

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 555-3

Première édition — First edition
1982

**Perturbations produites dans les réseaux d'alimentation
par les appareils électrodomestiques et les équipements analogues**

Troisième partie: Fluctuations de tension

**Disturbances in supply systems
caused by household appliances and similar electrical equipment**

Part 3: Voltage fluctuations



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 555-3

Première édition – First edition
1982

**Perturbations produites dans les réseaux d'alimentation
par les appareils électrodomestiques et les équipements analogues**

Troisième partie: Fluctuations de tension

**Disturbances in supply systems
caused by household appliances and similar electrical equipment**

Part 3: Voltage fluctuations



© CEI 1982

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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	8
3. Définitions	8
4. Formes types de fluctuations de tension	12
5. Conditions d'essai	12
6. Evaluation des fluctuations de tension	16
ANNEXE A – Calcul et mesure	26
ANNEXE B – Caractéristiques communes des flickermètres (à l'étude)	34
FIGURES	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	9
3. Definitions	9
4. Types of voltage fluctuation waveform	13
5. Test conditions	13
6. Assessment of voltage fluctuations	17
APPENDIX A – Calculation and measurement	27
APPENDIX B – Standard characteristics for flickermeters (<i>under consideration</i>)	35
FIGURES	36

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PERTURBATIONS PRODUITES DANS LES RÉSEAUX D'ALIMENTATION PAR LES APPAREILS ÉLECTRODOMESTIQUES ET LES ÉQUIPEMENTS ANALOGUES

Troisième partie: Fluctuations de tension

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique entre les matériels électriques y compris les réseaux.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à La Haye en 1979. A la suite de cette réunion, un projet, document 77(Bureau Central)8, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1980.

Des modifications, document 77(Bureau Central)16, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en novembre 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Japon
Allemagne	Norvège
Australie	Nouvelle-Zélande
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Canada	République Démocratique Allemande
Corée (République de)	Roumanie
Egypte	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques
Irlande	Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie
Italie	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 50: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.).
725: Considérations sur les impédances de références à utiliser pour la détermination des caractéristiques de perturbation des appareils électrodomestiques et les équipements analogues.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**DISTURBANCES IN SUPPLY SYSTEMS CAUSED BY HOUSEHOLD
APPLIANCES AND SIMILAR ELECTRICAL EQUIPMENT****Part 3: Voltage fluctuations**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by the Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 77: Electromagnetic Compatibility between Electrical Equipment Including Networks.

A first draft was discussed at the meeting held in The Hague in 1979. As a result of this meeting, a draft, Document 77(Central Office)8, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1980.

Amendments, Document 77(Central Office)16, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in November 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Korea (Republic of)
Austria	Netherlands
Belgium	New Zealand
Canada	Norway
Egypt	Poland
Finland	Romania
France	South Africa (Republic of)
German Democratic Republic	Sweden
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
Ireland	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	Yugoslavia
Japan	

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.).
725: Considerations on Reference Impedances for Use in Determining the Disturbance Characteristics of Household Appliances and Similar Electrical Equipment.

PERTURBATIONS PRODUITES DANS LES RÉSEAUX D'ALIMENTATION PAR LES APPAREILS ÉLECTRODOMESTIQUES ET LES ÉQUIPEMENTS ANALOGUES

Troisième partie: Fluctuations de tension

INTRODUCTION

La présente norme fait partie d'une série traitant des perturbations produites dans les réseaux d'alimentation par les appareils électrodomestiques et les équipements analogues.

Cette série comporte les trois parties suivantes:

Première partie: Définitions (Publication 555-1 de la CEI).

Deuxième partie: Harmoniques (Publication 555-2 de la CEI).

Troisième partie: Fluctuations de tension (Publication 555-3 de la CEI).

Des appareils électrodomestiques et équipements analogues, munis de dispositifs de commande électronique ou électromécanique, sont susceptibles de produire des fluctuations de tension dans les réseaux d'alimentation auxquels ils sont raccordés.

La combinaison d'importantes variations de courant et d'une impédance de réseau élevée peut produire des variations excessives de la tension d'alimentation. Si les variations excessives de tension se répètent à de courts intervalles de temps, des fluctuations de luminance gênantes (flicker) se produiront dans les sources de lumière reliées au même réseau d'alimentation. Les figures 1 et 2, page 36, montrent quelques exemples de variations de tension.

Les fluctuations de tension produites par un appareil ne devraient donc pas affecter de façon gênante les appareils d'éclairage reliés au même réseau d'alimentation.

1. Domaine d'application

Cette norme est applicable aux appareils électriques et électroniques pour usages domestiques et analogues, destinés à être raccordés aux réseaux de distribution alternatifs basse tension des types suivants:

- tensions nominales jusqu'à 240 V, en monophasé, à deux ou trois fils;
- tensions nominales jusqu'à 415 V, en triphasé, à trois ou quatre fils;
- fréquence nominale 50 Hz ou 60 Hz.

Les équipements concernés sont, par exemple, les appareils de chauffage et de cuisson, les appareils à moteur ou à entraînement magnétique, et les outils portatifs.

Cette norme n'est pas applicable:

- aux appareils dont l'installation doit être notifiée au distributeur ou est soumise à son accord avant leur raccordement (l'agrément du distributeur peut être demandé pour les appareils de puissance élevée qui sont seulement destinés à être utilisés

DISTURBANCES IN SUPPLY SYSTEMS CAUSED BY HOUSEHOLD APPLIANCES AND SIMILAR ELECTRICAL EQUIPMENT

Part 3: Voltage fluctuations

INTRODUCTION

This standard is one of a series which deals with disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment.

This series has the three following parts:

Part 1: Definitions (IEC Publication 555-1).

Part 2: Harmonics (IEC Publication 555-2).

Part 3: Voltage fluctuations (IEC Publication 555-3).

Household appliances and similar electrical equipment, having electronic or electro-mechanical control devices, may produce voltage fluctuations in the supply systems to which they are connected.

A combination of large current variations and high supply system impedance can cause excessive changes of supply voltage. If excessive voltage changes are repeated at short intervals of time, objectionable fluctuations of luminance (flicker) will be produced in illumination sources connected to the same supply network. Some examples of voltage changes are given in Figures 1 and 2, page 36.

Voltage fluctuations produced by an appliance should not adversely affect lighting equipment on the same supply system.

1. Scope

This standard is applicable to electrical and electronic equipment for household and similar use, intended to be connected to low-voltage a.c. distribution systems of the following types:

- nominal voltages up to 240 V, single-phase, two or three wire;
- nominal voltages up to 415 V, three-phase, three or four wire;
- nominal frequency 50 Hz or 60 Hz.

Examples of electrical equipment to which this standard applies are appliances for cooking and heating, motor-operated or magnetically driven appliances, and portable tools.

This standard is not applicable to:

- equipment subject to notification to or consent by the supply authority before connection to the system (consent by the supply authority may be requested for high-power appliances which are intended to be used only in systems having impe-

dans les réseaux dont les impédances sont considérablement plus petites que l'impédance de référence. Un agrément général peut être accordé pour l'emploi d'un type d'appareil dans une partie définie du réseau d'alimentation):

- aux appareils destinés exclusivement à des usages professionnels;
- aux appareils et équipements sans dispositif automatique de commande;
- aux appareils produisant moins d'une variation de tension par heure;
- aux appareils produisant plus de 1 800 variations de tension par minute;
- aux perturbations dues à une manœuvre manuelle.

2. Objet

L'objet de cette norme est de préciser:

- a) des limites de fluctuations de tension qui peuvent être produites par un appareil individuel essayé dans des conditions données;
- b) des méthodes d'essai et de calcul.

Note. — Il ne convient pas de confondre ces prescriptions avec celles concernant la qualité de la tension d'alimentation fournie aux consommateurs.

3. Définitions

3.1 *Système de commande*

Assemblage d'appareils de commande ou de dispositifs coordonnés pour exécuter un ensemble planifié d'opérations de commande, ou pour tenir une valeur de consigne.

3.2 *Programme (d'un système de commande)*

Ensemble des signaux de commande et d'information nécessaires à l'exécution d'une série d'opérations déterminées.

3.3 *Forme d'onde* (V.E.I. 101-05-04)

Représentation de la valeur locale ou de la valeur instantanée d'une fonction définissant l'onde.

3.4 *Cycle* (V.E.I. 101-04-13)

Ensemble des états ou des valeurs par lequel passe, dans un ordre déterminé qui peut être répété, un phénomène ou une grandeur d'un système.

3.5 *Cycle de fonctionnement* (V.E.I. 151-03-03)

Suite de manœuvres susceptibles d'être renouvelées intentionnellement ou automatiquement.

3.6 *Impédance de référence*

Impédance conventionnelle utilisée pour calculer ou mesurer la perturbation produite par un appareil.

dances considerably lower than the reference impedance. General consent may be declared for use of a type of appliance in a defined part of the supply system):

- equipment intended exclusively for professional purposes;
- appliances and equipment without automatic control means;
- appliances producing less than one voltage change per hour;
- appliances producing more than 1 800 voltage changes per minute;
- disturbances caused by manual switching.

2. Object

The object of this standard is to specify:

- a) limits of voltage fluctuations which may be produced by an individual appliance, when tested under specified conditions;
- b) methods of test and calculation.

Note. — These requirements should not be confused with requirements relating to the quality of the supply connected to the consumer.

3. Definitions

3.1 Control system

A combination of control apparatus or devices co-ordinated to execute a planned set of controls, or to maintain a pre-set value.

3.2 Programme (program) (of a control system)

A set of command and information signals necessary for the achievement of a specific sequence of operations.

3.3 Waveform (I.E.V. 101-05-04)

A representation of the local or the instantaneous value of a function defining the wave.

3.4 Cycle (I.E.V. 101-04-13)

The complete range of states or of values through which a phenomenon or a set of quantities passes in a given repeatable order.

3.5 Cycle of operation (I.E.V. 151-03-03)

A series of operations that may be repeated at will or automatically.

3.6 Reference impedance

A conventional impedance used to calculate or measure the disturbance caused by an appliance.

3.7 *(Composante) harmonique* (V.E.I. 101-04-39)

Composante d'un rang supérieur à 1 du développement en série de Fourier d'une grandeur périodique.

3.8 *Taux d'harmoniques – Distorsion harmonique* (V.E.I. 101-04-43)

Rapport de la valeur efficace du résidu harmonique à celle de la grandeur alternative.

3.9 *Variation de tension* (voir figure 2, page 36)

Variation de la valeur efficace (ou de la valeur de crête) de la tension d'alimentation, entre deux niveaux adjacents, chacun d'eux se maintenant pendant des durées définies mais non spécifiées.

3.10 *Grandeur d'une variation de tension* (voir figure 2)

Différence des valeurs efficaces (ou de crête) de la tension, résultant d'une variation de tension.

3.11 *Variation relative de tension* (voir figure 2)

Rapport de la grandeur d'une variation de tension à une valeur spécifiée de tension.

3.12 *Durée d'une variation de tension* (voir figures 1 et 2, page 36)

Intervalle de temps pendant lequel la tension croît ou décroît de la valeur initiale à la valeur finale.

3.13 *Intervalle entre variations de tension* (voir figure 2)

Intervalle de temps entre le début d'une variation de tension et le début de la variation de tension suivante.

3.14 *Fluctuation de tension* (voir figures 1 et 2)

Série de variations de tension ou variation cyclique de l'enveloppe de l'onde de tension.

3.15 *Fluctuation sinusoïdale de tension* (voir figure 1)

Fluctuation de tension dans laquelle la forme d'onde de la fluctuation est sinusoïdale.

3.16 *Amplitude de la fluctuation de tension* (voir figures 1 et 2)

Au cours d'une fluctuation de tension, différence entre les valeurs maximale et minimale de la tension.

3.17 *Nombre de variations de tension par unité de temps*

Nombre de variations de tension se produisant par unité de temps

Note. — Il est recommandé de ne pas confondre cette notion avec le nombre de périodes par seconde de la tension d'alimentation et de ne pas utiliser le terme «fluctuations par seconde».

3.18 *Flicker (papillotement)*

Impression subjective de fluctuation de la luminance.

Note. — Il est conseillé de ne pas employer le terme «flicker» à la place de «fluctuation de tension».

3.7 *Harmonic (component)* (I.E.V. 101-04-39)

A component of order greater than 1 of the Fourier series of a periodic quantity.

3.8 *(Total) harmonic distortion* (I.E.V. 101-04-43)

The ratio of the r.m.s. value of the harmonic content to the r.m.s. value of the alternating quantity.

3.9 *Voltage change* (see Figure 2, page 36)

A variation of the r.m.s. (or peak) value of the supply voltage between two adjacent levels each of which is sustained for definite but unspecified times.

3.10 *Magnitude of a voltage change* (see Figure 2)

The difference between the r.m.s. (or peak) values of the voltage, before and after a voltage change.

3.11 *Relative voltage change* (see Figure 2)

The ratio of the magnitude of a voltage change to a specified value of the voltage.

3.12 *Duration of a voltage change* (see Figures 1 and 2, page 36)

Interval of time for the voltage to increase or decrease from the initial value to the final value.

3.13 *Voltage change interval* (see Figure 2)

Interval of the time which elapses from the beginning of one voltage change to the beginning of the next voltage change.

3.14 *Voltage fluctuation* (see Figures 1 and 2)

A series of voltage changes or a cyclical variation of the voltage envelope.

3.15 *Sinusoidal voltage fluctuation* (see Figure 1)

Voltage fluctuation of which the fluctuation waveform is sinusoidal.

3.16 *Magnitude of a voltage fluctuation* (see Figures 1 and 2)

During a voltage fluctuation, the difference between the maximum and minimum values of voltage.

3.17 *Rate of occurrence of voltage changes*

The number of voltage changes occurring per unit of time.

Note. — This should not be confused with the number of cycles per second at the mains supply voltage. The term “fluctuations per second” should not be used.

3.18 *Flicker*

Subjective impression of fluctuating luminance.

Note. — The term “flicker” should not be used instead of “voltage fluctuation”.

3.19 Flickermètre

Appareil destiné à mesurer toute grandeur représentative de la fluctuation de luminance.

4. Formes types de fluctuations de tension

Il existe différents types de fluctuations de tension qui requièrent des méthodes d'évaluation différentes.

Pour les besoins de cette norme, les formes de fluctuations de tension sont classées de la manière suivante:

type a): suite de variations de tension périodiques de forme rectangulaire et d'amplitudes égales (par exemple manœuvre de charges purement résistives) (voir figure 3a, page 37);

type b): suite de variations de tension de forme rectangulaire, distribuées irrégulièrement dans le temps: leurs amplitudes peuvent être égales ou non et peuvent être de sens positif ou négatif (par exemple manœuvre de charges multiples) (voir figure 3b, page 37);

type c): variations de tension clairement séparées qui ne sont pas toutes des variations en créneaux (par exemple, manœuvre de charges non résistives) (voir figure 3c, page 37);

type d): variations de tension aléatoires ou continues (par exemple, charges à variation cycliques ou aléatoires) (voir figure 3d, page 37).

A noter que deux variations ou plus dans le même sens, se produisant dans une période totale de 30 ms au plus, sont considérées comme une seule variation (voir figure 5, page 40).

Le type de fluctuation de tension peut se déduire des caractéristiques de l'appareil, ou être observé par un instrument.

5. Conditions d'essai

Les essais effectués pour démontrer la conformité aux limites sont des essais de type.

5.1 Appareil

Un seul appareil peut comporter plusieurs circuits commandés séparément. Chaque circuit est considéré comme un appareil séparé s'il est destiné à être utilisé indépendamment, à condition que les commandes ne soient pas synchronisées de manière à commuter au même instant, à moins que:

- a) cela ne se produise par hasard;
- b) cela ne se produise par l'utilisation d'un chronorupteur;
- c) la synchronisation ne soit prévue pour couper une seule charge au moment où une autre est mise en circuit.

Plusieurs circuits destinés à être utilisés indépendamment peuvent être commandés par commutation synchronisée automatique, à condition que la charge combinée ne produise pas de fluctuations de tension au-delà des limites indiquées à l'article 6.

3.19 Flickermeter

Instrument designed to measure quantities related to luminance fluctuation.

4. Types of voltage fluctuation waveform

There are various types of voltage fluctuation, requiring the use of different assessment methods.

For the purpose of this standard, voltage fluctuation waveforms are classified as follows:

Type a): periodic rectangular voltage changes of equal magnitudes (e.g. switching of single resistive loads) (see Figure 3a, page 37);

Type b): a series of step changes of voltage which are irregular in time. Their magnitudes may be equal or not, and in either the negative or positive direction (e.g. switching of multiple loads) (see Figure 3b, page 37);

Type c): clearly separated voltage changes which are not all step changes (e.g. switching of non-resistive loads) (see Figure 3c, page 37);

Type d): a series of random or continuous voltage fluctuations (e.g. cyclic or randomly changing loads) (see Figure 3d, page 37).

Note that two or more changes in the same direction occurring in a total period of not more than 30 ms are considered to be a single change (see Figure 5, page 40).

The type of voltage fluctuation may be deduced from the characteristics of the appliance, or observed by instrumentation.

5. Test conditions

Tests made to show compliance with the limits are type tests.

5.1 Appliance

One appliance may have several separately controlled circuits. Each circuit is considered as a single appliance if it is intended to be used independently, provided that the controls are not synchronized to switch at the same instant, other than where:

- a) this occurs at random;
- b) this occurs through the use of a time-switch;
- c) the synchronization is arranged to switch one load off at the same time as another is switched on.

Several circuits intended to be used independently may be controlled by automatic synchronized switching, provided that the combined load does not produce voltage fluctuations exceeding the limits given in Clause 6.

Si le système de commande ne contrôle qu'une partie de la charge totale, seules les fluctuations de tension produites par la partie variable de la charge sont à prendre en considération.

Les mesures et les calculs doivent être effectués à la charge normale ou dans les conditions de dégagement utile de chaleur et dans les conditions normales de fonctionnement. Les réglages de commande accessibles à l'utilisateur ou les programmes automatiques sont choisis de façon à produire les perturbations les plus défavorables.

On trouvera généralement la définition de la charge normale dans la publication appropriée de la CEI relative à l'appareil concerné.

5.2 Alimentation

5.2.1 Tension

La tension du circuit d'essai ouvert doit être égale à la tension assignée de l'appareil.

Pour les appareils ayant plusieurs tensions assignées, les mesures ou les calculs seront effectués à la tension assignée ou aux tensions assignées provoquant les variations de tension les plus défavorables.

La méthode de mesure doit permettre de s'assurer que la fluctuation de la tension d'essai n'affectera pas défavorablement le résultat.

Quant aux détails et tolérances, voir l'article A3 de l'annexe A.

5.2.2 Impédance de référence

L'impédance de référence est une impédance conventionnelle utilisée pour calculer ou mesurer la perturbation produite par un appareil.

Les caractéristiques de l'impédance de référence et le mode de raccordement sont classifiés en fonction du système d'alimentation.

Note. — La Publication 725 de la CEI, Considérations sur les impédances de références à utiliser pour la détermination des caractéristiques de perturbation des appareils électrodomestiques et les équipements analogues, présente les considérations qui ont conduit au choix des impédances de références spécifiées.

La méthode d'essai doit permettre de s'assurer que les incertitudes affectant la valeur de l'impédance interne de la source d'essai n'affectent pas défavorablement le résultat.

Quant aux détails et tolérances, voir l'article A3 de l'annexe A.

5.2.2.1 Alimentations triphasées, à quatre fils, 230/400 V, 50 Hz

Les impédances de référence, correspondant au raccordement des appareils, soit entre phases, soit entre phase et neutre, sont indiquées à la figure 9, page 43.

Les impédances des divers éléments sont les suivantes:

$$R_A = 0,24 \, \Omega$$

$$jX_A = j\omega L_A = j0,15 \, \Omega \text{ à } 50 \, \text{Hz}$$

$$R_N = 0,16 \, \Omega$$

$$jX_N = j\omega L_N = j0,10 \, \Omega \text{ à } 50 \, \text{Hz}$$

If the control system regulates only part of the total load, the voltage fluctuations produced by the variable part of the load only are to be considered.

The measurement and calculations shall be made under normal load or with heat as generated in normal use and under normal operating conditions. Control settings accessible to the user or automatic programmes are selected to produce the most unfavourable disturbances.

A definition of the normal load can usually be found in the appropriate IEC publication corresponding to the appliance.

5.2 Supply

5.2.1 Voltage

The open circuit test voltage shall be the rated voltage of the equipment.

For equipment having more than one rated voltage, the measurement or calculation shall be made at the rated voltage, or voltages, producing the most unfavourable voltage changes.

The method of measurement shall ensure that fluctuation of the test voltage does not adversely affect the result.

For details and tolerances, see Clause A3 of Appendix A.

5.2.2 Reference impedance

The reference impedance is a conventional impedance used to calculate or measure the disturbance caused by an appliance.

Characteristics of the reference impedance and connection arrangements are classified according to the system of supply.

Note. — IEC Publication 725: Considerations on Reference Impedances for Use in Determining the Disturbance Characteristics of Household Appliances and Similar Electrical Equipment, discusses the considerations that led to the choice of the specified reference impedances.

The method of test shall ensure that uncertainties in the value of the internal impedance of the test source do not adversely affect the result.

For details and tolerances, see Clause A3 of Appendix A.

5.2.2.1 Three-phase, four-wire, 230/400 V supplies, 50 Hz

The reference impedances relating to the connection of appliances between phases or from phase-to-neutral are shown in Figure 9, page 43.

The impedances of the various elements are as follows:

$$R_A = 0.24 \, \Omega$$

$$jX_A = j\omega L_A = j0.15 \, \Omega \text{ at } 50 \text{ Hz}$$

$$R_N = 0.16 \, \Omega$$

$$jX_N = j\omega L_N = j0.10 \, \Omega \text{ at } 50 \text{ Hz}$$

5.2.2.2 Alimentations monophasées, à deux fils, 230 V, 50 Hz

L'impédance de référence à utiliser est la suivante:

$(R_A + R_N) + j(X_A + X_N) = 0,4 \Omega + j 0,25 \Omega$ entre phase et neutre à 50 Hz, comme indiqué à la figure 9, page 43.

5.2.2.3 Alimentations monophasées, à trois fils, normalement de 115/230 V, 50 Hz et 60 Hz

Les impédances de référence, correspondant au raccordement des appareils, soit à la tension la plus basse, soit à la plus élevée, sont indiquées à la figure 10, page 43.

Les impédances des divers éléments sont les suivantes:
(valeurs à l'étude).

5.3 Période d'observation

Pour les estimations, la période d'observation doit comprendre la partie du temps total de fonctionnement au cours duquel l'appareil produit la séquence la moins favorable de variations de tension.

La période d'observation ne doit pas être inférieure à 5 min et ne doit pas dépasser 15 min.

Pour les appareils qui s'arrêtent automatiquement à la fin d'un cycle de fonctionnement qui ne dure pas plus de 5 min, le cycle doit être répété jusqu'à ce qu'on ait observé dix variations de tension. La durée minimale pour faire redémarrer l'appareil doit être incluse dans la période d'observation.

Pour les appareils dont le cycle de fonctionnement est supérieur à 5 min, la période d'observation doit être égale, soit à la durée d'un cycle de fonctionnement, soit à 15 min, selon la durée la plus courte.

6. Evaluation des fluctuations de tension

Pour évaluer les fluctuations de tension, l'impédance de l'alimentation de l'appareil doit être égale à l'impédance de référence décrite au paragraphe 5.2.2. La conformité de l'appareil à la présente norme est vérifiée en déterminant les fluctuations de la valeur efficace de la tension aux bornes de l'appareil, pendant la période d'observation définie au paragraphe 5.3, l'appareil fonctionnant à sa charge normale.

Quant aux détails et tolérances, voir l'article A3 de l'annexe A.

Tous les types de fluctuations de tension peuvent être évalués au moyen d'un flickermètre.

Quelques types de fluctuations de tension peuvent être évalués par le calcul, et quelques types peuvent l'être par la mesure.

Le tableau I fournit un résumé des méthodes d'évaluation des fluctuations de tension, dont les formes types sont décrites à l'article 4.

5.2.2.2 *Single-phase, two-wire, 230 V supplies, 50 Hz*

The reference impedance to be used shall be:

$(R_A + R_N) + j(X_A + X_N) = 0.4 \Omega + j 0.25 \Omega$ phase-to-neutral at 50 Hz, as shown in Figure 9, page 43.

5.2.2.3 *Single-phase, three-wire supplies, typically 115/230 V, 50 Hz and 60 Hz*

The reference impedances relating to the connection of appliances at the lower or the higher voltage are shown in Figure 10, page 43.

The impedances of the various elements are as follows:
(values under consideration).

5.3 *Observation period*

The observation period to be used in the assessment shall include that part of the whole operation time in which the appliance produces the most unfavourable sequence of voltage changes.

The observation period shall be not less than 5 min and not more than 15 min.

For appliances that stop automatically at the end of a cycle of operation which lasts for no more than 5 min, the cycle shall be repeated until ten voltage changes have been observed. The minimum time to restart the appliance shall be included in this observation period.

For appliances with a cycle of operation exceeding 5 min, the observation period shall be either the duration of the cycle of operations or 15 min, whichever is the shorter.

6. **Assessment of voltage fluctuations**

For assessment of voltage fluctuations, the impedance of the supply to the appliance shall be equal to the reference impedance as described in Sub-clause 5.2.2. Compliance with this standard is checked by finding the changes in r.m.s. voltage at terminals of the appliance when it is operating under normal load for the observation period defined in Sub-clause 5.3.

For details and tolerances, see Clause A3 of Appendix A.

All types of voltage fluctuations may be assessed by the use of a flickermeter.

Some types of voltage fluctuations may be assessed by calculation and some types may be assessed by measurement.

Table I summarizes the methods for assessment of voltage fluctuations of types described in Clause 4.

TABLEAU I

Résumé des méthodes d'évaluation

Forme type des fluctuations de tension	Courant: distorsion harmonique totale inférieure à 5%	Courant: distorsion harmonique totale égale ou supérieure à 5%
a) ou b) ou c)	<i>Mesure directe du flicker:</i> Flickermètre ou <i>Mesure de tension:</i> Calculer $\Delta U/U$ à partir des caractéristiques de conception ou à partir des mesures directes (valeurs de crête ou efficaces) ou <i>Mesure du courant:</i> Calculer $\Delta U/U$ à partir des mesures de I (valeurs de crête ou efficaces) et $\cos \varphi$ ou <i>Mesure de puissances:</i> Calculer $\Delta U/U$ à partir des mesures de I_p et I_q	<i>Mesure directe du flicker:</i> Flickermètre ou <i>Mesure de tension:</i> Calculer $\Delta U/U$ à partir des caractéristiques de conception ou par mesure directe des valeurs efficaces des demi-alternances ou <i>Mesure de puissances:</i> Calculer $\Delta U/U$ à partir des mesures de I_p et I_q
d)	<i>Mesure directe du flicker:</i> Flickermètre	<i>Mesure directe du flicker:</i> Flickermètre

6.1 *Mesure directe au flickermètre*

Tous les types de fluctuations de tension peuvent être évalués au moyen d'un flickermètre. Un flickermètre donnera une indication directe du flicker gênant produit par l'appareil en essai lorsqu'il est branché comme indiqué à l'article 5.

Les prescriptions auxquelles doivent satisfaire les flickermètres sont décrites dans l'annexe B.

La vérification de la conformité à la norme résultant de mesure par un flickermètre répondant à l'annexe B est suffisante pour que l'appareil en essai soit accepté.

6.2 *Evaluation analytique*6.2.1 *Fluctuations de tension de type a)*

La grandeur de chaque variation de tension des fluctuations de type a) doit être déterminée par l'une des méthodes suivantes:

- I) La grandeur des variations de tension, correspondant aux fluctuations de type a), peut être déterminée, selon les cas, soit par calcul (voir annexe A, article A1), soit par mesure (voir annexe A, article A3).
- II) Si la distorsion du courant d'entrée est faible (inférieure à 5%), le courant d'entrée fourni à l'appareil peut être déterminé soit par calcul (voir annexe A, article A2, point b)), soit par mesure (voir annexe A, article A2, point a)).

TABLE I

Summary of assessment methods

Type of voltage fluctuation waveform	Current: total harmonic distortion less than 5%	Current: total harmonic distortion 5% or more
a) or b) or c)	<i>Direct flicker measurement:</i> Flickermeter or <i>Voltage measurement:</i> Calculate $\Delta U/U$ from design characteristics or from direct measurements (peak or r.m.s. values) or <i>Current measurement:</i> Calculate $\Delta U/U$ from measurements of I (peak or r.m.s. values) and $\cos \varphi$ or <i>Power measurement:</i> Calculate $\Delta U/U$ from measurements of I_p and I_q	<i>Direct flicker measurement:</i> Flickermeter or <i>Voltage measurement:</i> Calculate $\Delta U/U$ from design characteristics or from direct measurement of half wave r.m.s. values or <i>Power measurement:</i> Calculate $\Delta U/U$ from measurements of I_p and I_q
d)	<i>Direct flicker measurement:</i> Flickermeter	<i>Direct flicker measurement:</i> Flickermeter

6.1 Direct flicker measurement

All types of voltage fluctuation may be assessed by the use of a flickermeter. A flickermeter shall provide a direct indication of annoying flicker produced by the appliance under test, when connected as described in Clause 5.

The requirements which flickermeters shall meet are described in Appendix B.

Verification of the conformity to the standard resulting from measurements by any flicker-meter complying with Appendix B is sufficient for the acceptance of the appliance under test.

6.2 Analytical assessment**6.2.1 Type a) voltage fluctuations**

The magnitude of each voltage change of a Type a) voltage fluctuation shall be determined by one of the following methods:

- I) The magnitude of the voltage changes, corresponding to fluctuations of Type a), may be determined either by calculation (see Appendix A, Clause A1) or by measurement (see Appendix A, Clause A3), according to the conditions.
- II) When there is negligible distortion of the current taken by the appliance (less than 5%), the current may be determined by calculation (see Appendix A, Clause A2, Item b)) or by measurement (see Appendix A, Clause A2, Item a)).

Si le courant est fortement déformé (distorsion harmonique totale supérieure à 5%), pour obtenir une valeur approchée, il est nécessaire de mesurer les composantes en phase et en quadrature de l'onde de courant par rapport à la tension d'alimentation, ou les puissances active et réactive.

Si les demi-périodes successives de l'onde de courant ne sont pas de même amplitude, le courant sera déterminé par

$$\sqrt{\frac{1}{2}(I_1^2 + I_2^2)}$$

où I_1 et I_2 sont les valeurs efficaces des amplitudes des deux demi-périodes.

III) La conformité des appareils produisant des fluctuations de tension de type *a*) est vérifiée par application directe de la courbe limite de la figure 4a, page 38. (On peut utiliser, sans inconvénient, la figure 4b, page 39, ou le tableau II, voir le paragraphe 6.2.2.)

Le tableau II ou la figure 4b donne le «temps de mémoire» Δt (s) qui résulte d'une variation de tension (variation en crêneaux) $\Delta U/U$.

La grandeur des variations de tension ne doit pas dépasser la valeur limite correspondant au nombre des variations de tension par minute.

6.2.2 Fluctuations de tension de type *b*)

La grandeur de chaque variation de tension de type *b*) doit être déterminée de la même façon que pour le type *a*) (voir paragraphe 6.2.1).

La conformité de l'appareil produisant des fluctuations de tension de type *b*) peut être vérifiée en appliquant la méthode analytique.

Dans cette méthode, on détermine la grandeur de chaque variation de tension (voir paragraphe 3.10) et on exprime chaque variation de tension en terme de pourcentage de la variation de tension $\Delta U/U\%$. On trouve le «temps de mémoire» correspondant à chaque variation de tension dans le tableau II ou la figure 4b.

Le critère de conformité est que la somme des temps de mémoire de toutes les variations relevées pendant la période d'observation ne doit pas dépasser la durée de cette période d'observation (définie au paragraphe 5.3).

On ne peut appliquer la méthode analytique que si le nombre de variations de tension est inférieur à 1 000 par minute (soit approximativement 17 par seconde).

If there is significant distortion of the current (total harmonic distortion greater than 5%), it is, for an approximation, necessary to measure the in-phase and quadrature components of the current waveform, relative to the supply voltage, or active and reactive power.

If the alternate half-cycles of the current waveform are not of the same amplitude, the current shall be assessed by

$$\sqrt{\frac{1}{2}(I_1^2 + I_2^2)}$$

where I_1 and I_2 are the r.m.s. amplitudes of the two different half-cycles.

III) Compliance for appliances producing fluctuations of Type *a*) is verified by direct use of the limit curve shown in Figure 4a, page 38. (For convenience Figure 4b, page 39, or Table II can be used, see Sub-clause 6.2.2.)

Table II or Figure 4b gives the "memory time" Δt (s) which is caused by a given relative voltage change (step change) $\Delta U/U$.

The magnitude of the voltage change must not exceed the limit value shown on the curve for the appropriate number of voltage changes per minute.

6.2.2 Type *b*) voltage fluctuations

The magnitude of each voltage change of a Type *b*) voltage fluctuation shall be determined in the same way as for Type *a*) (see Sub-clause 6.2.1).

Compliance of appliances producing Type *b*) voltage fluctuations may be checked by applying the analytical method.

In this method, the magnitude of each voltage change (see Sub-clause 3.10) shall be determined, and each change shall be expressed as a percentage voltage change $\Delta U/U\%$. The "memory time" for each change is given in Table II or Figure 4b.

The requirement for conformity is that the sum of the memory times for all the changes noted during the observation period shall not exceed the duration of the observation period (as defined in Sub-clause 5.3).

This analytical method may only be used if the number of voltage changes is less than 1 000 per minute (approximately 17 per second).

TABLEAU II

Variations par minute et temps de mémoire en secondes pour différentes variations relatives de tension

$\Delta U/U(\%)$	Variations/min	$t(s)$
3,0	0,0167	-
3,0	0,76	79
2,9	0,84	71
2,8	0,95	63,5
2,7	1,06	56,5
2,6	1,20	50,0
2,5	1,36	44,1
2,4	1,55	38,7
2,3	1,78	33,7
2,2	2,05	29,2
2,1	2,39	25,2
2,0	2,79	21,5
1,9	3,29	18,2
1,8	3,92	15,3
1,7	4,71	12,7
1,6	5,72	10,5
1,5	7,04	8,5
1,4	8,79	6,8
1,3	11,16	5,4
1,2	14,44	4,16
1,1	19,10	3,14
1,0	26,6	2,26
0,95	32,0	1,88
0,90	39,0	1,54
0,85	48,7	1,23
0,80	61,8	0,97
0,75	80,5	0,75
0,70	110	0,55
0,65	175	0,343
0,60	275	0,218
0,55	380	0,158
0,50	475	0,126
0,45	580	0,103
0,40	690	0,087
0,35	795	0,076
0,29	1 052	0,057
0,30	1 180	-
0,35	1 400	-
0,40	1 620	-
0,45	1 800	-

Note. — Les valeurs indiquées dans le tableau sont les coordonnées (arrondies) définissant la courbe représentée aux figures 4a et 4b, pages 38 et 39 respectivement.

6.2.3 Fluctuations de tension de type c)

La mesure directe au flickermètre (voir paragraphe 6.1) est la méthode préférée pour l'évaluation des fluctuations de tension de type c). Par commodité, on peut utiliser la méthode analytique pour obtenir une évaluation approchée (voir paragraphe 6.2.2).

Dans la méthode analytique, chaque variation de tension qui n'est pas du type en créneau est représentée par son créneau équivalent. Le créneau équivalent a la même grandeur que la

TABLE II

Changes per minute and memory times in seconds for various relative voltage changes

$\Delta U/U(\%)$	Changes/min	$t(s)$
3.0	0.0167	—
3.0	0.76	79
2.9	0.84	71
2.8	0.95	63.5
2.7	1.06	56.5
2.6	1.20	50.0
2.5	1.36	44.1
2.4	1.55	38.7
2.3	1.78	33.7
2.2	2.05	29.2
2.1	2.39	25.2
2.0	2.79	21.5
1.9	3.29	18.2
1.8	3.92	15.3
1.7	4.71	12.7
1.6	5.72	10.5
1.5	7.04	8.5
1.4	8.79	6.8
1.3	11.16	5.4
1.2	14.44	4.16
1.1	19.10	3.14
1.0	26.6	2.26
0.95	32.0	1.88
0.90	39.0	1.54
0.85	48.7	1.23
0.80	61.8	0.97
0.75	80.5	0.75
0.70	110	0.55
0.65	175	0.343
0.60	275	0.218
0.55	380	0.158
0.50	475	0.126
0.45	580	0.103
0.40	690	0.087
0.35	795	0.076
0.29	1 052	0.057
0.30	1 180	—
0.35	1 400	—
0.40	1 620	—
0.45	1 800	—

Note. — The values in the table are the (rounded) co-ordinates defining the curve shown in Figures 4a and 4b, pages 38 and 39 respectively.

6.2.3 Type c) voltage fluctuations

Direct flicker measurement (see Sub-clause 6.1) is preferred for the assessment of Type c) voltage fluctuations. For convenience, the analytical method may be used to provide an approximate assessment (see Sub-clause 6.2.2).

In the analytical method, each voltage change which is not of the step type is represented by an equivalent step change. The equivalent step change has the same magnitude as the actual

variation de tension réelle. La position de ce créneau est choisie de manière que l'aire sous la courbe de tension soit la même que pour le créneau équivalent et pour la variation de tension réelle (voir figure 5, page 40).

L'évaluation de fluctuations de tension de type *c*) a tendance à donner des résultats pessimistes quand on emploie la méthode du créneau équivalent, dans la méthode analytique.

Si un appareil est jugé acceptable par cette méthode, il satisfait à la norme. S'il est jugé inacceptable sur cette base, le contrôle peut être sanctionné par une mesure directe au flickermètre (voir paragraphe 6.1).

6.2.4 *Fluctuations de tension de type d)*

Les fluctuations de tension de type *d*) sont évaluées par mesure directe au flickermètre (voir paragraphe 6.1).

6.3 *Variations de tension produites par le démarrage de moteurs d'appareils*

A l'étude.

voltage change. The equivalent step change is chosen so that the area under the voltage curve is the same for the equivalent step change and the actual change (see Figure 5, page 40).

Assessment of Type *c*) voltage changes by the use of equivalent step changes in the analytical method tends to give pessimistic results.

If an appliance is found to be acceptable by this method, it complies with the standard. If found to be unacceptable on this basis, compliance may be established by direct flicker measurement (see Sub-clause 6.1).

6.2.4 *Type d) voltage fluctuations*

A direct flicker measurement (see Sub-clause 6.1) is required for Type *d*) voltage fluctuations.

6.3 *Voltage changes produced by the starting of appliance motors*

Under consideration.

ANNEXE A

CALCUL ET MESURE

A1. Calcul de la grandeur des variations de tension

La grandeur des variations de tension se calcule au moyen des formules indiquées aux paragraphes A1.1 et A1.2.

Dans les formules:

- les quantités soulignées se rapportent à un phaseur (par exemple $\underline{U}$ est un phaseur de tension). Les quantités entre barres concernent les modules de phaseurs (par exemple $|\underline{U}_2|$);

$\underline{U}_1$ = tension aux bornes de l'appareil, sans passage de courant

$\underline{U}_2$ = tension aux bornes de l'appareil lorsque le courant passe

$\left. \begin{array}{l} \underline{U}_{RN1} \\ \underline{U}_{TN1} \end{array} \right\}$ = tensions entre phase et neutre aux bornes de l'appareil, sans passage de courant

$\left. \begin{array}{l} \underline{U}_{RN2} \\ \underline{U}_{TN2} \end{array} \right\}$ = tensions entre phase et neutre aux bornes de l'appareil lorsque le courant passe

$\underline{U}_{TR2}$ = tension entre phases aux bornes de l'appareil lorsque le courant passe

$\underline{I}$ = courant non déformé fourni à l'appareil

I_p = composante fondamentale en phase du courant déformé fourni à l'appareil

I_q = composante fondamentale en quadrature du courant déformé fourni à l'appareil

P = puissance active absorbée par l'appareil

Q = puissance réactive absorbée par l'appareil

Les impédances de référence sont définies au paragraphe 5.2.2.

R_A = résistance d'un conducteur de phase

R_N = résistance d'un conducteur neutre

X_A = réactance d'un conducteur de phase

X_N = réactance d'un conducteur neutre.

Note. — Dans le cas d'un équipement comportant plusieurs charges qui provoquent des fluctuations de type *b*), on pourra adopter la tension entre bornes de l'appareil immédiatement avant le changement de charge comme valeur pour $\underline{U}_1$, $\underline{U}_{RN1}$ ou $\underline{U}_{TN1}$.

A1.1 Variations de tension obtenues par calcul ou mesure de courant

a) Appareil monophasé connecté entre phase et neutre (voir figure 6, page 40)

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{|\underline{U}_1| - |\underline{U}_2|}{|\underline{U}_1|} (\%) = \frac{|[(R_A + R_N) + j(X_A + X_N)] \underline{I} + \underline{U}_2| - |\underline{U}_2|}{|[(R_A + R_N) + j(X_A + X_N)] \underline{I} + \underline{U}_2|} \quad (1)$$

où:

$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|}$ = variation relative de tension, en pourcentage, de la tension à vide $\underline{U}_1$ (lorsque la charge raccordée est coupée).

APPENDIX A

CALCULATION AND MEASUREMENT

A1. Calculation of the magnitude of the voltage changes

The magnitude of the voltage changes is calculated from the formulae stated in Sub-clauses A1.1 and A1.2.

In the formulae:

- underlined quantities denote phasor quantities (e.g. $\underline{U}$ is a voltage phasor). Quantities between bars are resultant phasor lengths (e.g. $|\underline{U}_2|$);

$\underline{U}_1$ = voltage at the terminals of the appliance when current is not flowing

$\underline{U}_2$ = voltage at the terminals of the appliance when current is flowing

$\left. \begin{array}{l} \underline{U}_{RN1} \\ \underline{U}_{TN1} \end{array} \right\}$ = phase-to-neutral voltages at the terminals of the appliance when current is not flowing

$\left. \begin{array}{l} \underline{U}_{RN2} \\ \underline{U}_{TN2} \end{array} \right\}$ = phase-to-neutral voltages at the terminals of the appliance when current is flowing

$\underline{U}_{TR2}$ = voltage between phases at the terminals of the appliance when current is flowing

$\underline{I}$ = undistorted current supplied to the appliance

I_p = in-phase fundamental component of a distorted current supplied to the appliance

I_q = quadrature fundamental component of a distorted current supplied to the appliance

P = active power absorbed by the appliance

Q = reactive power absorbed by the appliance

The reference impedances are defined in Sub-clause 5.2.2.

R_A = resistance of a phase conductor

R_N = resistance of a neutral conductor

X_A = reactance of a phase conductor

X_N = reactance of a neutral conductor.

Note. – In the case of equipment having several loads which cause Type b) fluctuations, the voltage across the equipment terminals immediately before a load change should be taken as the value of $\underline{U}_1$, $\underline{U}_{RN1}$ or $\underline{U}_{TN1}$.

A1.1 Voltage changes derived from current measurements or calculations

a) *Single-phase appliance connected between phase and neutral* (see Figure 6, page 40)

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{|\underline{U}_1| - |\underline{U}_2|}{|\underline{U}_1|} (\%) = \frac{|[(R_A + R_N) + j(X_A + X_N)] \underline{I} + \underline{U}_2| - |\underline{U}_2|}{|[(R_A + R_N) + j(X_A + X_N)] \underline{I} + \underline{U}_2|} \quad (1)$$

where:

$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|}$ = relative voltage change expressed as a percentage of the no-load voltage $\underline{U}_1$ (when the switched load is in the off-state).

b) Appareil monophasé connecté entre deux phases (voir figure 7, page 41)

On considère, pour ce calcul, que les appareils sensibles aux fluctuations de tension (éclairage notamment) sont toujours connectés entre phase et neutre.

Considérons, par exemple, les phases R et T de réseau:

$$\frac{\Delta U_{RN}}{|\underline{U}_{RN1}|} = 100 \frac{|\underline{U}_{RN1}| - |\underline{U}_{RN2}|}{|\underline{U}_{RN1}|} (\%) \quad (2)$$

$$\frac{\Delta U_{TN}}{|\underline{U}_{TN1}|} = 100 \frac{|\underline{U}_{TN1}| - |\underline{U}_{TN2}|}{|\underline{U}_{TN1}|} (\%) \quad (3)$$

où:

$$\underline{U}_{RN1} = \frac{1}{\sqrt{3}} [\underline{U}_{TR2} + \underline{I}(2R_A + j2X_A)] e^{-j\frac{5\pi}{6}} \quad (4)$$

$$\underline{U}_{RN2} = \underline{U}_{RN1} + \underline{I}(R_A + jX_A) \quad (5)$$

$$\underline{U}_{TN1} = \frac{1}{\sqrt{3}} [\underline{U}_{TR2} + \underline{I}(2R_A + j2X_A)] e^{-j\frac{\pi}{6}} \quad (6)$$

$$\underline{U}_{TN2} = \underline{U}_{TN1} - \underline{I}(R_A + jX_A) \quad (7)$$

$$\frac{\Delta U_{RN}}{|\underline{U}_{RN1}|} = \text{variation relative de tension, en pourcentage, de la tension à vide } \underline{U}_{RN1}$$

$$\frac{\Delta U_{TN}}{|\underline{U}_{TN1}|} = \text{variation relative de tension, en pourcentage, de la tension à vide } \underline{U}_{TN1}$$

c) Appareil triphasé parfaitement équilibré, sans raccordement au neutre

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{|\underline{U}_2 + \underline{I}(R_A + jX_A)| - |\underline{U}_2|}{|\underline{U}_2 + \underline{I}(R_A + jX_A)|} (\%) \quad (8)$$

où:

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = \text{variation relative de tension, en pourcentage, de la tension à vide } \underline{U}_1$$

$$\underline{U}_2 = \text{tension entre phase et neutre lorsque le courant passe}$$

Formules simplifiées

Lorsque la commande agit sur des résistances pratiquement non inductives, les formules précédentes se simplifient et peuvent s'écrire:

a) Appareil monophasé connecté entre phase et neutre

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{(R_A + R_N) I}{|\underline{U}_1|} (\%) \quad (9)$$

b) Appareil monophasé connecté entre deux phases

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \sqrt{\frac{R_A^2 + X_A^2}{U_1^2}} I (\%) \quad (10)$$

Note. — Cette formule donne des valeurs exactes pour la phase présentant la plus grande fluctuation de tension si $R_A = \sqrt{3} X_A$; l'impédance de référence indiquée au paragraphe 5.2.2 donnera des erreurs inférieures à 3,3%.

c) Appareil triphasé parfaitement équilibré, sans raccordement au neutre

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{R_A I}{|\underline{U}_1|} (\%) \quad (11)$$

Note. — Dans ces formules simplifiées $\underline{U}_1$ est la tension entre phase et neutre.

b) Single-phase appliance connected between two phases (see Figure 7, page 41)

For the purposes of this calculation, it is assumed that appliances sensitive to voltage fluctuations (such as lamps) are always connected between phase and neutral.

Considering, for example, phase R and T of the network:

$$\frac{\Delta U_{RN}}{|\underline{U}_{RN1}|} = 100 \frac{|\underline{U}_{RN1}| - |\underline{U}_{RN2}|}{|\underline{U}_{RN1}|} (\%) \quad (2)$$

$$\frac{\Delta U_{TN}}{|\underline{U}_{TN1}|} = 100 \frac{|\underline{U}_{TN1}| - |\underline{U}_{TN2}|}{|\underline{U}_{TN1}|} (\%) \quad (3)$$

where:

$$\underline{U}_{RN1} = \frac{1}{\sqrt{3}} [\underline{U}_{TR2} + \underline{I}(2R_A + j2X_A)] e^{-j\frac{5\pi}{6}} \quad (4)$$

$$\underline{U}_{RN2} = \underline{U}_{RN1} + \underline{I}(R_A + jX_A) \quad (5)$$

$$\underline{U}_{TN1} = \frac{1}{\sqrt{3}} [\underline{U}_{TR2} + \underline{I}(2R_A + j2X_A)] e^{-j\frac{\pi}{6}} \quad (6)$$

$$\underline{U}_{TN2} = \underline{U}_{TN1} - \underline{I}(R_A + jX_A) \quad (7)$$

$$\frac{\Delta U_{RN}}{|\underline{U}_{RN1}|} = \text{relative resultant voltage change expressed as a percentage of the no-load voltage } \underline{U}_{RN1}$$

$$\frac{\Delta U_{TN}}{|\underline{U}_{TN1}|} = \text{relative resultant voltage change expressed as a percentage of the no-load voltage } \underline{U}_{TN1}$$

c) Perfectly balanced three-phase appliance without connection to neutral

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{|\underline{U}_2 + \underline{I}(R_A + jX_A)| - |\underline{U}_2|}{|\underline{U}_2 + \underline{I}(R_A + jX_A)|} (\%) \quad (8)$$

where:

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = \text{relative resultant voltage change as a percentage of the no-load voltage } \underline{U}_1$$

$$\underline{U}_2 = \text{voltage between phase and neutral when current is flowing}$$

Simplified formulae

Where the control operates on virtually non-inductive resistances, the foregoing formulae are simplified and may be re-written as follows:

a) Single-phase appliance connected between phase and neutral

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{(R_A + R_N) I}{|\underline{U}_1|} (\%) \quad (9)$$

b) Single-phase appliance connected between two phases

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \sqrt{\frac{R_A^2 + X_A^2}{U_1^2}} I (\%) \quad (10)$$

Note. — This formula gives exact values for the phase with the higher voltage fluctuation if $R_A = \sqrt{3} X_A$. The reference impedance given in Sub-clause 5.2.2 will give errors less than 3.3%.

c) Perfectly balanced three-phase appliance without connection to neutral

$$\frac{\Delta U}{|\underline{U}_1|} = 100 \frac{R_A I}{|\underline{U}_1|} (\%) \quad (11)$$

Note. — In the simplified formulae $\underline{U}_1$ is the voltage between phase and neutral.

A1.2 Variations de tension déduites de mesures de puissance ou de calculs de puissance

Exemple: Appareil monophasé connecté entre phase et neutre:

$$\frac{\Delta U}{|U_1|} = 100 \frac{I_p(R_A + R_N) + I_q(X_A + X_N)}{|U_1|} (\%) \quad (12)$$

Une approximation de cette formule est:

$$\frac{\Delta U}{|U_1|} \approx 100 \frac{P(R_A + R_N) + Q(X_A + X_N)}{|U_1|^2} (\%) \quad (13)$$

Note. — Les formules 12 et 13 peuvent fournir, pour la variation de tension, des valeurs légèrement par défaut par rapport à la valeur réelle. La précision dépend du facteur de puissance et croît avec la valeur réelle de la variation de tension.

Considérant un facteur de puissance compris entre 1 et 0,4, la formule 12 peut indiquer une variation de tension de 2,985% seulement (erreur: -0,5%) pour une valeur réelle de 3%.

De la même manière, la formule 13 peut indiquer une variation de tension de 2,895% seulement (erreur: -3,5%) pour une variation réelle de 3%.

A2. Détermination du courant ou des puissances

Dans les exemples traités aux paragraphes A1.1 et A1.2, les courants ou puissances peuvent être déterminés par mesure ou par calcul, comme indiqué ci-après:

a) Mesure

La méthode consiste à mesurer le courant (amplitude et angle de phase) ou les puissances fournies à l'appareil lorsqu'il est essayé dans les conditions indiquées à l'article 5.

Lorsque le système d'enclenchement-déclenchement fonctionne trop fréquemment pour permettre les mesures, les intervalles de fonctionnement peuvent, dans certains cas, être augmentés en verrouillant le dispositif de commande, à condition que cela ne modifie pas le courant absorbé par l'appareil.

Les appareils de mesure du courant et des puissances doivent avoir une précision d'au moins $\pm 1\%$.

b) Calcul

Le courant (amplitude et angle de phase) ou les puissances sont déterminées pour les valeurs nominales et le facteur de puissance de l'appareil, en adoptant pour valeur de U_2 une des valeurs 220/230/240 V ou 380/400/415 V.

Si la distorsion harmonique totale du courant est supérieure à 5%, il faut utiliser les mesures de puissance.

A3. Mesure directe des variations de tension

L'appareil doit être essayé dans les conditions indiquées à l'article 5.

Les variations relatives de tension, exprimées en valeurs efficaces ($\Delta U/U_{\text{eff}}$), doivent être déterminées avec une précision totale meilleure que $\pm 8\%$.

L'impédance totale du circuit d'essai, appareil à l'essai exclu, mais y compris l'impédance interne de la source d'alimentation, doit être égale à l'impédance de référence. La stabilité ainsi que la tolérance concernant l'impédance de référence doivent être telles que la précision globale de $\pm 8\%$ soit atteinte durant la procédure d'évaluation.

Si l'impédance de la source n'est pas bien définie, une impédance ayant une résistance et une inductance égales à celles de l'impédance de référence peut être connectée entre l'alimentation et les bornes de l'appareil.

A1.2 Voltage changes derived from power measurements or calculations

Example: Single-phase appliance connected between phase and neutral:

$$\frac{\Delta U}{|U_1|} = 100 \frac{I_p(R_A + R_N) + I_q(X_A + X_N)}{|U_1|} (\%) \quad (12)$$

An approximation of this formula is:

$$\frac{\Delta U}{|U_1|} \approx 100 \frac{P(R_A + R_N) + Q(X_A + X_N)}{|U_1|^2} (\%) \quad (13)$$

Note. — Formulae 12 and 13 may produce voltage change figures slightly lower than the actual values. The accuracy is dependent upon the power factor and increases with the actual voltage change.

Considering power factors between 1 and 0.4 formula 12 may indicate a change of only 2.985% (–0.5% error) for an actual change of 3%.

Similarly, formula 13 may indicate a change of only 2.895% (–3.5% error) for an actual change of 3%.

A2. Determination of current or powers

Considering the examples given in Sub-clauses A1.1 and A1.2 the current or powers can be determined either by measurement or by calculation as follows:

a) Measurement

This method consists of measuring the current (magnitude and phase angle) or power supplied to the appliance when tested under the conditions of Clause 5.

Where the on-off switching occurs too frequently for the measurements to be made, in some cases the intervals can be increased by locking the control device provided that this process does not modify the current taken by the appliance.

Apparatus to measure the current or power shall have an accuracy of $\pm 1\%$ or better.

b) Calculation

The current (magnitude and phase angle) or the powers are obtained from the nominal rating and the power factor of the apparatus, taking 220/230/240 V or 380/400/415 V as the value of U_2 .

If the total harmonic distortion of the current is greater than 5%, it is necessary to use power measurement.

A3. Direct measurement of the voltage changes

The equipment shall be tested under the conditions of Clause 5.

The relative changes in r.m.s. voltage ($\Delta U/U_{rms}$) shall be determined with a total accuracy of better than $\pm 8\%$.

The total impedance of the test circuit, excluding the appliance under test, but including the internal impedance of the supply source, shall be equal to the reference impedance. The stability and tolerance of the reference impedance shall be adequate to ensure that the overall accuracy of $\pm 8\%$ is achieved during the whole assessment procedure.

When the source impedance is not well defined, an impedance having resistance and inductance equal to the reference impedance may be connected between the supply and the appliance terminals.

Les mesures portent alors sur les différences de potentiel à la fois entre les bornes de l'alimentation et entre les bornes de l'appareil. Les variations de tension peuvent alors être calculées en utilisant la formule 1 donnée au paragraphe A1.1 de l'annexe A.

Comme indiqué au point a) de l'article A2, lorsque le système d'enclenchement-déclenchement fonctionne trop fréquemment pour permettre la mesure des variations de tension, les intervalles de fonctionnement peuvent, dans certains cas, être augmentés en verrouillant le dispositif de commande, à condition que cela ne modifie pas le courant absorbé par l'appareil.

Lorsque la commande agit sur des résistances pratiquement non inductives, les variations de tension peuvent être déterminées en utilisant les circuits de mesure simplifiés (voir les figures 8a et 8b, page 42).

- Figure 8a: Appareil monophasé.
- Figure 8b: Appareil triphasé équilibré sans raccordement au neutre

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60555-3:1982

Measurements can then be made of the voltages at the supply terminals and at the appliance terminals. The voltage changes can then be calculated using formula 1 given in Sub-clause A1.1 of Appendix A.

As shown in Item *a*) of Clause A2, where the on-off switching occurs too frequently for the voltage change to be measured, in some cases the intervals can be increased by locking the control devices provided that this process does not modify the current taken by the appliance.

Where the control operates on virtually non-inductive resistances, the voltage changes can be determined by using the simplified circuits for measurement (see Figures 8a and 8b, page 42).

- Figure 8a: Single-phase appliance.
- Figure 8b: Balanced three-phase appliance without connection to neutral.

ANNEXE B

CARACTÉRISTIQUES COMMUNES DES FLICKERMÈTRES

(A l'étude)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60555-3:1982

Withd2Wn

APPENDIX B

STANDARD CHARACTERISTICS FOR FLICKERMETERS

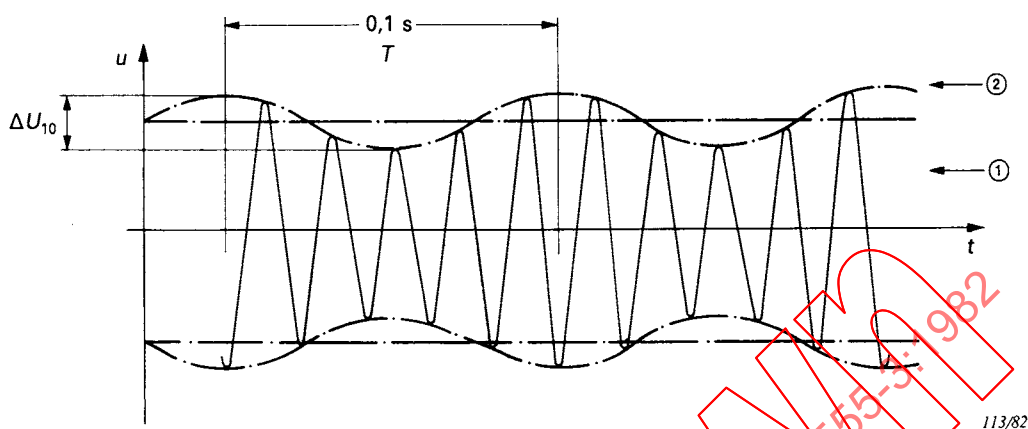
(Under consideration)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60555-3:1982

Withdrawn

Ces illustrations sont schématiques. On utilise les valeurs efficaces pour l'évaluation des fluctuations de tension.

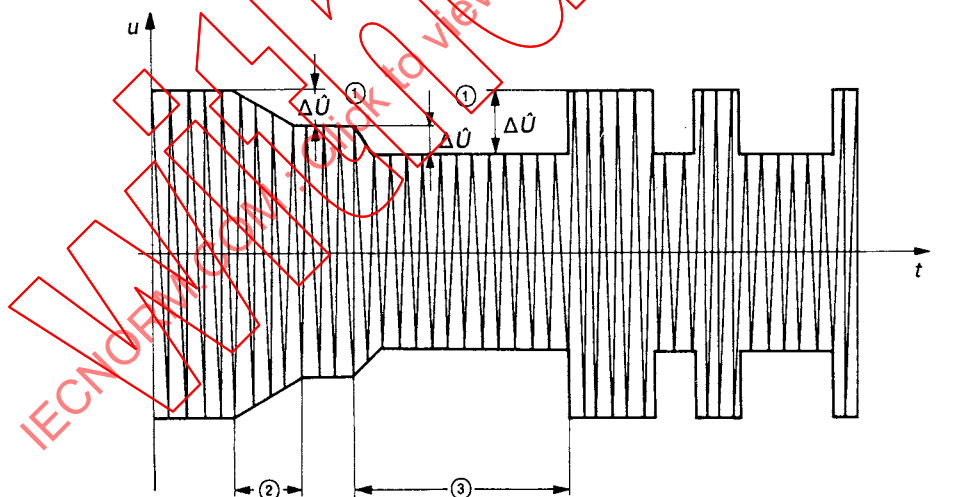
Illustrations are diagrammatic. R.M.S. values shall be used for assessment of voltage fluctuations.



- ① = tension instantanée
fréquence de réseau: 50 Hz
- ② = fluctuation de tension sinusoïdale
de grandeur ΔU_{10}

- ① = instantaneous voltage
network frequency: 50 Hz
- ② = sinusoidal voltage fluctuation of
magnitude ΔU_{10}

FIG. 1. — Fluctuation sinusoïdale de tension de fréquence 10 Hz.
Sinusoidal voltage fluctuation of 10 Hz frequency.



- ① = variation de tension de grandeur ΔU
Note. - La figure contient sept variations de tension.
- ② = durée de la variation de tension
- ③ = intervalle entre variations de tension

- ① = voltage change of magnitude ΔU
Note. - Seven voltage changes are shown on the figure.
- ② = duration of the voltage change
- ③ = voltage change interval

FIG. 2. — Représentation des variations de la tension de crête.
Illustration of peak voltage changes.