

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

61000-4-15

Première édition
First edition
1997-11

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

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from the 1st January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

61000-4-15

Première édition
First edition
1997-11

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 1997 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	8
2 Références normatives	8
3 Description de l'instrument	10
3.1 Généralités	10
3.2 Bloc 1 – Adaptateur de tension d'entrée et circuit de vérification de l'étalonnage ..	12
3.3 Bloc 2 – Démodulateur quadratique.....	12
3.4 Blocs 3 et 4 – Filtres de pondération, élévation au carré et lissage	12
3.5 Bloc 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	22
4.6 Filtres de pondération	22
4.7 Réponse globale d'entrée en sortie de bloc 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
Figures	
1 Diagramme fonctionnel du flickermètre UIE	36
2 Représentation schématique de la méthode «permanence à un niveau donné»	38
Annexe A – Techniques d'amélioration de la précision de l'évaluation du flicker	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
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	13
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	23
4.6 Weighting filters	23
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
Figures	
1 Functional diagram of UIE flickermeter	37
2 Basic illustration of the time-at-level method	39
Annex A – Techniques to improve accuracy of flicker evaluation	41

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, 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 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.

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

FDIS	Rapport de vote
77A/180/FDIS	77A/190/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

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 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.

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

FDIS	Report on voting
77A/180/FDIS	77A/190/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

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.

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.

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.

La présente section s'appuie sur les spécifications préparées par le comité d'étude «Perturbations» de l'Union Internationale d'Electrothermie (UIE) publiées en 1992. En conséquence, les spécifications du flickermètre figurant dans cette section ne concernent que des mesures effectuées sous 230 V et 50 Hz; les spécifications se rapportant à d'autres tensions et d'autres fréquences sont à l'étude.

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 normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 61000-4. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 61000-4 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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 61000-3-3:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 3: Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé ≤ 16 A*

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

The 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 normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 61000-4. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 61000-4 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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 61000-3-3:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A*

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 sèves*

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-œil-cerveau;
- analyse statistique, en temps réel, du signal du flicker et présentation des résultats.

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

* A publier.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC 61010-1:1990, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and 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.

* To be published.

3.2 Bloc 1 – Adaptateur de tension d'entrée et circuit de vérification de l'étalonnage

Ce bloc 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.

NOTE – Pour les instruments numériques, la tension peut être adaptée en multipliant la tension d'entrée instantanée par 230 V, divisée par la tension d'entrée réelle moyennée sur 60 s.

3.3 Bloc 2 – Démodulateur quadratique

Le rôle de ce bloc 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 Blocs 3 et 4 – Filtres de pondération, élévation au carré et lissage

Le bloc 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) avec la réponse de l'oeil humain pour des fluctuations sinusoïdales de tension. La fonction de transfert repose pour chaque fréquence sur le seuil de perceptibilité ressenti par 50 % des personnes soumises à l'expérience.

NOTE – Une lampe à filament servant de référence pour les réseaux 100-130 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 bloc 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 blocs 2, 3 et 4.

Seul le bloc 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 blocs 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 bloc 4 représente la sensation instantanée de flicker.

3.5 Bloc 5 – Evaluation statistique en temps réel

Le bloc 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 bloc 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.

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.

NOTE – In digital instruments the voltage adaption may be performed by multiplying the instantaneous input voltage by 230 V divided by the actual input voltage averaged over 60 s.

3.3 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) 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 100-130 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.

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.

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:

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

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 $n T_{\text{court}}$ 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 blocs 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 bloc 3 et à son réglage.

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.

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:

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

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 Sortie 3

La sortie 3 est facultative. Elle donne une indication linéaire instantanée de la variation de tension relative $\Delta V/V$ exprimée en pourcentage équivalent à une modulation d'onde sinusoïdale de 8,8 Hz. Cette sortie est utile pour permettre la sélection de la gamme de mesure convenable.

3.6.5 Sortie 4

La sortie 4 est facultative. Elle donne l'intégrale sur 1 min de la sensation instantanée du flicker.

3.6.6 Sortie 5

La sortie 5 est obligatoire. Elle représente la sensation de flicker instantanée et peut être reproduite sur un enregistreur à rouleau de papier si on veut une évaluation immédiate du flicker sur le site ou, dans le cas de mesures de longue durée, sur une bande magnétique pour un traitement ultérieur.

3.6.7 Sortie 6

La sortie 6 du bloc 5 est obligatoire. Elle est connectée à une interface série numérique utilisée pour une imprimante et un enregistreur magnétique à bande. Des relevés analogiques de la fonction de probabilité cumulative peuvent être obtenus directement à partir de ce bloc en utilisant une interface de conversion numérique-analogique supplémentaire.

4 Spécifications

4.1 Réponse analogique

La réponse analogique globale prise au niveau de la sortie du bloc 4 par rapport à l'entrée de l'instrument est donnée respectivement dans les tableaux 1 et 2 pour des fluctuations de tension sinusoïdales et rectangulaires. L'obtention de la valeur 1 à partir du bloc 4 correspond au seuil de perceptibilité humaine de référence du flicker. La réponse est centrée à 8,8 Hz dans le cas d'une modulation sinusoïdale.

La précision prescrite est atteinte si les valeurs d'entrée, dans le cas d'une modulation sinusoïdale ou rectangulaire, sont dans les limites de $\pm 5\%$ des valeurs présentées sous forme de tableaux pour une valeur de sortie égale à une unité de perceptibilité.

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.

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.

The prescribed accuracy is achieved if the input values for sine and square-wave modulations are within $\pm 5\%$ of the tabulated values, for an output of one unit of perceptibility.

Tableau 1 – Réponse normalisée d'un flickermètre pour des fluctuations sinusoïdales de la tension
(amplitude relative de la fluctuation de la tension d'entrée $\Delta V/V$ pour une unité de perceptibilité en sortie)

Hz	Fluctuation de tension %	Hz	Fluctuation de tension %
0,5	2,340	9,5	0,254
1,0	1,432	10,0	0,260
1,5	1,080	10,5	0,270
2,0	0,882	11,0	0,282
2,5	0,754	11,5	0,296
3,0	0,654	12,0	0,312
3,5	0,568	13,0	0,348
4,0	0,500	14,0	0,388
4,5	0,446	15,0	0,432
5,0	0,398	16,0	0,480
5,5	0,360	17,0	0,530
6,0	0,328	18,0	0,584
6,5	0,300	19,0	0,640
7,0	0,280	20,0	0,700
7,5	0,266	21,0	0,760
8,0	0,256	22,0	0,824
8,8	0,250	23,0	0,890
		24,0	0,962
		25,0	1,042

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

Hz	Fluctuation de tension %	Hz	Fluctuation de tension %
0,5	0,514	9,5	0,200
1,0	0,471	10,0	0,205
1,5	0,432	10,5	0,213
2,0	0,401	11,0	0,223
2,5	0,374	11,5	0,234
3,0	0,355	12,0	0,246
3,5	0,345	13,0	0,275
4,0	0,333	14,0	0,308
4,5	0,316	15,0	0,344
5,0	0,293	16,0	0,376
5,5	0,269	17,0	0,413
6,0	0,249	18,0	0,452
6,5	0,231	19,0	0,498
7,0	0,217	20,0	0,546
7,5	0,207	21,0	0,586
8,0	0,201	22,0	0,604
8,8	0,199	23,0	0,680
		24,0	0,743

4.2 Transformateur d'entrée

Le transformateur de tension d'entrée doit accepter une large gamme de tensions de réseau nominales et les adapter au niveau maximal compatible avec le bon fonctionnement des circuits suivants. Les tensions les plus couramment retenues, dans l'hypothèse d'une déviation de –30 % à +20 %, sont énumérées dans le tableau 3.

Table 1 – Normalized flickermeter response for sinusoidal voltage fluctuations
(input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output)

Hz	Voltage fluctuation %	Hz	Voltage fluctuation %
0,5	2,340	9,5	0,254
1,0	1,432	10,0	0,260
1,5	1,080	10,5	0,270
2,0	0,882	11,0	0,282
2,5	0,754	11,5	0,296
3,0	0,654	12,0	0,312
3,5	0,568	13,0	0,348
4,0	0,500	14,0	0,388
4,5	0,446	15,0	0,432
5,0	0,398	16,0	0,480
5,5	0,360	17,0	0,530
6,0	0,328	18,0	0,584
6,5	0,300	19,0	0,640
7,0	0,280	20,0	0,700
7,5	0,266	21,0	0,760
8,0	0,256	22,0	0,824
8,8	0,250	23,0	0,890
		24,0	0,962
		25,0	1,042

Table 2 – Normalized flickermeter response for rectangular voltage fluctuations
(input relative voltage fluctuation $\Delta V/V$ for one unit of perceptibility at output)

Hz	Voltage fluctuation %	Hz	Voltage fluctuation %
0,5	0,514	9,5	0,200
1,0	0,471	10,0	0,205
1,5	0,432	10,5	0,213
2,0	0,401	11,0	0,223
2,5	0,374	11,5	0,234
3,0	0,355	12,0	0,246
3,5	0,345	13,0	0,275
4,0	0,333	14,0	0,308
4,5	0,316	15,0	0,344
5,0	0,293	16,0	0,376
5,5	0,269	17,0	0,413
6,0	0,249	18,0	0,452
6,5	0,231	19,0	0,498
7,0	0,217	20,0	0,546
7,5	0,207	21,0	0,586
8,0	0,201	22,0	0,604
8,8	0,199	23,0	0,680
		24,0	0,743

4.2 Input transformer

The input voltage transformer shall accept a wide range of nominal mains voltages and adapt them to the maximum level compatible with the operation of the following circuits. The most common rated voltages, assuming a –30 % to +20 % deviation, are listed in table 3.

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	138
127	89	152
160	112	192
220	154	264
230	161	276
240	168	288
380	266	456
420	294	504

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 bloc 2, ce circuit doit maintenir la valeur efficace de la tension 50 Hz 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 sinusoïdale à la fréquence du réseau, modulée par une onde carrée de $(50/17)$ Hz = 2,94 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 %.

Table 3 – Ranges of rated input voltages

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	138
127	89	152
160	112	192
220	154	264
230	161	276
240	168	288
380	266	456
420	294	504

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 50 Hz voltage at the input of block 2, at a constant reference value V_R according to the specification of the input transformer, without modifying the modulating relative fluctuation. It shall have a response time (10 % to 90 % of the final value) to a step variation of the r.m.s. input value equal to 1 min. The operating range of this circuit shall be sufficient to ensure a correct reproduction of input voltage fluctuations creating flicker.

4.4 Internal generator for calibration checking

The internal generator shall provide a sine wave at mains frequency modulated by a $(50/17)$ Hz = 2,94 Hz rectangular voltage fluctuation.

Checking shall be made by providing an indication that shows alignment with a reference mark or value. The significant characteristics of this circuit are the following:

- carrier phase-locked to the mains;
- $\Delta V/V$ modulation 1 %;
- carrier level suitable for all measuring ranges;
- accuracy of modulating frequency 1 %.

4.5 Démodulateur quadratique

Le bloc 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 bloc 3, ont pour rôle:

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

Le filtre supprimeur des composantes indésirables comprend une section passe-haut du premier ordre (fréquence de coupure recommandée à 3 dB est d'environ 0,05 Hz) et une section passe-bas, pour laquelle on suggère d'employer un filtre Butterworth du 6ème ordre avec une fréquence de coupure de 35 Hz à 3 dB.

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 bloc 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 bloc 3

Sous réserve que le filtre supprimeur 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 bloc 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 ci-dessous:

k	$= 1,748\ 02$	λ	$= 2\ \pi\ 4,059\ 81$
ω_1	$= 2\ \pi\ 9,154\ 94$	ω_2	$= 2\ \pi\ 2,279\ 79$
ω_3	$= 2\ \pi\ 1,225\ 35$	ω_4	$= 2\ \pi\ 21,9$

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.

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.

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 6th order Butterworth filter with a 35 Hz 3 dB cut-off frequency is suggested.

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 for the parameters are listed below:

k	$= 1,748\ 02$	λ	$= 2\ \pi\ 4,059\ 81$
ω_1	$= 2\ \pi\ 9,154\ 94$	ω_2	$= 2\ \pi\ 2,279\ 79$
ω_3	$= 2\ \pi\ 1,225\ 35$	ω_4	$= 2\ \pi\ 21,9$

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.

4.9 Elévateur au carré et filtre passe-bas de lissage

Le bloc 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 bloc 5 fait une analyse en exprimant la sortie du bloc 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 $T_{\text{st}} = 10$ min est appelée P_{st} et est obtenue à partir des statistiques temps-niveau provenant de la classification en niveau du bloc 5 du flickermètre. La formule suivante est utilisée:

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

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.

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 $T_{\text{st}} = 10$ 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:

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

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.

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_{sti} 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} ($i = 1, 2, 3, \dots$) 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 par minute	Fluctuations de tension $\frac{\Delta V}{V}$ (%)
1	2,72
2	2,21
7	1,46
39	0,905
110	0,725
1 620	0,402

Dans chaque cas, la sévérité du flicker P_{st} doit être de $1,00 \pm 0,05$ (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.

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 $1,0 \pm 5$ % à $3,0 \pm 5$ %.

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_{sti} , 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} ($i = 1, 2, 3, \dots$) 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 specifications for flickermeter classifier

Changes per minute	Voltage changes $\frac{\Delta V}{V}$ (%)
1	2,72
2	2,21
7	1,46
39	0,905
110	0,725
1 620	0,402

In each case, the flicker severity, P_{st} , shall be $1,00 \pm 0,05$ (see 4.10.1).

In addition, the manufacturer shall determine the range of the magnitude of voltage changes for which the corresponding P_{st} values are given with an accuracy of 5 % or better.

To make these tests, the magnitude of $\Delta V/V$ (%) given in the table shall be increased and decreased while keeping the repetition rate constant, and the value of P_{st} shall be obtained.

If, for instance, at a repetition rate of seven changes per minute the input voltage changes are increased by a factor of 3 from 1,46 % to 4,38 % then P_{st} should increase from $1,0 \pm 5$ % to $3,0 \pm 5$ %.

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 bloc 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 (bloc 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 $\pm 5\%$), 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.

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 $\pm 5\%$), compliance with this specification is proved.

6.2 Insulation and electromagnetic compatibility tests (provisional)

Insulation tests are given in table 6 for input and power supply connections.

The tests prescribed to assess the immunity of the instrument to electromagnetic interference are summarized in table 7. This table contains references to existing IEC publications. Some of these tests are still under consideration by IEC subcommittees 77A and 77B.

These tests are prescribed under the assumption that the common zero reference of the electronic circuitry is connected to case and to earth.

Tests numbered from 1 to 5 shall be performed on input and power supply connections, test number 6 only on power supply and tests from 7 to 10 on the instrument as a whole.

The severity levels of the tests have been selected assuming that during the normal use of the instrument, its outputs are connected to external equipment using short and shielded cables.

For all the tests and during the application of the interference influence factors, correct operation of the instrument shall be checked, verifying a minimum of five suitably spaced points of the response.

6.3 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.

6.3 Climatic tests

Procedures for climatic tests are those defined by IEC 60068, supplemented by the indications given below.

- Normal atmospheric conditions for testing:
 - temperature: 15 °C to 35 °C;
 - relative humidity: 45 % to 75 %;
 - pressure: 86 kPa to 106 kPa.
- Sequence and type of tests:
 - a) Dry heat: IEC 60068-2-2 Test Bd 1) 2)
 - b) Damp heat: IEC 60068-2-3 Test C 2)
 - c) Cold: IEC 60068-2-1 Test Ad 1) 2)
 - d) Change of temperature: IEC 60068-2-14 Test Nb 2)
- Maximum interval between tests b) and c): 2 h.
- Maximum temperature gradient of test chamber: 1 °C/min, averaged over not more than 5 min.

On completion of each test, the correct operation of the instrument shall be checked under normal conditions.

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.

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 raccords 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.	8)	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		Coupe de la tension d'alimentation (CEI 61000-4-11)	ms heures	9)	10 2		A B
7	Champs électromagnétiques	Décharges d'électricité statique (CEI 61000-4-2)	kV	4)	8 air, 4 contact		A B
8		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

Under steady temperature conditions, relative humidity shall be brought to $92,5 \% \pm 2,5 \%$.

Cold test

- Temperature: $0^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Duration: 24 h

Change of temperature test

- Starting temperature: $40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Final temperature: $0^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$

The starting temperature shall be stable for 3 h before commencing temperature change tests.

Maximum temperature gradient of the test chamber shall not exceed $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 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

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.

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.

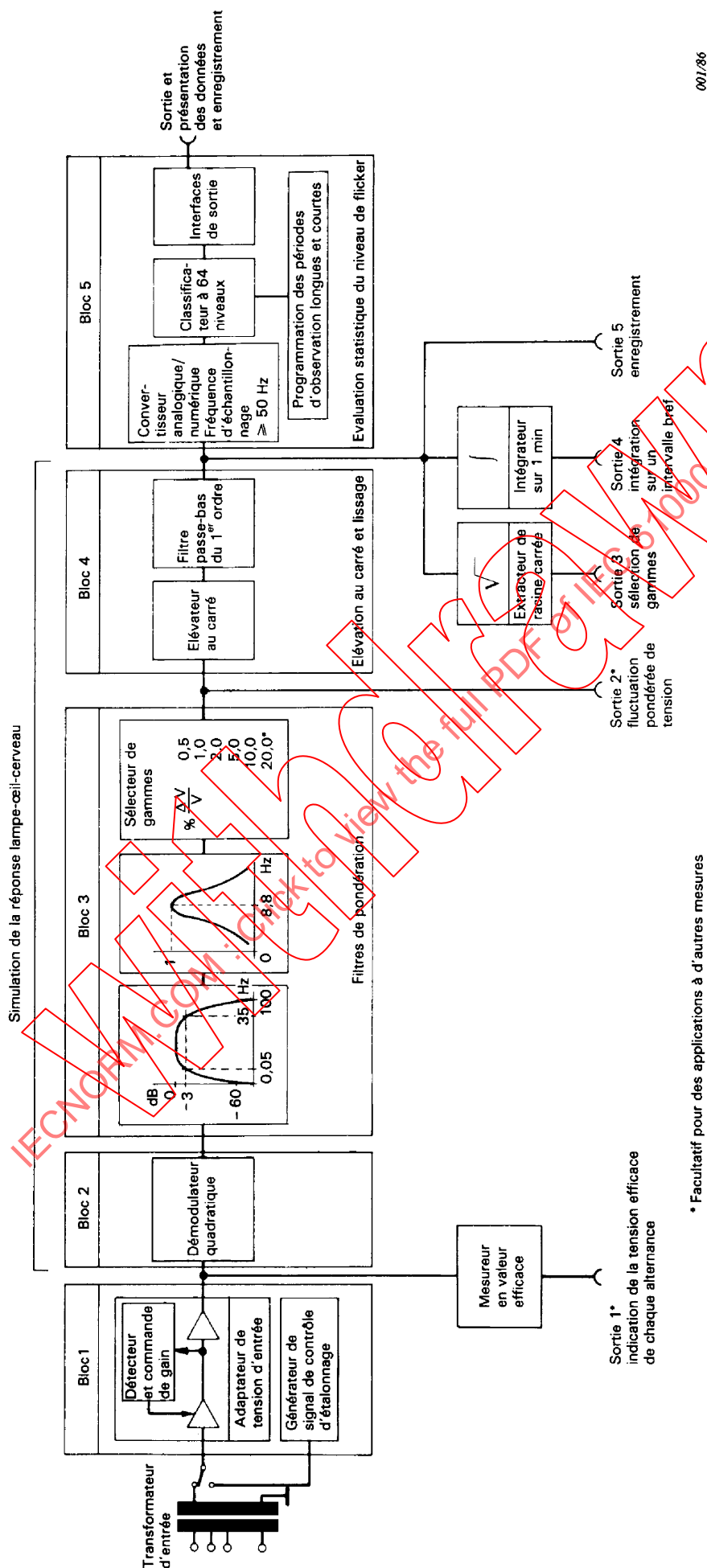


Figure 1 – Diagramme fonctionnel du flickermètre UIE