIS et 77A/399/RVD.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

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

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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.

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

This consolidated version of IEC 61000-4-15 is based on the first edition (1997) [documents 77A/180/FDIS and 77A/190/RVD and its amendment 1 (2003) [documents 77A/389/FDIS and 77A/399/RVD.

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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

Partie 6: Normes génériques
- Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 9: Divers

Chaque partie est, à son tour, subdivisée en sections qui seront publiées soit sous forme de normes internationales soit sous forme de rapports techniques.

Ces sections de la CEI 61000-4 seront publiées dans un ordre chronologique et numérotées en conséquence.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 sections which are to be published either as International Standards or as technical reports.

These sections of IEC 61000-4 will be published in chronological order and numbered accordingly.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

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

1 Domaine d'application et objet

La présente section de la CEI 61000-4 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.

Cette section s'appuie en partie sur les travaux du Groupe de Travail « Perturbations » de l'Union Internationale de l'Electrothermie (UIÉ), en partie sur les travaux d'IEEE et en partie sur les travaux effectués au sein de la CEI. Dans cette section, les spécifications du flickermètre ne concernent que des mesures effectuées sous 230 V, 50 Hz et des mesures effectuées sous 120 V, 60 Hz; les spécifications concernant d'autres tensions et d'autres fréquences sont à l'étude.

L'objet de la présente section est de fournir les informations nécessaires à la conception et à la réalisation d'un flickermètre analogique ou numérique. Il 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 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*

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

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

1 Scope and object

This section of IEC 61000-4 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 partly on work by the "Disturbances" Working Group of the International Union for Electroheat (UIE), partly on work of the IEEE, and partly on work within IEC itself. The flickermeter specifications in this section relate only to measurements of 230 V, 50 Hz inputs and 120 V, 60 Hz inputs; specifications for other voltages and other frequencies are under consideration.

The object of this section 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 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*

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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: Prescriptions générales*

CEI 61326-1:1997, *Matériels électriques de mesure de commande et de laboratoire – Prescriptions relatives à la CEM – Partie 1: Prescriptions 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* *

3 Description de l'instrument

3.1 Généralités

La description ci-dessous concerne principalement une installation analogique.

L'architecture du flickermètre est illustrée par le bloc diagramme de la figure 1. On peut la diviser en deux parties réalisant chacune l'une des tâches suivantes:

– simulation de la réponse de la chaîne lampe-oeil-cerveau;

– analyse statistique, en temps réel, du signal du flicker et présentation des résultats.

La première tâche est réalisée par les modules 2, 3 et 4 de la figure 1 et la seconde par le module 5.

3.2 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. Les mesures de flicker, exprimées par un rapport donné en pourcentage, peuvent être effectuées, de cette manière, indépendamment du niveau réel de la tension d'entrée. 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.

———————

* A publier.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61326-1:1997, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Electromagnetic compatibility (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 Description of the instrument

3.1 General

The description given below is based on an analogue implementation.

The flickermeter architecture is described by the block diagram of figure 1, and 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 of figure 1, while the second task is accomplished by block 5.

3.2 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. In this way flicker measurements can be made independently of the actual input carrier voltage level and 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.

———————

* To be published.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.3 Module 2 – Démodulateur quadratique

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

3.4 Modules 3 et 4 – Filtres de pondération, élévation au carré et lissage

Le module 3 se compose de deux filtres en cascade et d'un sélecteur de gamme de mesures, qui peut être placé avant ou après le circuit du filtre sélectif.

Le premier filtre élimine la composante continue de la tension de sortie du démodulateur quadratique ainsi que la composante d'ondulation résiduelle dont la fréquence est double de celle du réseau.

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 et/ou 60 W – 120 V) avec la réponse de l'œil 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.

NOTE Une lampe à filament servant de référence pour les réseaux 100 V aurait une réponse en fréquence différente et nécessiterait donc un réglage du filtre de pondération. Les caractéristiques des lampes à décharge sont totalement différentes; leur prise en compte nécessiterait des modifications plus profondes de cette norme.

Le module 4 est composé d'un étage quadratique et d'un filtre passe-bas du premier ordre. La sensation humaine de flicker à travers le système lampe-oeil-cerveau est simulée par la réponse non linéaire combinée des modules 2, 3 et 4.

Seul le module 3 est basé sur la courbe limite de perceptibilité des fluctuations sinusoïdales de tension; la pondération correcte des variations non sinusoïdales et aléatoires est obtenue par un choix convenable de la fonction complexe de transfert des modules 3 et 4. A cet effet, on a aussi vérifié que le fonctionnement de cet appareil est correct pour des signaux rectangulaires périodiques ainsi qu'avec des signaux transitoires.

La sortie du module 4 représente la sensation instantanée de flicker.

3.5 Module 5 – Evaluation statistique en temps réel

Le module 5 contient un microprocesseur qui effectue l'analyse du niveau de flicker, en temps réel, permettant ainsi le calcul direct des paramètres significatifs de l'évaluation.

Une interface appropriée permet la présentation des résultats et leur enregistrement. Elle sera utilisée lors de l'application de méthodes de mesures de la sévérité du flicker par une analyse statistique. Cette analyse statistique, effectuée en temps réel par le module 5, doit être conduite en subdivisant l'amplitude du signal de niveau du flicker en un nombre approprié de classes. Le signal de niveau du flicker est échantillonné à une fréquence constante.

Chaque fois qu'une valeur adéquate est atteinte, on incrémente d'une unité le compteur de la classe correspondante. On obtient, de cette manière, la fonction de distribution des échantillons du signal d'entrée. En choisissant une fréquence d'échantillonnage égale à au moins deux fois la fréquence maximale du flicker, le résultat final, au terme de la période de mesure, représente la distribution de la durée du niveau de flicker dans chaque classe. En additionnant le contenu 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, on obtient la fonction de probabilité cumulative utilisée dans la méthode statistique d'analyse de la durée pendant laquelle un niveau donné est atteint. La figure 2 illustre schématiquement la méthode d'analyse statistique limitée à 10 catégories, pour simplifier la présentation.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.3 Block 2 – Square law demodulator

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

3.4 Blocks 3 and 4 – Weighting filters, squaring and smoothing

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 filter eliminates the d.c. and double mains frequency ripple components of the demodulator output.

The second filter is a weighting filter block that simulates the frequency response 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. The response function is based on the perceptibility threshold found at each frequency by 50 % of the persons tested.

NOTE 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 lamps are totally different, and substantial modifications to this standard would be necessary if they were taken into account.

Block 4 is composed of a squaring multiplier and a first order low-pass filter. The human flicker sensation via lamp, eye and brain is simulated by the combined non-linear response of blocks 2, 3 and 4.

Block 3 alone is based on the borderline perceptibility curve for sinusoidal voltage fluctuations; the correct weighting of non-sinusoidal and stochastic 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.

The output of block 4 represents the instantaneous flicker sensation.

3.5 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 allows data presentation and recording. The use of this block is related to methods of deriving measurements of flicker severity by statistical analysis. The statistical analysis, performed on line by block 5 shall be made by subdividing the amplitude of the flicker level signal into a suitable number of classes. The flicker level signal is sampled at a constant rate.

Every time that the appropriate value occurs, the counter of the corresponding class is incremented by one. In this way, the frequency distribution function of the input values is obtained. By choosing a scanning frequency of at least twice the maximum flicker 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 is obtained the cumulative probability function used in the time-at-level statistical method. Figure 2 schematically represents the statistical analysis method, limited for simplicity of presentation to 10 classes.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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:

$$(T_{long} = n \times T_{court})$$

Dans le cas du traitement de données en temps réel, dès la fin de chacun des intervalles courts, l'analyse statistique de l'intervalle suivant commence, tandis que les résultats de l'intervalle terminé sont disponibles en sortie. De cette manière, les analyses de n T_{court} sont disponibles pour une période d'observation donnée T_{long} ainsi que les résultats de 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 Sorties

3.6.1 Généralités

Le bloc diagramme du flickermètre représenté à la figure 1 comporte plusieurs sorties situées entre les modules 1 et 5. Les sorties marquées d'un astérisque ne sont pas indispensables mais peuvent permettre une pleine utilisation des potentialités de l'instrument pour les recherches portant sur la fluctuation de tension. Ultérieurement, d'autres sorties optionnelles pourront 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.

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 module 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.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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:

$$(T_{long} = n \times T_{short})$$

For on-line processing, immediately after conclusion of each short time interval, the statistical analysis of the next interval is started and the results for the expired 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 Outputs

3.6.1 General

The flickermeter diagram in figure 1 shows a number of outputs between blocks 1 and 5. The outputs marked with an asterisk are not essential, but may allow a full exploitation of the instrument 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.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.6.7 Sortie 6

La sortie 6 du module 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 module en utilisant une interface de conversion numérique-analogique supplémentaire.

4 Spécifications

4.1 Réponse analogique

La réponse analogique globale prise au niveau de la sortie du module 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 module 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. Les tableaux 1 et 2 donnent des valeurs pour les réseaux 120 V/60 Hz et 230 V/50 Hz.

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 tension d'entrée $\Delta V/V$ pour une unité de perceptibilité en sortie 5)

Hz	Fluctuation de tension %		Hz	Fluctuation de tension %	
	Lampe 120 V réseau 60 Hz	Lampe 230 V réseau 50 Hz		Lampe 120 V réseau 60 Hz	Lampe 230 V réseau 50 Hz
0,5	2,457	2,340	10,0	0,339	0,260
1,0	1,463	1,432	10,5	0,355	0,270
1,5	1,124	1,080	11,0	0,374	0,282
2,0	0,940	0,882	11,5	0,394	0,296
2,5	0,814	0,754	12,0	0,420	0,312
3,0	0,716	0,654	13,0	0,470	0,348
3,5	0,636	0,568	14,0	0,530	0,388
4,0	0,569	0,500	15,0	0,593	0,432
4,5	0,514	0,446	16,0	0,662	0,480
5,0	0,465	0,398	17,0	0,737	0,530
5,5	0,426	0,360	18,0	0,815	0,584
6,0	0,393	0,328	19,0	0,897	0,640
6,5	0,366	0,300	20,0	0,981	0,700
7,0	0,346	0,280	21,0	1,071	0,760
7,5	0,332	0,266	22,0	1,164	0,824
8,0	0,323	0,256	23,0	1,262	0,890
8,8	0,321	0,250	24,0	1,365	0,962
9,5	0,330	0,254	25,0	1,472	1,042
			33,33	Essai non prescrit	2,130
			40,0	4,424	Essai non prescrit

--`,,`,,,,--`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 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. Tables 1 and 2 give values for 120 V/60 Hz and 230 V/50 Hz systems.

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.

Table 1 – Normalized flickermeter response for sinusoidal voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output 5)

Hz	Voltage fluctuation %		Hz	Voltage fluctuation %	
	120-V lamp 60 Hz system	230-V lamp 50 Hz system		120-V lamp 60 Hz system	230-V lamp 50 Hz system
0,5	2,457	2,340	10,0	0,339	0,260
1,0	1,463	1,432	10,5	0,355	0,270
1,5	1,124	1,080	11,0	0,374	0,282
2,0	0,940	0,882	11,5	0,394	0,296
2,5	0,814	0,754	12,0	0,420	0,312
3,0	0,716	0,654	13,0	0,470	0,348
3,5	0,636	0,568	14,0	0,530	0,388
4,0	0,569	0,500	15,0	0,593	0,432
4,5	0,514	0,446	16,0	0,662	0,480
5,0	0,465	0,398	17,0	0,737	0,530
5,5	0,426	0,360	18,0	0,815	0,584
6,0	0,393	0,328	19,0	0,897	0,640
6,5	0,366	0,300	20,0	0,981	0,700
7,0	0,346	0,280	21,0	1,071	0,760
7,5	0,332	0,266	22,0	1,164	0,824
8,0	0,323	0,256	23,0	1,262	0,890
8,8	0,321	0,250	24,0	1,365	0,962
9,5	0,330	0,254	25,0	1,472	1,042
			33,33	Test not required	2,130
			40,0	4,424	Test not required

--`,,```,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 2 – Réponse normalisée d'un flickermètre pour des fluctuations rectangulaires de la tension
(amplitude relative de la fluctuation de tension d'entrée $\Delta V/V$ pour une unité de perceptibilité en sortie 5)

Hz	Fluctuation de tension %		Hz	Fluctuation de tension %	
	Lampe 120 V réseau 60 Hz	Lampe 230 V réseau 60 Hz		Lampe 120 V réseau 60 Hz	Lampe 230 Vréseau 50 Hz
0,5	0,600	0,514	10,0	0,264	0,205
1,0	0,547	0,471	10,5	0,280	0,213
1,5	0,504	0,432	11,0	0,297	0,223
2,0	0,471	0,401	11,5	0,309	0,234
2,5	0,439	0,374	12,0	0,323	0,246
3,0	0,421	0,355	13,0	0,369	0,275
3,5	0,407	0,345	14,0	0,411	0,308
4,0	0,394	0,333	15,0	0,459	0,344
4,5	0,371	0,316	16,0	0,513	0,376
5,0	0,349	0,293	17,0	0,580	0,413
5,5	0,323	0,269	18,0	0,632	0,452
6,0	0,302	0,249	19,0	0,692	0,498
6,5	0,282	0,231	20,0	0,752	0,546
7,0	0,269	0,217	21,0	0,818	0,586
7,5	0,258	0,207	22,0	0,853	0,604
8,0	0,255	0,201	23,0	0,946	0,680
8,8	0,253	0,199	24,0	1,072	0,743
9,5	0,257	0,200	33,33	Essai non prescrit	1,67
			40,0	3,46	Essai non prescrit

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.
57,7	40	68
100	70	120
115	80,5	130
120	84	144
127	89	152
160	112	192
220	154	264
230	161	276
240	168	288
380	266	456
400	280	480
420	294	504

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 2 – Normalized flickermeter response for rectangular voltage fluctuations

(input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output 5)

Hz	Voltage fluctuation %		Hz	Voltage fluctuation %	
	120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz System		120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz system
0,5	0,600	0,514	10,0	0,264	0,205
1,0	0,547	0,471	10,5	0,280	0,213
1,5	0,504	0,432	11,0	0,297	0,223
2,0	0,471	0,401	11,5	0,309	0,234
2,5	0,439	0,374	12,0	0,323	0,246
3,0	0,421	0,355	13,0	0,369	0,275
3,5	0,407	0,345	14,0	0,411	0,308
4,0	0,394	0,333	15,0	0,459	0,344
4,5	0,371	0,316	16,0	0,513	0,376
5,0	0,349	0,293	17,0	0,580	0,413
5,5	0,323	0,269	18,0	0,632	0,452
6,0	0,302	0,249	19,0	0,692	0,498
6,5	0,282	0,231	20,0	0,752	0,546
7,0	0,269	0,217	21,0	0,818	0,586
7,5	0,258	0,207	22,0	0,853	0,604
8,0	0,255	0,201	23,0	0,946	0,680
8,8	0,253	0,199	24,0	1,072	0,743
9,5	0,257	0,200	33,33	Test not required	1,67
			40,0	3,46	Test not required

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.

Table 3 – Ranges of rated input voltage

Rated input voltage V r.m.s.	–30 % V r.m.s.	+20 % V r.m.s.
57,7	40	68
100	70	120
115	80,5	130
120	84	144
127	89	152
160	112	192
220	154	264
230	161	276
240	168	288
380	266	456
400	280	480
420	294	504

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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).

La largeur de bande passante de l'étage d'entrée du flickermètre ne doit pas entraîner d'atténuation significative jusqu'à 700 Hz au minimum.

L'isolation entre l'enroulement primaire et toutes les autres pièces qui ne lui sont pas raccordées doit pouvoir supporter 2 kV eff. pendant 1 min. Un écran électrostatique doit être inséré entre les enroulements et doit être correctement raccordé.

4.3 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. Son temps de réponse (de 10 % à 90 % de la valeur finale) à un échelon de variation de la valeur efficace d'entrée est de 1 min. 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.

4.4 Générateur interne de vérification de l'étalonnage

Le générateur interne doit fournir une onde sinusoïdal à la fréquence du réseau, modulée par une onde rectangulaire de (50/17) Hz = 2,94 Hz pour les réseaux à 50 Hz et par une onde rectangulaire de (60/17) Hz = 3,53 Hz pour les réseaux à 60 Hz.

Le contrôle doit s'effectuer au moyen d'une indication qui montre une concordance avec une valeur ou un repère de référence. Les caractéristiques significatives de ce circuit sont les suivantes:

– onde porteuse asservie en phase sur le réseau d'alimentation;
– taux de modulation $\Delta V/V$ = 1 %;
– niveau de la porteuse approprié pour toutes les gammes de mesure;
– précision de la fréquence de modulation de 1 %.

4.5 Démodulateur quadratique

Le module 2 doit fournir en sortie une composante proportionnelle à l'amplitude de la fluctuation de modulation du signal d'entrée. La plage de fonctionnement de l'entrée du démodulateur doit pouvoir s'étendre jusqu'à 150 % de la valeur de référence V_R.

4.6 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-oeil-cerveau.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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.

4.3 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. 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. 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 for 50 Hz systems, and by a (60/17) Hz = 3,53 Hz, rectangular voltage fluctuation for 60 Hz systems.

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 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);
– weight the voltage fluctuation according to the lamp-eye-brain sensitivity.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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

NOTE L'usage d'autres filtres peut provoquer des problèmes. En cas de doute, les résultats obtenus à l'aide du filtre Butterworth sont considérés comme définitifs. La conception de nouveaux flickermètres numériques devrait permettre à l'avenir la mise en œuvre de filtres Butterworth jusqu'au 10^{e} ordre par une simple modification de paramètres logiciels.

Cette suggestion prend en compte le fait que la composante à deux fois la fréquence du réseau est atténuée elle aussi par le filtre de pondération du module 3. On peut aussi ajouter un filtre réjecteur à cette fréquence pour augmenter la résolution, mais cela ne doit pas affecter de manière significative la réponse de l'appareil dans la largeur de la bande de fréquences utile.

4.7 Réponse globale d'entrée en sortie de 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.

Les valeurs indicatives des paramètres sont listées dans le tableau 8 ci-dessous:

Tableau 8 – Valeurs indicatives des paramètres de lampes

Variable	Lampe de 230 V réseau de 50 Hz	Lampe de 120V réseau de 60 Hz
k	1,748 02	1,635 7
λ	$2\cdot\pi\cdot$4,059 81	$2\cdot\pi\cdot$4,167 375
ω_1	$2\cdot\pi\cdot$9,154 94	$2\cdot\pi\cdot$9,077 169
ω_2	$2\cdot\pi\cdot$2,279 79	$2\cdot\pi\cdot$2,939 902
ω_3	$2\cdot\pi\cdot$1,225 35	$2\cdot\pi\cdot$1,394 468
ω_4	$2\cdot\pi\cdot$21,9	$2\cdot\pi\cdot$17,315 12

NOTE On obtient une précision totale en se conformant aux spécifications d'essais définies à l'article 5.

4.8 Sélecteur de gammes

Le sélecteur de gammes détermine la sensibilité de l'instrument. Il modifie le gain en fonction de l'amplitude de la fluctuation de la tension à mesurer.

Les gammes de mesure exprimées en fluctuation relative de tension $\Delta V/V$ pour une modulation d'onde sinusoïdale de 8,8 Hz sont les suivantes: 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 %.

La gamme 20 % est facultative car, pour de grandes profondeurs de modulation, la non-linéarité du démodulateur peut entraîner d'importantes erreurs.

Si l'on omet l'une des gammes intermédiaires, on doit alors augmenter la résolution de l'instrument afin d'assurer des performances équivalentes à celles que l'on aurait obtenues sur la gamme manquante.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 suggested. A 6th order Butterworth with a 3 dB cut-off-frequency of 42 Hz for 120 V/60 Hz systems is suggested.

NOTE The use of other filters may cause problems. In case of doubt, results obtained with the Butterworth filter are definitive. Digital implementation of new flickermeter designs should allow for future implementation of up to a 10th order Butterworth filter with simple software parameter changes.

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

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 are given in table 8 below:

Table 8 – Indicative values for the parameters of lamps

Variable	230 V lamp 50 Hz system	120 V lamp 60 Hz system
κ	1,748 02	1,635 7
λ	$2\cdot\pi\cdot$4,059 81	$2\cdot\pi\cdot$4,167 375
ω_1	$2\cdot\pi\cdot$9,154 94	$2\cdot\pi\cdot$9,077 169
ω_2	$2\cdot\pi\cdot$2,279 79	$2\cdot\pi\cdot$2,939 902
ω_3	$2\cdot\pi\cdot$1,225 35	$2\cdot\pi\cdot$1,394 468
ω_4	$2\cdot\pi\cdot$21,9	$2\cdot\pi\cdot$17,315 12

NOTE Overall accuracy is achieved by compliance with the test specifications in clause 5.

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 %.

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.

--`,,`,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.9 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 oeil-cerveau;

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

L'étage élévateur au carré doit avoir une dynamique suffisante d'entrée et de sortie pour prendre en compte les niveaux admissibles du flicker à 8,8 Hz.

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.

4.10 Procédure générale d'analyse statistique

Le module 5 fait une analyse en exprimant la sortie du module 4 sous forme numérique avec une résolution de 6 bits au moins et en utilisant 64 classes au moins. La fréquence minimale d'échantillonnage est d'au moins 50 acquisitions par seconde.

La relation entre le sélecteur de gammes et le niveau correspondant à la plus haute classe de la fonction de probabilité cumulée résultant de la classification est indiquée dans le tableau suivant.

Tableau 4 – Relation entre les valeurs du sélecteur de gammes et les niveaux de sensation

$\frac{\Delta V}{V}$ %	Niveaux de sensation en unités de seuil de perceptibilité
0,5	4
1	16
2	64
5	400
10	1 600
20	6 400

T_{court} peut être choisi parmi les valeurs suivantes: 1 min, 5 min, 10 min et 15 min.

T_{long} doit être un multiple entier du T_{court} sélectionné jusqu'à 1 008 au moins, ce qui correspond à sept jours pour un T_{court} de 10 min.

4.10.1 Evaluation du flicker à court terme

La mesure de sévérité s'appuyant sur une période d'observation T_{st} = 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:

$$P_{st} = \sqrt{0{,}0314\,P_{0,1} + 0{,}0525\,P_{1s} + 0{,}0657\,P_{3s} + 0{,}28\,P_{10s} + 0{,}08\,P_{50s}}$$

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 de la formule indique qu'il convient d'utiliser la valeur lissée. On obtient ces valeurs à l'aide des 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 permet de s'assurer que $P_{0,1}$ ne change pas de manière abrupte. Aucun lissage n'est nécessaire pour ce pourcentage.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.9 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.

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 General statistical analysis procedure

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.

T_{long} shall be an integer multiple of the selected T_{short} up to at least 1 008, corresponding to seven days with a T_{short} of 10 min.

4.10.1 Short-term flicker evaluation

The measure of severity based on an observation period T_{st} = 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:

$$P_{st} = \sqrt{0{,}0314\,P_{0,1} + 0{,}0525\,P_{1s} + 0{,}0657\,P_{3s} + 0{,}28\,P_{10s} + 0{,}08\,P_{50s}}$$

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 the smoothed value 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.

--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.10.2 Evaluation du flicker à long terme

La période de 10 min sur laquelle l'évaluation de la sévérité de scintillement à court terme s'appuie est parfaite pour évaluer les perturbations provoquées par des sources ayant un cycle de fonctionnement faible. 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 déterminer la sévérité du flicker à long terme P_{lt}, on doit utiliser les valeurs de sévérité à court terme P_{st} sur une période qui est fonction du cycle de fonctionnement de la charge ou une période pendant laquelle un observateur est susceptible de réagir au flicker (quelques heures, par exemple). Le calcul se fait 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}.

4.11 Limites de fonctionnement de l'appareil en température et humidité

– Limites de fonctionnement en température: 0 °C à 40 °C

– Limites de stockage en température: –10 °C à + 55 °C

– Limites de fonctionnement en humidité relative: 45 % à 95 %.

5 Essais de performances

Chaque flickermètre et sa classification doivent être soumis par séries régulières aux fluctuations de tension rectangulaire listées dans le tableau 5 ci-dessous.

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

Variations rectangulaires par minute	Variations de tension $\frac{\Delta V}{V}$ %	
	Lampe de 120 V réseau de 60 Hz	Lampe de 230 V Vréseau de 50 Hz
1	3,166	2,724
2	2,568	2,211
7	1,695	1,459
39	1,044	0,906
110	0,841	0,725
1 620	0,547	0,402
4 000	Essai non prescrit	2,40
4 800	4,834	Essai non prescrit
NOTE 1 620 variations rectangulaires par minute correspondent à 13,5 Hz.		

Dans chaque cas, la sévérité du flicker P_{st} doit être de 1,00 ± 0,05 (voir 4.10.1).

De plus, le fabricant doit déterminer la gamme d'amplitudes des fluctuations de tension pour lesquelles les valeurs P_{st} correspondantes sont données avec une précision de 5 % au moins.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.10.2 Long-term flicker evaluation

The 10 min period on which the short-term flicker severity evaluation is based is suitable for assessing the 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, e.g. 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}.

4.11 Temperature and humidity operating range of the instrument

– 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.

Table 5 – Test specification for flickermeter classifier

Rectangular changes per minute	Voltage changes $\frac{\Delta V}{V}$ %	
	120 V lamp 60 Hz system	230 V lamp 50 Hz system
1	3,166	2,724
2	2,568	2,211
7	1,695	1,459
39	1,044	0,906
110	0,841	0,725
1 620	0,547	0,402
4 000	Test not required	2,40
4 800	4,834	Test not required
NOTE 1 620 rectangular changes per minute corresponds to 13,5 Hz.		

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.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour effectuer ces essais, l'amplitude de $\Delta V/V$ (%) donnée dans le tableau doit être augmentée puis diminuée tout en maintenant un taux de répétition constant. La valeur de P_{st} doit ainsi être obtenue.

Si, par exemple, à un taux de répétition de sept changements par minute, les variations de tension d'entrée augmentent d'un facteur 3 de 1,46 % à 4,38 %, il convient que P_{st} augmente alors de 1,0 ± 5 % à 3,0 ± 5 %.

La plage pendant laquelle une précision de 5 % est maintenue est la plage de fonctionnement de la classification.

S'il existe plusieurs gammes de sensibilité dans le flickermètre, il convient que des essais identiques soient effectués pour chaque gamme.

NOTE Les réponses du flickermètre à la modulation de phase et à l'harmonique oscillatoire sont à l'étude.

6 Spécifications d'essai de type et d'étalonnage

6.1 Généralités

Un contrôle isolé de chaque élément n'est généralement pas nécessaire. Seule la réponse entrée-sortie globale jusqu'au module 4 doit être contrôlée pour des variations de tension sinusoïdale et rectangulaire, en accord avec les tableaux 1 et 2. De plus, l'analyse statistique (module 5) doit être testée en conformité avec l'article 5 et le tableau 5.

La procédure d'essai doit consister à régler l'amplitude de la modulation d'entrée de telle sorte que la valeur crête de la lecture en sortie soit de une unité.

Si les amplitudes de la modulation d'entrée coïncident avec les valeurs spécifiées (tolérance maximale ± 5 %), l'instrument soumis aux essais est considéré comme conforme à la spécification.

6.2 Essais d'isolement et de compatibilité électromagnétique (provisoire)

Les essais d'isolement figurent dans le tableau 6 pour l'entrée et les raccordements à la source d'alimentation.

Les essais prescrits pour l'évaluation de l'immunité aux perturbations électromagnétiques sont résumés dans le tableau 7. Ce tableau contient des références à des normes CEI. Parmi ces essais, certains sont encore à l'étude dans les sous-comités CEI 77A et 77B.

Ces essais sont prescrits en supposant que la référence commune de zéro des circuits électroniques est raccordée au châssis et reliée à la terre.

Les essais numérotés de 1 à 5 sont effectués sur l'entrée et les raccordements à la source d'alimentation. L'essai numéro 6 n'est effectué que sur la source d'alimentation et les essais de 7 à 10 sur l'instrument dans son ensemble.

Les niveaux de sévérité des essais ont été choisis en admettant que durant l'utilisation normale de l'appareil, ses sorties sont raccordées à l'appareillage externe en utilisant des câbles courts et blindés.

Pendant tous les essais et durant l'application des perturbations, on vérifie que le fonctionnement de l'appareil est correct en vérifiant un minimum de cinq points convenablement espacés de la réponse.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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.

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.

--`,,`,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.3 Essais climatiques

Les procédures d'essais climatiques sont celles définies dans la CEI 60068, laquelle est complétée par les indications fournies ci-dessous.

– Conditions atmosphériques normales d'essai:

température: de 15 °C à 35 °C;

humidité relative: de 45 % à 75 %;

pression: 86 kPa à 106 kPa.

– Séquence et type d'essais:

a) Chaleur sèche: CEI 60068-2-2 Essai Bd [1)2)]

b) Chaleur humide: CEI 60068-2-3 Essai C [2)]

c) Froid: CEI 60068-2-1 Essai Ad [1) 2)]

d) Variations de température: CEI 60068-2-14 Essai Nb [2)]

– Intervalle maximal entre essais b) et c): 2 h.

– Gradient de température maximal de la chambre d'essais: 1 °C/min, moyenné sur un maximum de 5 min.

Après chaque essai, le fonctionnement correct de l'instrument doit être contrôlé dans des conditions normales.

6.3.1 Essais avec l'instrument non raccordé et non alimenté

Après chaque essai, le fonctionnement de l'instrument doit être vérifié dans des conditions climatiques normales.

Essai de chaleur sèche

– Température: 55 °C ± 3 °C.

– Durée: 24 h

Essai de froid

– Température: – 10 °C ± 3 °C.

– Durée: 24 h

6.3.2 Essai avec l'instrument en fonctionnement

Pour tous les essais listés ci-dessous, le bon fonctionnement de l'instrument doit être contrôlé pour un minimum de cinq points de la réponse spécifiée au début et à la fin de l'essai ainsi qu'à des temps intermédiaires.

Le temps d'attente entre les essais de chaleur sèche et de froid ne doit pas dépasser 2 h.

Essai de chaleur sèche

– Température: 40 °C ± 3 °C.

– Durée: 16 h

Essai de chaleur humide

– Température: 40 °C ± 3 °C.

– Durée: 24 h

———————

1) Conditions de stockage.

2) Conditions de fonctionnement.

--`,,`,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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 600682-1 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.

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

———————

1) Storage conditions.

2) Operating conditions.

--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Lorsque la température est stable, l'humidité relative doit être portée à 92,5 % ± 2,5%.

Essai de froid

– Température: 0 °C ± 3 °C.

– Durée: 24 h

Essai de variations de température

– Température de départ: 40 °C ± 3 °C

– Température finale: 0 °C ± 3 °C

La température de départ doit être maintenue pendant 3 h avant de procéder à la variation de température.

Le gradient maximal de température de la chambre d'essai ne doit pas dépasser 1 °C/min, en établissant la moyenne sur 5 min au plus.

Tableau 6 – Essais d'isolement pour l'entrée et les raccordements à la source d'alimentation

Essai n°	Essais d'isolement		Notes	Mode d'application de l'essai de tension[1)]	
				a	b
1	Diélectrique	kV eff.	3)	2	–
2	Résistance d'isolement	kV c.c.	3)	0,5	–

Tableau 7 – Essais pour l'évaluation de l'immunité aux perturbations électromagnétiques

Essai n°	Essai d'immunité[14)]			Notes	Mode d'application de l'essai de tension[1)]		Critère d'aptitude à la fonction[13)]
					a	b	
1	Perturbations conduites	Fréquence du réseau	V eff.	2)	250	–	A
2		Tension de choc 1,2/50 µs (CEI 61000-4-5)	kV crête	5)	2	1	B
3		Induction causée par des champs à haute fréquence > à 9 kHz (CEI 61000-4-6)	V eff.	6)	10	–	A
4		Ondes vibratoires à 1 MHz (CEI 61000-4-12)	kV crête	7)	1	0,5	B
5		Transitoires rapides de faible énergie (CEI 61000-4-4)	kV crête	8)	2	2	B
6		Coupure de la tension d'alimentation (CEI 61000-4-11)	ms heures	9)	10 2		A B
7		Décharges d'électricité statique (CEI 61000-4-2)	kV	4)	8 air, 4 contact		A B
8	Champs électro-magnétiques	Fréquence du réseau (CEI 61000-4-8)	A/m	10)	30		A
9		Impulsion 8/20 µs (CEI 61000-4-9)	A/m crête	11)	300		B
10		Haute fréquence rayonnée (de 80 MHz à 1000 MHz) (CEI 61000-4-3)	V/m	12)	10		A

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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	–

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

--`,,```,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Notes explicatives des tableaux 6 et 7

1) Mode d'application de la tension d'essai:

   a) entre les bornes de chaque circuit et le boîtier de l'équipement relié à la terre (mode commun);

   b) entre les bornes de chaque circuit (mode différentiel).

2) Valeur prescrite pendant le temps nécessaire pour supprimer un défaut. D'autres valeurs peuvent être adoptées selon la réglementation nationale de sécurité.

3) Pour cet essai, voir CEI 61010-1.

4) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-2.

5) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-5.

6) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-6.

7) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-12.

8) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-4.

9) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-11.

10) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-8.

11) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-9.

12) Pour cet essai, voir CEI 61000-4-3.

13) Une description fonctionnelle ainsi qu'une définition des critères de performance, pendant ou après les essais de compatibilité électromagnétique, doivent être fournies par le fabricant et consignées dans le compte rendu d'essais. Les critères sont les suivants.

   Critère de fonctionnement A: L'appareil doit continuer à fonctionner comme prévu. Aucune dégradation du fonctionnement ou perte de fonction n'est autorisée en dessous du niveau d'aptitude défini par le constructeur lorsque l'appareil est utilisé comme prévu. Dans certains cas, le niveau d'aptitude peut être remplacé par une perte d'aptitude admissible. Si le niveau minimal d'aptitude ou la perte d'aptitude admissible n'est pas spécifiée par le constructeur, ils peuvent être déduits de la description et de la documentation du produit et de ce que l'utilisateur est raisonnablement en droit d'attendre de l'appareil s'il est utilisé comme prévu.

   Critère de fonctionnement B: L'appareil doit continuer à fonctionner comme prévu après l'essai. Aucune dégradation du fonctionnement ou perte de fonction n'est autorisée en dessous du niveau d'aptitude défini par le constructeur lorsque l'appareil est utilisé comme prévu. Dans certains cas, le niveau d'aptitude peut être toutefois remplacé par une perte d'aptitude admissible. Pendant l'essai, une dégradation de fonctionnement est toutefois autorisée. Aucune modification du mode de fonctionnement en cours ou des données mémorisées n'est autorisée. Si le niveau d'aptitude minimal ou la perte d'aptitude admissible ne sont pas spécifiés par le constructeur, ils peuvent être déduits de la description et de la documentation du produit et de ce que l'utilisateur est raisonnablement en droit d'attendre de l'appareil s'il est utilisé comme prévu.

14) A l'exception de l'essai n° 6, les niveaux d'essai et les critères de performances sont conformes à la CEI 61326-1 et à la CEI 61326-10.

--`,,```,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

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.

--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

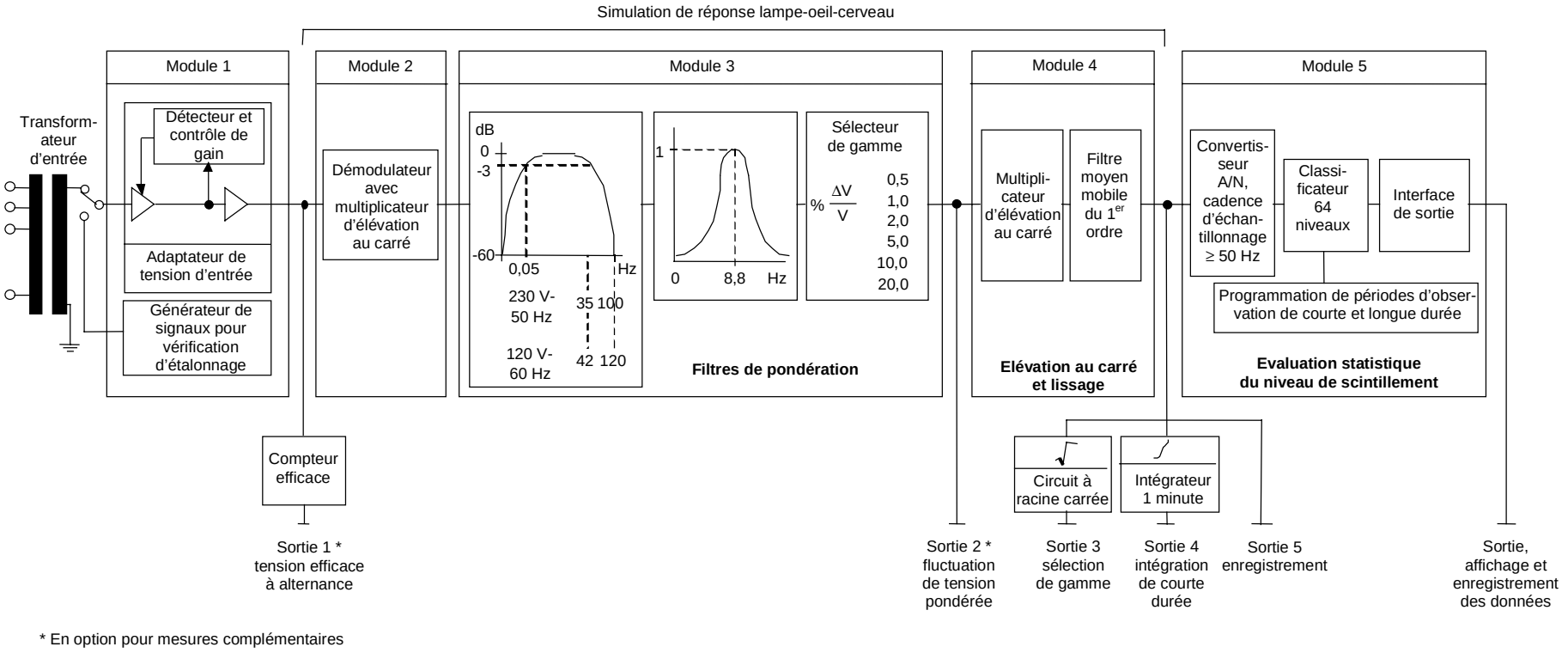


Figure 1 – Schéma fonctionnel du flickermètre de la CEI

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

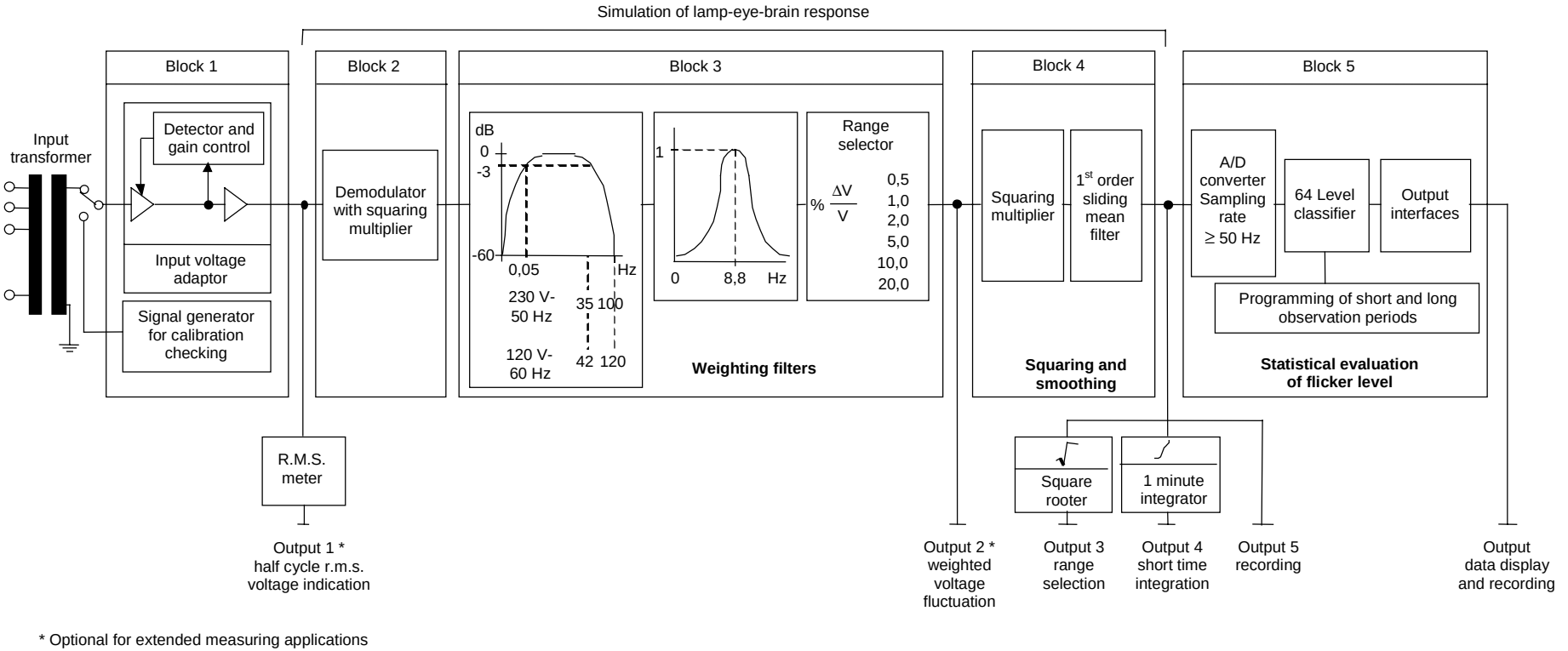


Figure 1 – Functional diagram of IEC flickermeter

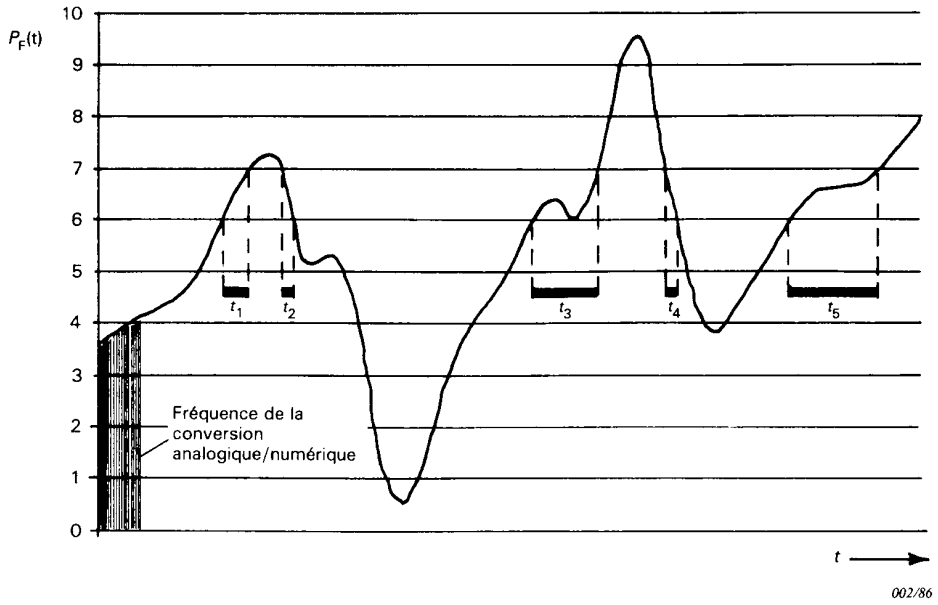


Figure 2a – Niveau de flicker représenté par une fonction variable du temps.
Le temps de présence du signal dans la classe n° 7 est indiqué à titre d'exemple:

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

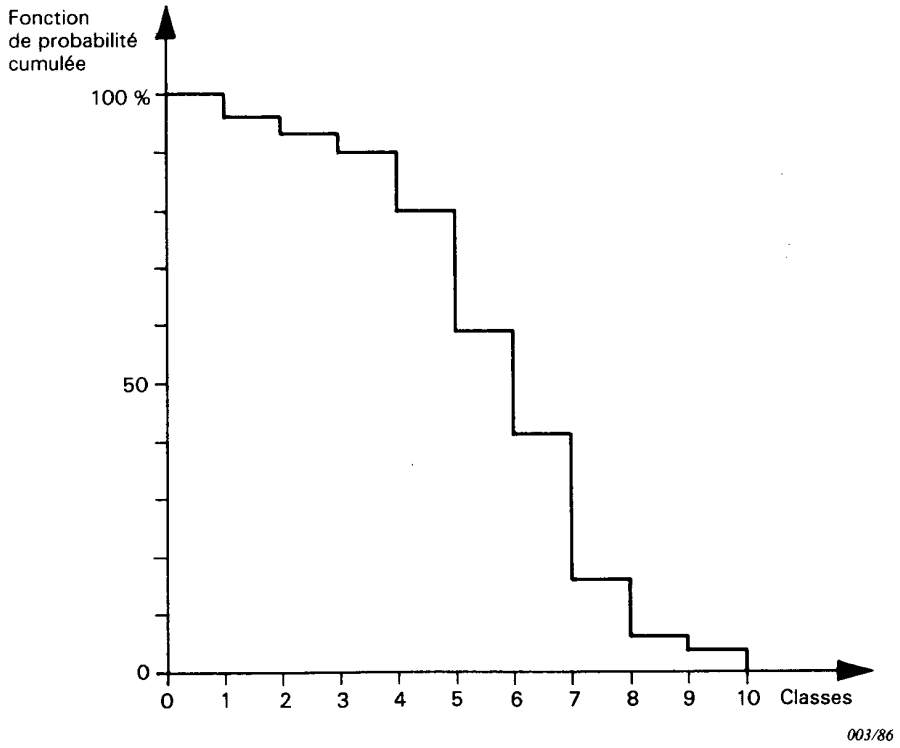


Figure 2b – Fonction de probabilité cumulée de présence du signal dans les classes 1 à 10.

Figure 2 – Représentation schématique de la méthode «permanence à un niveau donné»

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

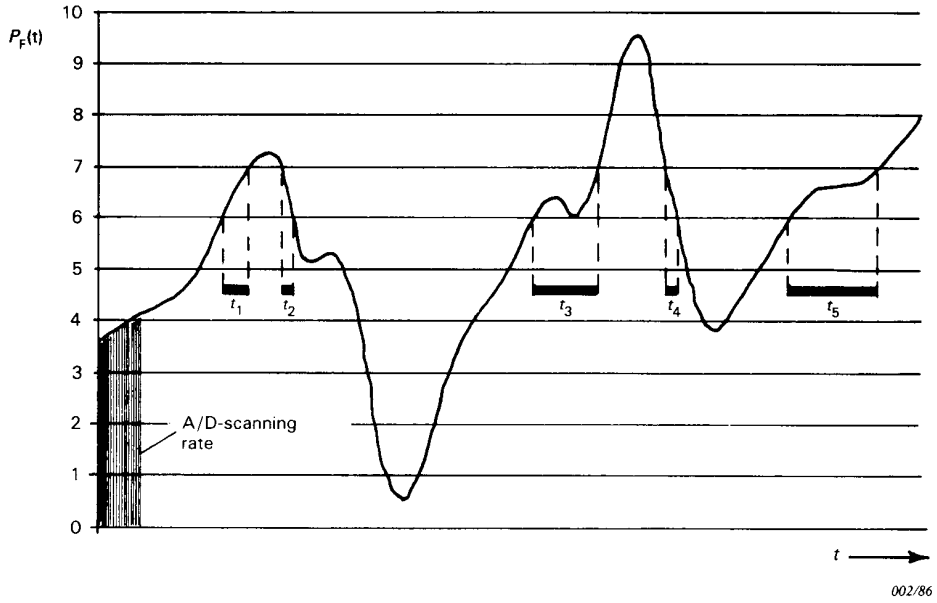


Figure 2a – Flicker level as a time-varying function. Signal permanence in class no. 7 is indicated as an example:

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

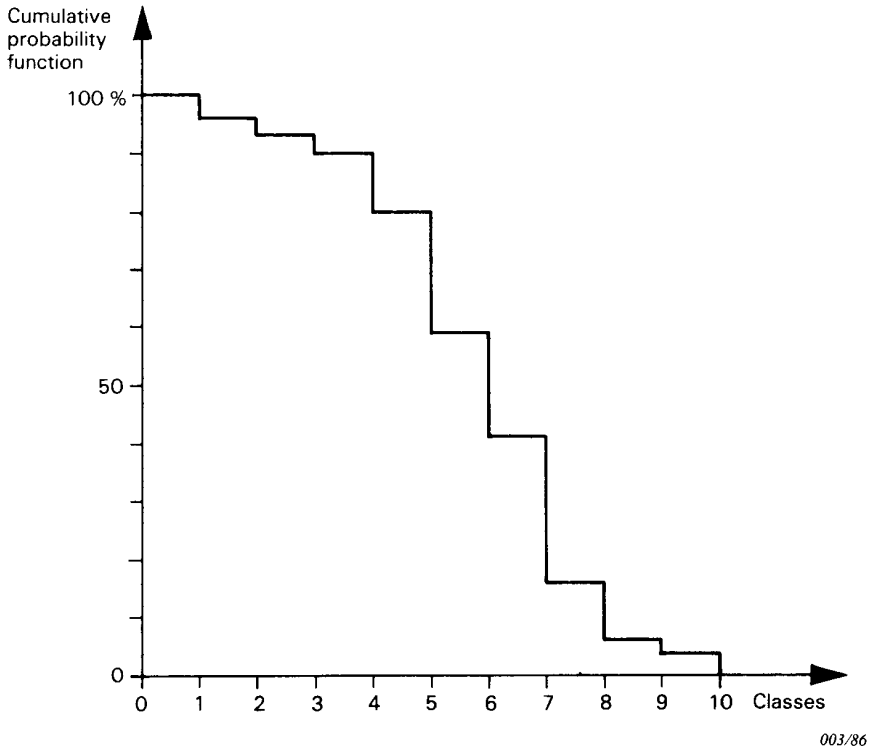


Figure 2b – Cumulative probability function of signal permanence in classes 1 to 10

Figure 2 – Basic illustration of the time-at-level method

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annexe A
(normative)

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

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 devront être obtenues par interpolation (ou extrapolation) des classes actuellement disponibles.

A.1 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 y_n pour-cent des échantillons pour nF_s/N. 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.2 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 A.1).

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex A
(normative)

Techniques to improve accuracy of flicker evaluation

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 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, which is exceeded by y_{n-1} per cent of the samples and nF_s/N, which is exceeded by 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 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 A.1).

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

A.3 Interception du pseudo-zéro

Il peut se produire que l'un ou plusieurs des pourcentages d'intérêt P_k se trouve 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.4 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. De la même façon, une classification linéaire peut être appliquée à la sortie 3 du flickermètre, mais une sélection de gamme reste nécessaire.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

A.3 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_o. A suitable algorithm to give y_o is:

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

A.4 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.

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe B
(informative)

Signification de $\Delta V/V$ et du nombre de variations de tension

L'équation et la figure ci-dessous illustrent la signification de $\Delta V/V$ et du nombre de variations de tension pour cette norme.

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

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

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

La figure B.1 montre la forme d'onde correspondante. Les variations de valeurs efficaces $\Delta V/V$ sont pratiquement égales aux variations de la fonction temporelle de $\Delta v / \overline{v}$ 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.

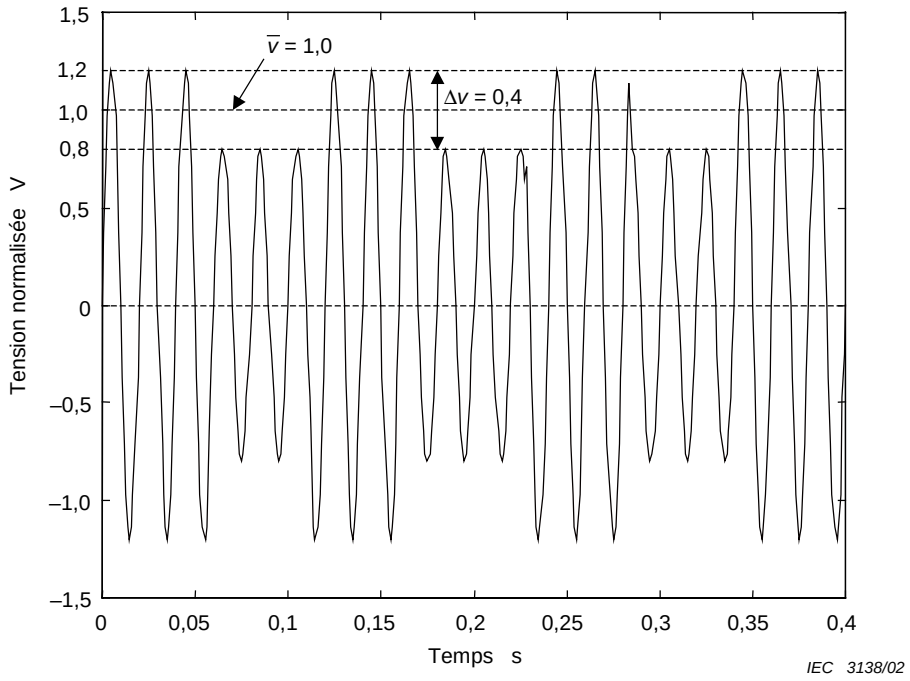


Figure B.1 – Variation de tension rectangulaire $\Delta V/V$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 variations/seconde

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annex B
(informative)

Meaning of $\Delta V/V$ and number of voltage changes

The following equation and figure illustrate the meaning of $\Delta V/V$ and number of voltage changes for this standard.

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

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

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

The corresponding waveform is shown in Figure B.1. The change in r.m.s. values $\Delta V/V$ are essentially equal to the 40 % $\Delta v / \overline{v}$ 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.

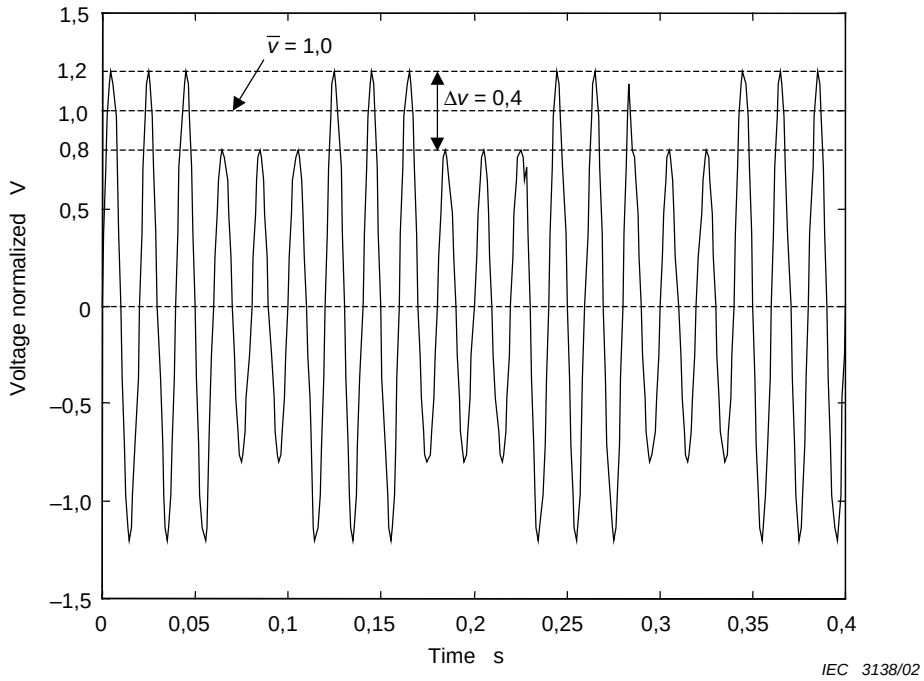


Figure B.1 – Rectangular voltage change $\Delta V/V$ = 40 %, 8,8 Hz, 17,6 changes/second

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Bibliographie

[1] MOMBAUER R.W. Calculating a New Reference Point for the IEC-Flickermeter. *ETEP*, Nov/Dec 1998, Vol. 8, No. 6, p. 429-436.

--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Bibliography

[1] MOMBAUER R.W. Calculating a New Reference Point for the IEC-Flickermeter. *ETEP*, Nov/Dec 1998, Vol. 8, No. 6, p. 429-436.

--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

--`,,`,,,,-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC**/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: *(e.g. 60601-1-1)*

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard *(tick all that apply).* I am the/a:

purchasing agent ❑
librarian ❑
researcher ❑
design engineer ❑
safety engineer ❑
testing engineer ❑
marketing specialist ❑
other.....

Q3 I work for/in/as a: *(tick all that apply)*

manufacturing ❑
consultant ❑
government ❑
test/certification facility ❑
public utility ❑
education ❑
military ❑
other.....

Q4 This standard will be used for: *(tick all that apply)*

general reference ❑
product research ❑
product design/development ❑
specifications ❑
tenders ❑
quality assessment ❑
certification ❑
technical documentation ❑
thesis ❑
manufacturing ❑
other.....

Q5 This standard meets my needs: *(tick one)*

not at all ❑
nearly ❑
fairly well ❑
exactly ❑

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: *(tick all that apply)*

standard is out of date ❑
standard is incomplete ❑
standard is too academic ❑
standard is too superficial ❑
title is misleading ❑
I made the wrong choice ❑
other .....

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:
(1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents .....
tables, charts, graphs, figures.....
other .....

Q8 I read/use the: *(tick one)*

French text only ❑
English text only ❑
both English and French texts ❑

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI**/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (*ex. 60601-1-1)*

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ❑
bibliothécaire ❑
chercheur ❑
ingénieur concepteur ❑
ingénieur sécurité ❑
ingénieur d'essais ❑
spécialiste en marketing ❑
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ❑
comme consultant ❑
pour un gouvernement ❑
pour un organisme d'essais/ certification ❑
dans un service public ❑
dans l'enseignement ❑
comme militaire ❑
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ❑
une recherche de produit ❑
une étude/développement de produit ❑
des spécifications ❑
des soumissions ❑
une évaluation de la qualité ❑
une certification ❑
une documentation technique ❑
une thèse ❑
la fabrication ❑
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ❑
à peu près ❑
assez bien ❑
parfaitement ❑

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ❑
la norme est incomplète ❑
la norme est trop théorique ❑
la norme est trop superficielle ❑
le titre est équivoque ❑
je n'ai pas fait le bon choix ❑
autre(s) .....

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun .....
qualité de la rédaction.....
contenu technique .....
disposition logique du contenu .....
tableaux, diagrammes, graphiques, figures.....
autre(s) .....

Q8 Je lis/utilise: *(une seule réponse)*

uniquement le texte français ❑
uniquement le texte anglais ❑
les textes anglais et français ❑

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

ISBN 2-8318-6847-5



ICS 33.100.20

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
Provided by IHS under license with IEEE
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale