

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
RAPPORT DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT**

Publication 736

Première édition – First edition
1987

Équipement d'étalonnage de compteurs d'énergie électrique

Testing equipment for electrical energy meters



© CEI 1987

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 CIEI 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 CIEI et en consultant les documents ci-dessous:

- Bulletin de la CIEI
- Annuaire de la CIEI
- Catalogue des publications de la CIEI
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CIEI, Vocabulaire Electro-technique 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 CIEI, le lecteur consultera:

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

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

Publications de la CIEI établies par le même Comité d'Études

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CIEI préparées par le Comité d'Études 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 graphics' 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
RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT

Publication 736

Première édition – First edition
1982

Équipement d'étalonnage de compteurs d'énergie électrique

Testing equipment for electrical energy meters



© 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 Varembé
Genève, Suisse

Prix Fr. s. **44.-**
Price

SOMMAIRE

| | Pages |
|--|-------|
| PRÉAMBULE | 4 |
| PRÉFACE | 4 |
| Articles | |
| 1. Domaine d'application | 6 |
| 2. Unités de mesure et terminologie | 6 |
| 3. Précision | 8 |
| 4. Mode opératoire | 12 |
| 5. Qualités diélectriques | 16 |
| ANNEXE A -- Notes et indications complémentaires concernant l'équipement d'étalonnage de compteurs d'énergie électrique | 18 |
| ANNEXE B -- Notes concernant la définition des erreurs, les grandeurs de base, la précision et la détermination de ces erreurs | 24 |
| ANNEXE C -- Guide pour le contrôle initial d'un équipement d'étalonnage de compteur neuf | 32 |

CONTENTS

| | Page |
|--|------|
| FOREWORD | 5 |
| PREFACE | 5 |
| Clause | |
| 1. Scope | 7 |
| 2. Units and definitions | 7 |
| 3. Accuracy | 9 |
| 4. Testing procedure | 13 |
| 5. Dielectric properties | 17 |
| APPENDIX A — Additional notes and guidance concerning testing equipment for electrical energy meters | 19 |
| APPENDIX B — Notes concerning error definitions, basic quantities accuracy and error determination | 25 |
| APPENDIX C — Guidelines for the initial checking of a new meter testing equipment | 33 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENT D'ÉTALONNAGE DE COMPTEURS D'ÉNERGIE
ÉLECTRIQUE

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CIE en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Études 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 CIE exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CIE, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CIE et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Sous-Comité 13A: Equipements de mesure de l'énergie électrique, du Comité d'Études N° 13 de la CIE: Equipements électriques de mesurage.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Varsovie en 1976 et à Florence en 1978. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 13A(Bureau Central)43, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1979. Des modifications, document 13A(Bureau Central)49, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en octobre 1980.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| Afrique du Sud (République d') | Irlande |
| Allemagne | Israël |
| Autriche | Italie |
| Belgique | Japon |
| Bésil | Pays-Bas |
| Bulgarie | Pologne |
| Chine | Roumanie |
| Danemark | Suède |
| Egypte | Suisse |
| Finlande | Tchécoslovaquie |
| France | Turquie |
| Hongrie | |

Le présent rapport est la première publication de la CIE concernant les équipements d'étalonnage de compteurs (REC). Pour cette raison et du fait que, dans divers pays, la construction et l'emploi des REC présentent des différences notables, l'attention est attirée sur les annexes A, B, et C qui contiennent des notes et des indications complémentaires.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TESTING EQUIPMENT FOR ELECTRICAL ENERGY METERS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by 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 fair 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 report has been prepared by Sub-Committee 13A: Electric Energy Measuring Equipment, of IEC Technical Committee No. 13: Electrical Measuring Equipment.

Drafts were discussed at the meetings held in Warsaw in 1976 and in Florence in 1978. As a result of this meeting, a draft, Document 13A(Central Office)43, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1979. Amendments, Document 13A(Central Office)49, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in October 1980.

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

| | |
|----------------|----------------------------|
| Austria | Ireland |
| Belgium | Israel |
| Brazil | Italy |
| Bulgaria | Japan |
| China | Netherlands |
| Czechoslovakia | Poland |
| Denmark | Romania |
| Egypt | South Africa (Republic of) |
| Finland | Sweden |
| France | Switzerland |
| Germany | Turkey |
| Hungary | |

In view of the fact that this is the first IEC publication on meter testing equipment (MTE) and that, in various countries, there are very different ways of constructing and using an MTE, explanatory notes, additional notes and guidance to which attention should be given will be found in Appendices A, B and C.

ÉQUIPEMENT D'ÉTALONNAGE DE COMPTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

1. Domaine d'application

Le présent rapport est applicable aux équipements triphasés et/ou monophasés utilisés pour les essais de type et les essais de réception des compteurs d'énergie électrique des classes 0,5, 1 et 2.

2. Unités de mesure et terminologie

Les unités utilisées dans le présent rapport sont celles qui sont utilisées par la Commission Electrotechnique Internationale (CIE).

2.1 *Équipement d'étalonnage de compteurs d'énergie électrique (EEC)*

Ensemble d'instruments destinés à fournir l'énergie appliquée aux compteurs en essai et à mesurer cette énergie.

2.2 *Méthode de mesurage par le produit puissance-temps (méthode du wattmètre)*

Méthode dans laquelle l'énergie fournie au ou aux compteurs en essai est déterminée par le produit d'une puissance constante connue par un intervalle de temps connu.

2.3 *Méthode par comparaison d'énergie (méthode du compteur étalon)*

Méthode dans laquelle une quantité d'énergie connue est fournie au ou aux compteurs en essai.

2.4 *Étalon de référence*

Étalon auquel sont comparés les étalons d'un ordre de précision inférieur.

2.5 *Étalon de travail*

Étalon qui, étalonné par comparaison avec un étalon de référence, est destiné à vérifier les instruments de mesurage usuels d'une moins grande précision.

2.6 *Équipement de contrôle d'un EEC*

Équipement de mesurage pour la vérification de la précision d'un EEC. Il contient toujours un étalon de référence. Il peut comprendre d'autres éléments, par exemple des transformateurs de mesure de précision, un chronomètre de précision, etc.

2.7 *Bornes de sortie d'un EEC*

Bornes à partir desquelles la puissance correspondant à l'alimentation séparée en tensions et en courants est fournie aux bornes du ou des compteurs en essai.

TESTING EQUIPMENT FOR ELECTRICAL ENERGY METERS

1. Scope

This report is applicable to three-phase and/or single-phase equipment used for type and acceptance testing of electrical energy meters of Classes 0.5, 1 and 2.

2. Units and definitions

The units used in this report are those used by the International Electrotechnical Commission (IEC).

2.1 *Testing equipment for electrical energy meters; meter testing equipment (MTE)*

An assembly of apparatus to supply energy to meters under test and to measure this energy.

2.2 *Power \times time measurement method (wattmeter method)*

A method by which the energy supplied to the meter(s) under test is determined by the product of a known constant power and a known interval of time.

2.3 *Energy comparison method (standard meter method)*

A method by which a known amount of energy is supplied to the meter(s) under test.

2.4 *Reference standard*

A standard with which standards of lower accuracy are compared.

2.5 *Working standard*

A standard which, calibrated against a reference standard, is intended to verify working measuring instruments of lower accuracy.

2.6 *MTE test standard*

A measuring device for the determination of the accuracy of an MTE. It always includes a reference standard. It may include other elements, for example precision instrument transformers, precision time interval generator, etc.

2.7 *Output terminals of an MTE*

The terminals from which the power, corresponding to the separate application of voltages and currents, is supplied to the terminal block(s) of the meter(s) under test.

2.8 Charge maximale d'un EEC

Charge, exprimée en voltampères, correspondant à la puissance maximale fournie aux bornes de sortie d'un EEC, pour laquelle on reste dans les limites des erreurs admissibles (tableau I) dans les conditions de référence (paragraphe 3.3).

La charge doit être définie séparément pour les circuits de tension et les circuits de courant.

3. Précision

3.1 Généralités

Un EEC doit permettre à l'utilisateur d'ajuster et de mesurer les grandeurs nécessaires — tension, courant, facteur de puissance, temps, puissance et énergie — en les maintenant dans les tolérances admissibles correspondant à la classe de précision des compteurs qui seront étalonnés à l'aide de cet EEC.

L'erreur E d'un EEC est l'erreur globale de l'ensemble de ses constituants dans les conditions normales de service.

3.2 Méthodes pour la détermination de l'erreur globale d'un EEC

La détermination de l'erreur globale d'un EEC est effectuée selon les méthodes suivantes:

- comparaison de l'énergie aux bornes de sortie de l'EEC, indiquée par l'équipement de contrôle de l'EEC, à l'énergie indiquée par le ou les étalons de travail de l'EEC;
- comparaison de la puissance aux bornes de sortie de l'EEC, indiquée par l'équipement de contrôle de l'EEC, à la puissance indiquée par le ou les étalons de travail de l'EEC. L'influence de la précision de la mesure de temps sur l'erreur de l'énergie doit être spécifiée.

3.3 Conditions de référence

Les conditions de référence à l'entrée de l'EEC doivent être spécifiées par le constructeur et doivent être telles que l'on puisse respecter, à la sortie de l'EEC, les conditions de référence pour le ou les compteurs en essai.

Le paragraphe 3.4 donne les prescriptions particulières concernant le champ magnétique produit par l'EEC.

3.4 Champ magnétique de l'EEC

Il est recommandé que l'induction magnétique produite par l'EEC à l'emplacement des compteurs en essai n'exède pas les valeurs suivantes:

$$\begin{array}{ll} \text{pour } I < 10 \text{ A} & B < 0,0025 \text{ mT} \\ \text{pour } I = 200 \text{ A} & B < 0,05 \text{ mT} \end{array}$$

Les valeurs limites de l'induction magnétique pour I , compris entre 10 A et 200 A, sont évaluées par interpolation.

I = courant d'essai du compteur.

B = induction magnétique dans l'air due au champ magnétique.

Notes: - $B = \mu_0 H$, H étant exprimé en ampères par mètre.
 $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ (henrys par mètre).

2.8 *Maximum output of an MTE*

The output, in voltamperes, corresponding to the highest loading applied at the output terminals of an MTE, for which the limits of permissible errors (Table 1) under reference conditions (Sub-clause 3.3) are not exceeded.

The output shall be defined separately for the voltage and current circuits.

3. Accuracy

3.1 *General remarks*

An MTE shall allow the user to adjust and measure the necessary quantities, voltage, current, power-factor, time, power and energy within the permissible tolerances for the relevant class of meters which will be tested with this MTE.

The error E of an MTE is the overall error of all its components under normal service conditions.

3.2 *Methods for the determination of the overall error of an MTE*

The determination of the overall error of an MTE is made according to the following methods:

- comparison of the *energy* delivered at the output terminals of the MTE indicated by the MTE test standard with the energy indicated by the working standard(s) of the MTE;
- comparison of the *power* at the output terminals of the MTE, indicated by the MTE test standard, with the power indicated by the working standard(s) of the MTE. The influence of the accuracy of the time measurement on the error of the energy shall be specified.

3.3 *Reference conditions*

The reference conditions at the input of the MTE shall be specified by the manufacturer and shall be such that, at its output, the reference conditions for the meter(s) under test are fulfilled.

Sub-clause 3.4 gives the particular requirements for the magnetic field produced by the MTE.

3.4 *Magnetic field of the MTE*

It is recommended that the magnetic flux density produced by the MTE at the position of the meter(s) under test should not exceed the following values:

$$\text{for } I \leq 10 \text{ A} \quad B \leq 0.0025 \text{ mT}$$

$$\text{for } I = 200 \text{ A} \quad B \leq 0.05 \text{ mT}$$

The limiting values of magnetic flux density for I , between 10 A and 200 A, shall be evaluated by interpolation.

I = output current of the MTE.

B = magnetic flux density in air due to the magnetic field.

Note. — $B = \mu_0 H$, H in amperes per metre.
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ (Henrys per metre).

3.5 Détermination de l'erreur d'un EEC

L'erreur d'un EEC neuf, à un point de mesure donné, doit être inférieure à l'erreur E_{max} du tableau I (voir l'article B1 de l'annexe B pour la définition de l'erreur).

Si le résultat d'un mesurage isolé donne une erreur qui dépasse les limites admissibles, deux mesurages complémentaires à ce même point de mesure peuvent être effectués. Les résultats de ces deux mesurages complémentaires doivent se situer dans les limites admissibles de E_{max} .

Un EEC peut être utilisé pour des compteurs d'indice de classe égal ou supérieur à celui figurant dans le tableau I (essai de type ou essai de réception), si les résultats à tous les points de mesure (tableau III) se situent dans les limites des erreurs admissibles.

Si les résultats de certains points de mesure ne sont pas dans les limites des erreurs admissibles, l'utilisation de cet EEC peut être limitée à certains calibres, pour certaines classes de compteurs. Cette limitation doit être indiquée à un endroit suffisamment visible de cet EEC.

TABLEAU I

Limites admises des erreurs en pourcentage

| Classe de compteurs | | 0,5 | | 1 | | | 2 | | |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Facteur de puissance | l | 0,5 | | l | 0,5 | | l | 0,5 | |
| | | inductif | capacitif | | inductif | capacitif | | inductif | capacitif |
| E_{max} | $\pm 0,10$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,20$ | $\pm 0,20$ | $\pm 0,30$ | $\pm 0,40$ | $\pm 0,30$ | $\pm 0,45$ | $\pm 0,60$ |

3.6 Correction des erreurs E d'un EEC

Si les erreurs E d'un EEC en service dépassent les limites du tableau I mais sont inférieures à deux fois les valeurs correspondantes du tableau I, des corrections correspondantes doivent être appliquées aux résultats de mesurage du ou des compteurs en essai. Dans ce cas, il est recommandé d'intervenir sur les constituants de l'EEC afin de ramener ses erreurs dans les limites admissibles.

3.7 Répétabilité des mesurages (voir l'article B5 de l'annexe B)

Il est recommandé d'exécuter une série de mesurages répétés pour le «point de contrôle» U_c , I_c , au facteur de puissance unité (point de mesure n° 1 du tableau III). Le nombre de mesurages pour chaque phase ne doit pas être inférieur à cinq. Entre les mesurages successifs, les interrupteurs et les organes de réglage doivent être manipulés.

À partir des résultats de ces mesurages répétés, l'estimation s de la valeur de l'écart type est calculée à partir de l'expression suivante:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}$$

où:

E_i = erreur de l'EEC correspondant à un mesurage individuel d'une série de mesurages répétés à un certain point de mesure

\bar{E} = valeur moyenne des erreurs E_i

n = nombre total de mesurages individuels

Pour un EEC neuf, les valeurs de s au point de contrôle U_c , I_c , au facteur de puissance unité doivent être au plus égales aux limites de s_{max} données dans le tableau II.

3.5 Error determination of an MTE

The error of a newly manufactured MTE at a certain test point shall be lower than the error E_{max} in Table I (see Clause B1 of Appendix B for the error definition).

If the result of a single measurement gives an error in excess of the permissible limits, then two additional measurements at this particular test point can be taken. The results of these two additional measurements shall be within the permissible limits of E_{max} .

An MTE is capable of being used at least for meters of the relevant class (type test or acceptance inspection) according to Table I, if the results of all test points (Table III) are within the limits of the permissible errors.

If the results of some test points are not within the limits of the permissible errors, the use of this MTE may be restricted to certain ranges, for certain classes of meters. Such a restriction shall be indicated in a suitable visible place on this MTE.

TABLE I

Limits of permissible errors in percentage

| Meter class | 0.5 | | | 1 | | | 2 | | |
|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| | 1 | 0.5 lagging | 0.5 leading | 1 | 0.5 lagging | 0.5 leading | 1 | 0.5 lagging | 0.5 leading |
| K_{max} | +0.10 | +0.15 | +0.20 | -0.20 | -0.30 | ±0.40 | ±0.30 | ±0.45 | ±0.60 |

3.6 Correction of the error E of an MTE

If the error E of an MTE in service is outside the limits of Table I but within twice the relevant values of Table I then a correction for the error of the MTE shall be applied to the results of the tests on the meter(s) under test. In these cases, it is recommended that an effort should be made to reduce the error of the MTE in order to bring it within the permissible limits.

3.7 Repeatability of the measurements (see Clause B5 of Appendix B)

A sequence of repeated measurements is recommended for the "control point" U_c , I_c at power-factor 1 (reference No. 1 of Table III). Not less than five measurements for each phase shall be made. Between successive measurements the controlling switches and controlling devices shall be operated.

The results of these repeated measurements are used to calculate the values s , which is the estimation of the standard deviation:

$$s = + \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}$$

where:

E_i = error of the MTE determined by one individual measurement of a sequence of repeated measurements at a certain test point

\bar{E} = mean value of the errors E_i

n = total number of individual measurements

For newly manufactured MTEs, the values of s at the control point U_c , I_c , power-factor 1 shall be within the limits of s_{max} given in Table II.

Si des mesurages complémentaires sont effectués au facteur de puissance 0,5 inductif, les valeurs correspondantes de s_{\max} , données dans le tableau II, sont recommandées.

Pour un BEC en service, des valeurs doubles de celles du tableau II sont admises.

TABLEAU II

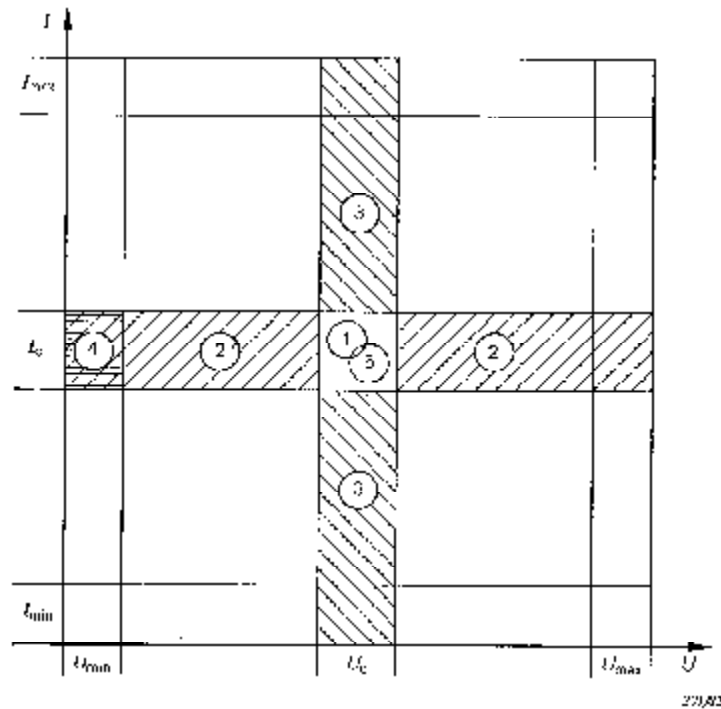
Limites admises des valeurs de s en pourcentage

| Classe de compteurs | 0,5 | | 1 | | 2 | |
|---------------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|
| | 1 | 0,5 inductif | 1 | 0,5 inductif | 1 | 0,5 inductif |
| s_{\max} | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,05 |

4. Mode opératoire

4.1 Choix des calibres de tension et de courant

De toutes les combinaisons possibles des tensions et des courants, on ne doit choisir pour les essais que celles qui ont une importance particulière en pratique ou avec lesquelles certaines sources d'erreurs se manifestent avec le plus d'effet. Le graphique de la figure 1 montre de quelle façon les points de mesure indiqués dans le tableau III ont été choisis.



Les valeurs de U_{\min} , $U_{\text{m}2}$, $I_{\text{m}2}$, $I_{\text{m}1}$, U_c et I_c sont dépendant aux valeurs nominales des calibres correspondants.

① ② ③ ④ ⑤ sont des numéros de référence des points de mesure dans le tableau III.

FIGURE 1

If additional measurements are made at power-factor 0.5 lagging, the corresponding values for s_{\max} , given in Table II, are recommended.

For MTEs in service, twice the values of Table II are permitted.

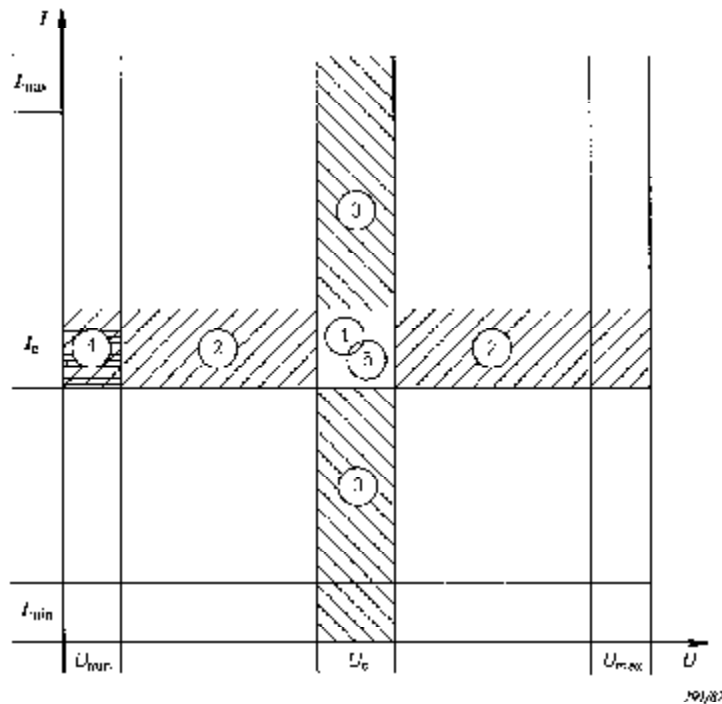
TABLE II
Limits of permissible values s in percentage

| Meter class | 0.5 | | 1 | | 2 | |
|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|
| | 1 | 0.5 lagging | 1 | 0.5 lagging | 1 | 0.5 lagging |
| s_{\max} | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.05 |

4. Testing procedure

4.1 Selection of voltage and current ranges

Of all the possible combinations of voltage and current, only those should be chosen for testing which are particularly important in practice or with which certain sources of error show up with the most effect. Figure 1 shows by means of a graph the way in which the measuring points given in Table III have been chosen.



The values U_{\max} , U_{\min} , I_{\max} , I_{\min} , U_c and I_c correspond to the rated values of the relevant ranges.

(1) (2) (3) (4) (5) are the reference numbers of test points in Table III.

FIGURE 1

Pour une série de mesurages répétés (paragraphe 3.7), le choix du point de contrôle U_c , I_c , peut faire l'objet d'un accord en considérant par exemple la tension nominale et le courant de base des compteurs qui sont habituellement essayés à l'aide de l'EBC.

Des points de mesure supplémentaires ou une réduction du nombre de points de mesure peuvent être fixés par accord. Il est recommandé que tous les calibres de tension et de courant qui comprennent les valeurs U_{\max} , U_{\min} , I_{\max} et I_{\min} de l'EBC soient inclus lors de la détermination de l'erreur de l'EBC.

Des erreurs correspondant à des combinaisons de tensions, de courants et de facteurs de puissance, qui n'ont pas été mesurées mais qui sont déduites par calcul à partir d'autres erreurs obtenues par mesurage, ne doivent pas être utilisées comme base d'appréciation des erreurs d'un EBC. Si ces combinaisons présentent un intérêt, les erreurs doivent être déterminées par mesurages.

Note. - Afin de vérifier l'importance d'interférences capacitatives d'origines diverses (par exemple filerie, transformateurs de mesure), des mesurages supplémentaires à U_{\max} , I_{\min} au facteur de puissance 0,5 inductif sont recommandés.

TABLEAU III
Calibres contrôlés

| N° des points de mesure | Tension | Courant | Facteur de puissance | Charge de l'EBC | | Nombre d'essais | |
|---|--|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|--|
| | | | | Monophasé Tri phase | Min. ou Max. ³⁾ | Mesurages fondamentaux (paragraphe 4.2) | Mesurages de contrôle (paragraphe 4.3) |
| 1 | U_c | I_c | 1 0,5 inductif 0,5 capacitif | Monophasé Monophasé Monophasé | Min. Min. Min. | 1 1 1 | 1 1 1 |
| 2 | $U_{\min} \leq U_1 \leq U_{\max}^{1)}$ $U_2 \neq U_c$ | I_c | 1 | Monophasé | Min. | $i = 4$ 0) | $i = 2$ 1) |
| 3 | U_c | $I_{\min} \leq I_1 \leq I_{\max}^{1)}$ $I_2 \neq I_c$ | 1 | Monophasé | Min. | $i = 7$ 0) | $i = 2$ 1) |
| 4 | U_{\min} | I_c | 1 0,5 inductif 0,5 capacitif | Monophasé Monophasé Monophasé | Max. Max. Max. | 1 1 1 | 1 1 1 |
| 5 | U_c | I_c | 1 | Triphasé ²⁾ | Min. | 2 | 2 |
| Nombre total d'essais pour un EBC monophasé | | | | | | 17 | 8 |
| Nombre total d'essais pour un EBC triphasé | | | | | | 53 | 26 |

1) Ici l'indice d'un point de mesure (U ou I). Si un EBC comporte un nombre de calibres de tension ou de courant inférieur à ce qui est fixé par les lignes de i , le nombre d'essais sera réduit de façon correspondante.

2) Un mesurage doit être exécuté en connexion quatre fils et un second en connexion trois fils.

3) La charge minimale correspond au raccordement d'un seul instrument de mesure (compteur ou wattmètre). La charge maximale correspond au raccordement du plus grand nombre de compteurs qui absorbent la charge maximale dans le circuit de tension et/ou le circuit de courant.

For a sequence of repeated measurements (Sub-clause 3.7), the values for the control point U_c , I_c , can be fixed by agreement, for example according to the rated voltage and the basic current of meters which are usually tested with the MTE.

Additional test points or a reduction of the number of test points can be fixed by agreement. It is recommended, that all voltage ranges and current ranges which include the values U_{max} , U_{min} , I_{max} and I_{min} of the MTE are included when determining the error of the MTE.

Errors of voltage, current and power-factor combinations which have not been measured but calculated and derived from other measured errors shall not be used as a basis for assessing the error of an MTE. If those combinations are significant the errors shall be measured.

Note. - In order to check the extent of any capacitive interference of various origins (e.g. wiring, instrument transformers), additional measurements at U_{max} , I_{min} at a power-factor 0.5 lagging are recommended.

TABLE III
Ranges controlled

| Reference No. | Voltage | Current | Power-factor | Load of the MTE | | Number of tests | |
|--|---|---|---------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | | Single-phase Three-phase | Min. or Max. ¹⁾ | Basic measurements (Sub-clause 4.2) | Control measurements (Sub-clause 4.3) |
| 1 | U_c | I_c | 1 0.5 lagging 0.5 leading | Single-phase Single-phase Single-phase | Min. Min. Min. | 1 1 1 | 1 1 1 |
| 2 | $U_{min} < U_i < U_{max}$ ¹⁾ $U_i \neq U_c$ | I_c | 1 | Single phase | Min. | $i - 4$ ²⁾ | $i - 2$ ²⁾ |
| 3 | U_c | $I_{min} < I_i < I_{max}$ ¹⁾ $I_i \neq I_c$ | 1 | Single-phase | Min. | $i - 7$ ²⁾ | $i - 2$ ²⁾ |
| 4 | U_{min} | I_c | 1 0.5 lagging 0.5 leading | Single-phase Single-phase Single-phase | Max. Max. Max. | 1 1 1 | 1 |
| 5 | U_c | I_c | 1 | Three-phase ²⁾ | Min. | 2 | 2 |
| Total number of tests for a single-phase MTE | | | | | | 17 | 8 |
| Total number of tests for a three-phase MTE | | | | | | 53 | 26 |

¹⁾ i is the index of a certain test point (U or I). If an MTE has less voltage or current-ranges than stated by the limits for i , then the number of tests is correspondingly reduced.

²⁾ One measurement should be made in four-wire connection and a second in three-wire connection.

³⁾ Minimum load corresponds to the connection of one measuring instrument (meter or wattmeter) only. Maximum load corresponds to the connection of the highest number of meters which consume the maximum output of the voltage circuit and/or the current circuit.

4.2 Mesurages fondamentaux

Le programme des mesurages fondamentaux du tableau III comporte les mesurages les plus importants et doit être exécuté lors de la première mise en service d'un EEC neuf. Ces mesurages seront également effectués:

- lorsque le domaine général d'emploi de l'EEC est modifié (par exemple changement du point de contrôle (U_0, I_0));
- lorsque des éléments constitutifs, importants pour la précision de l'EEC, sont réparés ou remplacés;
- lorsque, pour une raison ou une autre, il subsiste des doutes au sujet de l'utilisation de l'EEC pour une certaine classe de compteurs;
- lorsque le résultat d'un mesurage de contrôle selon le paragraphe 4.3 est incertain.

4.3 Mesurages de contrôle et leur périodicité

La périodicité du contrôle d'un EEC doit être adaptée à l'utilisation qui est faite de cet équipement. C'est ainsi que la durée qui sépare deux contrôles doit être d'autant plus courte que l'équipement est plus utilisé et qu'il sert à contrôler de plus grandes quantités de compteurs.

Inversement, un EEC servant relativement peu (par exemple s'il est exclusivement destiné à des essais d'homologation) peut être contrôlé à la même cadence que ces essais.

Généralement, l'intervalle de temps entre deux contrôles devrait être au plus de:

- deux ans pour des EEC destinés aux essais des compteurs de la classe 2;
- un an pour des EEC destinés aux essais des compteurs des classes 1 et 0,5.

Si, pour une raison ou une autre, il existe un doute, le contrôle doit être répété.

5. Qualités diélectriques

Les qualités diélectriques d'un EEC doivent être suffisantes dans les conditions normales de service, d'humidité atmosphérique et de tension d'alimentation.

Les essais d'isolement doivent être exécutés selon les prescriptions des autorités locales responsables d'autres prescriptions de sécurité, telles que connexions de mise à la terre, disjoncteurs de protection, etc., et selon les prescriptions en vigueur pour les instruments et les dispositifs employés avec l'EEC.

4.2 *Basic measurements*

The basic measurements according to Table III include the most important measurements and shall be made when a newly manufactured MTE commences service. They should also be made:

- when the general use of an MTE has been changed (e.g. change of the control point U_0 , I_0);
- when components of an MTE, which are important for its accuracy, have been repaired or replaced;
- if for any reason doubt exists about the use of an MTE for a certain class of meters;
- when the result of a control measurement according to Sub-clause 4.3 gives rise to doubt.

4.3 *Control measurement and its interval frequency*

The interval frequency of control measurements of an MTE shall be adapted to the use which is made of the equipment. Thus, the greater the utilization made of the equipment and, if it is used to control large quantities of meters, the shorter the interval between two control measurements shall be.

Conversely, an MTE which is not frequently used (e.g. if it is intended exclusively for prototype tests) may be controlled at the same intervals as these tests.

Generally, the interval of time between two control measurements should be not greater than:

- two years for MTEs for meters of Class 2;
- one year for MTEs for meters of Classes 1 and 0.5.

If for any reason doubt exists, the control measurements shall be repeated.

5. *Dielectric properties*

The MTE shall be such that it retains adequate dielectric qualities under normal service conditions and under normal conditions of atmospheric humidity and under normal service voltages.

The insulation tests for an MTE should be made according to the requirements of the local authorities responsible for other safety requirements, such as earthing connections, protection switches, etc., and according to the requirements for the instruments and apparatus used with the MTE.

ANNEXE A

NOTES ET INDICATIONS COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT L'ÉQUIPEMENT
D'ÉTALONNAGE DE COMPTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

A1. Laboratoires

Tous les laboratoires d'essais de compteurs d'énergie électrique doivent permettre l'exécution, dans de bonnes conditions, des essais exigés en application des normes et des prescriptions correspondantes.

Les locaux d'un laboratoire doivent être:

- suffisamment spacieux;
- propres;
- secs;
- sans poussières;
- à l'abri des vibrations;
- suffisamment éclairés;
- protégés contre le rayonnement solaire.

A2. Alimentation de l'EEC

La source d'alimentation de l'EEC doit être telle que les grandeurs aux bornes de sortie de l'EEC (tension, courant, fréquence, forme d'onde, ordre de succession des phases, équilibre de tension et de courant) soient en accord avec les normes correspondant au ou aux compteurs en essai.

La stabilité de la source d'alimentation doit être telle que la précision de tous les appareils de mesurage nécessaires aux essais des compteurs d'une classe déterminée soit exploitable. Si l'EEC est alimenté directement par le réseau, la stabilité de la tension peut ne pas être suffisante pour utiliser la méthode du wattmètre. Si, cependant, la méthode du wattmètre est utilisée, il y a lieu de prendre toutes dispositions nécessaires pour respecter les prescriptions du présent rapport (par exemple stabilisateur de tension).

Afin d'éviter différentes chutes de tension dans le cas de variation de la puissance de sortie de l'EEC, la section du câble de raccordement à l'EEC doit être suffisante.

A3. Panneaux de branchement des compteurs

Le panneau de branchement des compteurs comprend les éléments constructifs et les connexions nécessaires pour l'essai des compteurs dans les conditions de référence spécifiées dans les documents concernant ces compteurs. La filerie doit être réalisée de façon à minimiser les effets d'induction magnétique, d'interférence capacitive et de chute de tension.

A4. Bornes de sortie

Par accord entre les parties, les bornes à partir desquelles sont connectés les panneaux de branchement des compteurs peuvent être considérées comme étant les bornes de sortie de l'EEC.

APPENDIX A

ADDITIONAL NOTES AND GUIDANCE CONCERNING TESTING EQUIPMENT
FOR ELECTRICAL ENERGY METERS**A1. Laboratories**

All laboratories for the testing of electrical energy meters should have facilities for carrying out the required tests in accordance with the relevant standards and corresponding requirements.

The rooms for laboratories should be:

- sufficiently large;
- clean;
- dry;
- dust-free;
- free from vibration;
- sufficiently illuminated;
- protected against solar-radiation.

A2. Supply to the MTE

The supply to the MTE shall be such that the relevant values at the output terminals of the MTE (voltage, current, frequency, waveform, phase sequence, balance of voltage and current) are in accordance with the relevant standards for the meter(s) under test.

The supply voltage shall be constant in such a way that the accuracy of all measuring devices used and necessary for measuring a certain class of meter can be utilized. If the MTE is connected to the mains network, the voltage may not be stable enough for the wattmeter method to be used. However, if the wattmeter method is used, some action should be taken in order to meet the requirements of (his report (e.g. voltage stabilizer).

In order to avoid different voltage drops in the event of output changes of the MTE, the cross-section of the feed wire to the MTE must be sufficient.

A3. Meter test bench

The meter test bench is a bench including the necessary constructional requirements and the requisite connections designed to enable meters to be tested under reference conditions specified in the relevant documents. The wiring shall be such as to minimize the effects of magnetic induction, capacitive interference and voltage drop.

A4. Output terminals

By agreement, the terminals from which the meter test bench is supplied may be defined as the output terminals of the MTE.

A5. Champs magnétiques

Dans un laboratoire, les compteurs en essai et l'EBC peuvent être influencés par des champs magnétiques de différentes origines:

- champ magnétique d'un générateur ou d'un stabilisateur de tension de réseau;
- champ magnétique des conducteurs entre l'alimentation et l'EBC;
- champ magnétique des éléments constitutifs ou des conducteurs à l'intérieur de l'EBC;
- champ magnétique des appareils ou des conducteurs à l'extérieur de l'EBC, notamment des conducteurs entre l'EBC et le ou les compteurs en essai ou entre les compteurs en essai;
- champ magnétique du panneau de branchement (circuits d'éclairage, auxiliaires, etc.);
- autres champs magnétiques extérieurs dans le laboratoire.

A6. Marche à vide des compteurs en essai

On doit pouvoir ouvrir les circuits de courant pour éviter tout courant produit par induction dans ces circuits par les circuits de tension.

A7. Dispositifs de réglage***A7.1 Dispositif de réglage de tension**

Le dispositif de réglage de tension doit permettre le réglage de la tension nominale entre les limites admises pour les conditions de référence correspondant à la classe de compteurs considérée.

A7.2 Dispositif de réglage de courant

Le dispositif de réglage du courant doit permettre de régler le courant d'essai dans la plage totale de charge pour laquelle l'EBC est prévu et entre les limites admises pour les conditions de référence correspondant à la classe de compteurs considérée.

A7.3 Déphaseurs

Les déphaseurs doivent permettre le réglage des déphasages et des équilibres de tension et des courants dans la plage des charges pour laquelle l'EBC est prévu et dans les tolérances fixées pour la classe de compteurs considérée.

A8. Transformateurs de tension*

Les transformateurs de tension doivent permettre de respecter les limites admises du tableau I en ce qui concerne les erreurs en pourcentage et du tableau II en ce qui concerne les valeurs de l'écart type.

A9. Transformateurs de courant*

Les transformateurs de courant doivent permettre de respecter les limites admises du tableau I en ce qui concerne les erreurs en pourcentage et du tableau II en ce qui concerne les valeurs de l'écart type.

* Par accord entre les parties, des spécifications particulières concernant les plages de réglage, la précision, etc., peuvent être fixées.

A5. Magnetic fields

In a laboratory the meters under test and the MTE may be influenced by magnetic fields of different origin:

- magnetic field of a generator or a mains-voltage regulator;
- magnetic field of the wiring from the voltage supply to the MTE;
- magnetic field of the wiring or of a component of the MTE;
- magnetic field of the wiring or of an apparatus in the measuring circuit outside the MTE, especially the field of the wiring from the MTE to the meter(s) under test or between the meters under test;
- magnetic field of the meter-bench (illumination, auxiliary circuit, etc.);
- other external magnetic fields in a laboratory.

A6. Running with no-load of meters under test

It shall be possible to open the current circuits in order to prevent any current being produced by induction in these circuits by the voltage circuits.

A7. Adjusting devices***A7.1 Voltage adjusting device**

The voltage adjusting device shall permit the adjustment of the rated voltage within the tolerances given by the reference conditions for the relevant class of meters.

A7.2 Current adjusting device

The current adjusting device shall permit the adjustment of the necessary testing current within the entire load range for which the MTE is provided, and within the tolerances given in the reference conditions for the relevant class of meters.

A7.3 Phase shifting device

The phase shifting device shall permit the adjustment of the phase angle and of the voltage and current balances within the entire load range for which the MTE is provided, and within the tolerances given for the relevant class of meters.

A8. Voltage transformers*

Voltage transformers shall allow compliance with the permissible limits of Table I as regards percentage errors and of Table II as regards standard deviation values.

A9. Current transformers*

Current transformers shall allow compliance with the permissible limits of Table I as regards percentage errors and of Table II as regards standard deviation values.

* By agreement between the parties, special requirements may be laid down regarding adjusting ranges, accuracy, etc.

A10. Appareils de mesurage*

A10.1 Voltmètres

Les voltmètres doivent permettre la mesure de la tension réglée entre les limites admises pour les conditions de référence correspondant à la classe de compteurs considérée. La tolérance est celle de l'indication du voltmètre et comprend les erreurs des résistances en série et/ou des transformateurs de tension.

A10.2 Ampèremètres

Les ampèremètres doivent permettre la mesure du courant réglé entre les limites admises pour les conditions de référence correspondant à la classe de compteurs considérée. La tolérance est celle de l'indication de l'ampèremètre et comprend les erreurs des résistances en parallèle ou des transformateurs de courant.

A10.3 Wattmètres

Les wattmètres doivent permettre le réglage de la puissance entre les limites admises pour la classe de compteurs considérée, compte tenu également de la valeur prescrite du facteur de puissance, et avoir une précision permettant de respecter les limites admises du tableau I en ce qui concerne les erreurs en pourcentage et du tableau II en ce qui concerne les valeurs de l'écart type.

A10.4 Equilibre des tensions

Afin d'obtenir l'équilibre des tensions conformément aux conditions de référence de la classe de compteurs considérée, des dispositifs de réglage et des indicateurs d'équilibrage des tensions peuvent être utilisés. Les voltmètres employés pour l'indication doivent avoir une précision appropriée.

A10.5 Equilibre des courants

En plus du déphaseur, des dispositifs d'équilibrage des courants peuvent être utilisés.

A10.6 Fréquencemètre

Un fréquencemètre devrait être utilisé lorsque la fréquence du réseau n'est pas suffisamment stable ou lorsque la fréquence aux bornes de sortie d'un EEC n'est pas identique à celle du réseau d'alimentation.

* Par accord entre les parties, des spécifications particulières concernant les plages de réglage, la précision, etc., peuvent être fixées.

A10. Measuring instruments***A10.1 Voltmeters**

Voltmeters shall permit the adjustment of the rated voltage within the tolerances given in the reference conditions for the relevant class of meters. The tolerance refers to the indication of the voltmeter, the errors of series resistances and/or voltage transformers included.

A10.2 Ammeters

Ammeters shall permit the adjustment of the rated current within the tolerances given in the reference conditions for the relevant class of meters. The tolerance refers to the indication of the ammeter, the errors of parallel resistances or current transformers included.

A10.3 Wattmeters

The wattmeters shall permit the adjustment of the power between the permissible limits for the class of meters considered, depending also on the required value of the power-factor, and have an accuracy which allows compliance with the permissible limits of Table I as regards percentage errors and of Table II as regards standard deviation values.

A10.4 Voltage balance

In order to obtain the necessary voltage balance according to the reference conditions of the relevant class of meters, voltage balance adjusting devices and voltage balance indicators may be used. Voltmeters used for indication shall have an appropriate accuracy.

A10.5 Current balance

In addition to phase shifting devices, current balance devices may be used.

A10.6 Frequency meter

A frequency meter should be used if the frequency of the supply mains is not sufficiently regulated, or if the frequency of the MTE output is not identical with the mains frequency.

* By agreement between the parties, special requirements may be laid down regarding adjusting ranges, accuracy, etc.

ANNEXE B

NOTES CONCERNANT LA DÉFINITION DES ERREURS, LES GRANDEURS DE BASE, LA PRÉCISION ET LA DÉTERMINATION DE CES ERREURS

B1. Définition des erreurs

L'erreur absolue d'un RFC est la différence «valeur indiquée - valeur vraie». Le terme «valeur vraie» est communément employé, alors qu'on devrait écrire «valeur conventionnellement vraie». Étant donné que la valeur vraie ne peut pas être déterminée par simple mesurage (on aurait besoin pour cela d'un procédé de mesurage sans erreur), on utilise en lieu et place une valeur approchée, la *valeur conventionnellement vraie*, c'est-à-dire une valeur corrigée des erreurs systématiques et exprimée avec une incertitude déterminée par rapport aux étalons nationaux ou à des étalons reconnus par le fabricant et l'utilisateur.

Les erreurs considérées sont exprimées en erreurs relatives:

E_0 = erreur théorique vraie de l'équipement de contrôle de l'EBC après correction de l'erreur systématique supposée connue

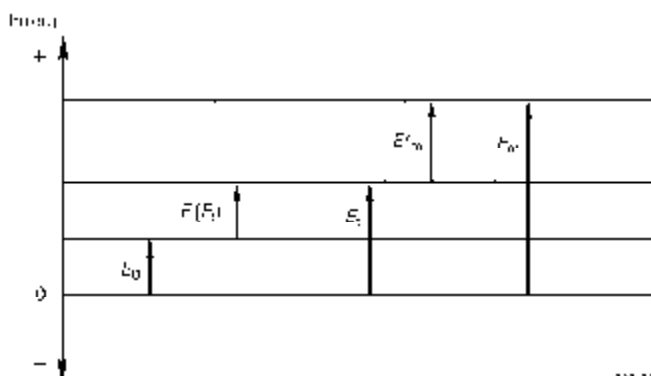
E_1 = erreur théorique vraie de l'EBC

E = erreur de l'EBC

E_i = erreur E de l'EBC déterminée par un mesurage individuel et pour un certain point de mesure

E'_m = erreur d'un compteur essayé avec l'EBC.

E_m = erreur théorique vraie du compteur en essai



$$E_m = E_1 + E'_m = E_0 + E + E'_m$$

Note. — Une erreur E de l'EBC entraîne une erreur du compteur en essai égale à E mais de signe opposé.

$$E_1 \% = \frac{\text{valeur indiquée} - \text{valeur vraie}}{\text{valeur vraie}} \cdot 100$$

$$E \% = \frac{\text{valeur indiquée} - \text{valeur conventionnellement vraie}}{\text{valeur conventionnellement vraie}} \cdot 100$$

APPENDIX B

NOTES CONCERNING ERROR DEFINITIONS, BASIC QUANTITIES, ACCURACY
AND ERROR DETERMINATION

B1. Error definitions

The absolute error of an MTE is "indicated value - true value". The term "true value" is often used when the "conventional true value" is meant. Since the true value cannot be determined by measurement (because it would be necessary to have a measuring process which introduces no error), it is approximated by the *conventional true value*, a value corrected for systematic errors and with stated uncertainty, that can be traced to national standards or to standards agreed upon by manufacturer and user.

The errors are expressed as relative errors:

E_0 - theoretical true error of the MTE test standard after applying any known correction corresponding to its known part

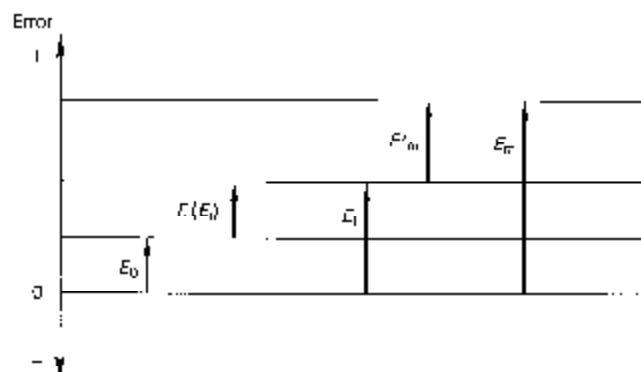
E_t - theoretical true error of an MTE

E - error of an MTE

E_i - error E of an MTE determined by one individual measurement at a certain test point

E'_{in} - error of a meter under test measured with the MTE

E_m - theoretical true error of a meter under test



$$E_m = E_t + E'_{in} - E_0 + E + E'_{in}$$

Note. - An error E of an MTE causes an error of the meter under test equal to K but of opposite sign.

$$E_t \% = \frac{\text{indicated value} - \text{true value}}{\text{true value}} \cdot 100$$

$$E \% = \frac{\text{indicated value} - \text{conventional true value}}{\text{conventional true value}} \cdot 100$$

$$\Delta_i \% = \frac{W_i - W_0}{W_0} \cdot 100$$

où:

W_i = valeur de l'énergie indiquée par l'EEC

W_0 = valeur conventionnellement vraie de l'énergie (valeur indiquée corrigée de l'équipement de contrôle de l'EEC)

Note. Au lieu de l'énergie W , la puissance peut être employée comme base pour ce mesurage, en tenant compte de l'influence de la précision de la mesure du temps.



29/82

B2. Grandeurs fondamentales

L'énergie est une grandeur dérivée des mesures matérialisées: pile étalon et résistance étalon (pour la puissance), ainsi que de la mesure du temps avec un oscillateur à quartz (pour l'énergie). Les incertitudes des étalons nationaux de tension et de résistance, données par les bureaux nationaux des poids et mesures, sont de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-6} . Des potentiomètres à courant continu permettent de mesurer des tensions continues avec une incertitude d'environ 10^{-5} .

La précision de la mesure du temps, dans la plupart des bureaux nationaux des poids et mesures est de 2 à $3 \cdot 10^{-11}$ pour une horloge atomique, et de $5 \cdot 10^{-9}$ pour une horloge à quartz. La précision d'un oscillateur à quartz portatif est comprise entre $1 \cdot 10^{-4}$ et $5 \cdot 10^{-5}$.

Pour relier les grandeurs alternatives aux grandeurs continues équivalentes, il est nécessaire d'utiliser des dispositifs étalons de transfert. Ceux de ces appareils qui, aujourd'hui, présentent la meilleure précision permettent, dans les bureaux nationaux des poids et mesures, de définir l'énergie alternative avec une incertitude de l'ordre de $2 \cdot 10^{-4}$ pour un facteur de puissance égal à l'unité.

A titre d'exemples de tels dispositifs de transfert, on peut citer les suivants:

- comparateur électrodynamique;
- comparateur thermo-électrique;
- circuit multiplicateur électronique.

B3. Meilleures incertitudes possibles pour les éléments d'un équipement de contrôle d'un EEC

L'incertitude globale de l'équipement de contrôle d'un EEC dépend de l'incertitude de chacun des éléments qu'il comporte.

Ces différentes incertitudes sont en relation directe avec la qualité des éléments utilisés et avec les possibilités d'étalonnage offertes par les bureaux nationaux des poids et mesures de plus haut niveau (voir article B2).

L'incertitude globale de l'équipement de contrôle d'un EEC devrait être estimée de préférence en faisant la somme quadratique ces incertitudes de chacun des éléments utilisés.

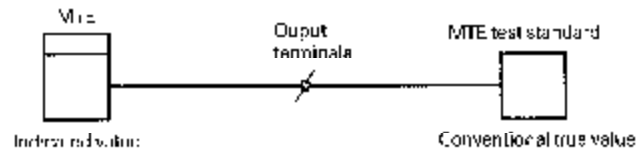
$$F_1 \% = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \cdot 100$$

where:

W_1 = value of the energy indicated by the MTE

W_0 = conventional true value of the energy (corrected indicated value of the MTE test-standard)

Note. - Instead of the energy W , the power can be the basis for this measurement, taking into account the influence of the accuracy of the time measurement.



20/82

B2. Basic quantities

The energy measurement is derived from the standard cell, the standard resistor (power) and the time measurement with a quartz oscillator (energy). The uncertainties of national standards for the standard cell and the standard resistor are given by the national standard laboratories in the range of 10^{-5} to 10^{-6} . D.C. potentiometers are capable of measuring d.c. voltages with an uncertainty of about 10^{-5} .

The accuracy of the time measurement is 2 to $3 \cdot 10^{-11}$ for an atomic clock, $5 \cdot 10^{-9}$ for a quartz clock in most national standard laboratories. Portable quartz generators have an uncertainty between $1 \cdot 10^{-4}$ and $5 \cdot 10^{-5}$.

To relate the measurement of a.c. quantities to equivalent d.c. quantities transfer standards shall be used. The most suitable of these devices which, at present, permit the highest attainable accuracy and which are used by national standard laboratories, enable measurement of a.c. energy with an uncertainty in the order of $2 \cdot 10^{-4}$ (power-factor = 1.0).

Examples of such transfer devices are:

- electrodynamic comparator;
- thermo-electrical comparator;
- static multiplier circuit.

B3. Lowest possible uncertainty of the elements of an MTE test standard

The overall uncertainty of an MTE test standard depends on the uncertainty of each of the elements used.

These different uncertainties are directly related to the quality of the elements used and the calibration possibilities offered by national standard laboratories of the highest order (see Clause B2).

The overall uncertainty of an MTE test standard should be estimated preferably by the root mean square (r.m.s.) value of the uncertainties of the elements used.

A titre indicatif figurent, ci-après, les valeurs des incertitudes les plus faibles, aujourd'hui, de certains des éléments utilisés:

| | | | |
|--|---|---|--|
| a) <i>Wattmètre électronique (statique)</i> | } | { | 2 · 10 ⁻⁴ (facteur de puissance = 1,0) |
| b) <i>Compteur statique étalon</i> | | | |
| c) <i>Wattmètre à double et triple échelle</i> | | | |
| d) <i>Wattmètre à simple échelle classe 0,1</i> | } | { | 5 · 10 ⁻⁴ (facteur de puissance = 1,0) |
| | | | 10 · 10 ⁻⁴ (facteur de puissance = 0,5) |
| e) <i>Transformateurs de courant et de tension</i> | | | 1 · 10 ⁻⁴ et 0,2 min |

Etant donné qu'un déphasage de 1 mir entraîne une erreur complémentaire pour chaque transformateur d'environ 0,05% à facteur de puissance = 0,5, il en résulte les incertitudes suivantes:

$$1 \cdot 10^{-4} \text{ (facteur de puissance = 1,0)}$$

$$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ (facteur de puissance = 0,5)}$$

Lorsqu'on utilise des transformateurs de courant et de tension, les valeurs les plus probables de l'incertitude peuvent être obtenues par la somme quadratique des valeurs mentionnées ci-dessus:

$$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ (facteur de puissance = 1,0)}$$

$$2 \cdot 10^{-4} \text{ (facteur de puissance = 0,5)}$$

B4. Périodicité du contrôle de la précision d'un EEC

La périodicité du contrôle de la précision d'un EEC dépend:

- du type de l'équipement;
- des antécédents de l'EEC;
- du nombre de compteurs essayés avec l'EEC pendant l'intervalle entre deux contrôles;
- de l'entretien de l'EEC;
- de la classe de précision des compteurs essayés avec l'EEC;
- de la qualité des éléments constituant de l'EEC;
- des fluctuations possibles des erreurs de l'EEC en cours de fonctionnement.

B5. Valeur moyenne et répétabilité des mesurages

(Explication du paragraphe 3.7)

- Un EEC ayant une valeur moyenne d'erreur $\bar{E} = 0$, mais un écart type estimé s très élevé, n'assure pas la répétabilité des mesurages.
- Un EEC présentant une valeur moyenne d'erreur \bar{E} assez grande, mais un faible écart type estimé s peut être utilisé pour les mesurages de grande précision si on applique une correction correspondante ou que cette valeur moyenne \bar{E} est compensée par un transformateur de correction.

Du point de vue statistique, le nombre de mesurages à effectuer à chaque point d'essai est fonction du résultat métrologique recherché. Mais si on tient compte que des essais sont effectués à:

- différents calibres de courant;
- différents calibres de tension;
- différentes valeurs du facteur de puissance;

Typical values of uncertainty of the lowest, at present, possible uncertainty for these elements are given below:

| | | | |
|---|---|---|---|
| a) <i>Static wattmeter</i> | } | { | $2 \cdot 10^{-4}$ (power-factor = 1.0) $4 \cdot 10^{-4}$ (power-factor = 0.5) |
| b) <i>Static standard meter</i> | | | |
| c) <i>Double and triple scale wattmeter</i> | | | |
| d) <i>Single-scale Class 0.1 wattmeter</i> | } | { | $5 \cdot 10^{-4}$ (power-factor = 1.0) $10 \cdot 10^{-4}$ (power-factor = 0.5) |
| e) <i>Current or voltage transformers</i> | | | |

Taking into account the fact that a phase difference of 1 min gives an additional error for either instrument transformer of about 0.05% at a power-factor 0.5, the resultant uncertainties are:

$$1 \cdot 10^{-4} \text{ (power-factor = 1.0)}$$

$$1.5 \cdot 10^{-4} \text{ (power-factor = 0.5)}$$

When using current and voltage transformers, the most probable values for the uncertainty may be given by the r.m.s. summation of the above-mentioned values:

$$1.5 \cdot 10^{-4} \text{ (power-factor = 1.0)}$$

$$2 \cdot 10^{-4} \text{ (power-factor = 0.5)}$$

B4. Interval frequency for the control measurement of the accuracy of an MTE

The interval frequency for the control of the accuracy of an MTE depends on:

- the type of equipment;
- the history of the MTE;
- the number of meters tested with the MTE in a period;
- the maintenance of the MTE;
- the accuracy class of meters being tested with the MTE;
- the quality of the components of an MTE;
- the possible error fluctuations stated when operating an MTE.

B5. Mean value and repeatability of the measurements

(Explanation of Sub-clause 3.7)

- An MTE with the mean value of error $\bar{K} = 0$, but a high value for the estimation s of the standard deviation does not ensure the repeatability of measurements.
- An MTE with a high mean value of error \bar{E} , but a low value for s may be used for measurements of high accuracy, when a correction is used or the mean value E is corrected by a correction transformer.

From a statistical point of view, the number of measurements to be carried out at each test point depends on the metrological result required. However, taking into account the fact that tests have to be made for:

- different current ranges;
- different voltage ranges;
- different power-factors;

- la charge maximale;
- la charge minimale;

et pour:

- les compteurs monophasés;
- les compteurs triphasés;
- les différentes méthodes de mesurage (triphase trois et quatre fils),

Il est évident qu'en définissant la méthode à suivre pour la détermination de l'erreur E d'un EEC, on doit prendre en considération non seulement les exigences métrologiques, mais aussi les aspects économiques.

Etant donné qu'un nombre réduit de mesurages ne donne généralement pas une base statistique, une détermination plus complète de l'erreur d'un EEC sur base statistique n'est pas possible. C'est pourquoi le tableau II donne les limites admissibles de l'estimation s de la valeur de l'écart type. Un bon compromis consiste à effectuer cinq mesures comme indiqué au paragraphe 3.7.

- maximum load;
- minimum load;

and for:

- single-phase meters;
- three-phase meters;
- different measuring methods (three-phase three- and four-wire systems),

it is evident that the method for ascertaining the error E of an MTE has to take into consideration not only metrological, but also economic facts.

As a low number of measurements usually does not give a statistical basis, a correct determination of the error of an MTE on a statistical basis is not possible. Therefore, Table II gives the permissible limits for the estimation s of the standard deviation. A good compromise is to carry out five measurements as indicated in Sub-clause 3.7.

ANNEXE C**GUIDE POUR LE CONTRÔLE INITIAL D'UN ÉQUIPEMENT D'ÉTALONNAGE DE
COMPTEUR NEUF**

- C1. Construction mécanique**
- C2. Câblage et connexions, spécialement des éléments mobiles (par exemple déphaseur)**
- C3. Précision déclarée de tous les appareils de mesurage**
- C4. Qualité diélectrique**
- C5. Ordre des phases**
- C6. Circuit de tension — Contrôle des éléments constituants**
 - C6.1 Sélecteur des calibres de mesurage.
 - C6.2 Dispositifs de réglage de tension. Capacité de réglage aux différentes charges.
 - C6.3 Dispositifs de réglage et indicateurs d'équilibrage des tensions.
- C7. Circuit de courant — Contrôle des éléments constituants**
 - C7.1 Sélecteur des calibres de mesurage.
 - C7.2 Dispositifs de réglage de courant. Capacité de réglage aux différentes charges.
 - C7.3 Dispositifs de réglage de l'équilibrage des courants.
- C8. Circuits de mesure**
 - C8.1 Wattmètres et compteurs utilisés comme étalons de travail: calibres de mesurage, méthodes de mesurage. Vérification du déphasage (inductif et capacitif).
 - C8.2 Inversion des pôles des wattmètres.
 - C8.3 Contrôle de la précision: (voir articles 3 et 4).
- C9. Contrôle du facteur de distorsion**
 - C9.1 Contrôle aux bornes d'entrée de l'ETC.
 - C9.2 Contrôle aux bornes de sortie de l'ETC:
 - Circuit de courant (facteur de puissance = 1,0 et 0,5 aux charges maximale et minimale).
 - Circuit de tension (facteur de puissance = 1,0 et 0,5 aux charges maximale et minimale).

APPENDIX C

GUIDELINES FOR THE INITIAL CHECKING OF A NEW METER TESTING EQUIPMENT

- C1. **Mechanical construction**
- C2. **Wiring and connections** especially those of parts which can be moved (e.g. phase shifting device)
- C3. Stated **accuracy** of all measuring instruments
- C4. **Dielectric properties**
- C5. **Phase sequence**
- C6. **Voltage circuit — Control of the components**
 - C6.1 Measuring range switch.
 - C6.2 Voltage adjusting devices. Regulating capacity at various loads.
 - C6.3 Voltage balance adjusting devices and balance indicators.
- C7. **Current circuit — Control of the components**
 - C7.1 Measuring range switch.
 - C7.2 Current adjusting devices. Regulating capacity at various loads.
 - C7.3 Current balance adjusting devices.
- C8. **Measuring circuits**
 - C8.1 **Wattmeters and meters used as working standards:** Measuring ranges, measuring methods. Checking of phase displacement (lagging-leading).
 - C8.2 Polarity changing of wattmeters.
 - C8.3 Accuracy measurements (see Clauses 3 and 4).
- C9. **Distortion factor control**
 - C9.1 Input terminals of the MTE.
 - C9.2 Output terminals of the MTE:
 - Current circuit (power-factor = 1.0 and 0.5 at maximum/minimum load).
 - Voltage circuit (power-factor = 1.0 and 0.5 at maximum/minimum load).

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Étude n° 13**

| | |
|--------------|--|
| 51 (1973) | Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires. |
| 145 (1963) | Compteur d'énergie réactive (varhoure-mètres). |
| 211 (1966) | Indicateurs de maximum, classe 1,0. |
| 258 (1968) | Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires. Modification n° 1 (1976). |
| 278 (1968) | Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques ¹ . |
| 338 (1970) | Télécomptage pour consommation et puissance moyenne. |
| 348 (1978) | Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques ¹ . |
| 387 (1972) | Symboles pour compteurs à courant alternatif. |
| 414 (1973) | Règles de sécurité pour les appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs et leurs accessoires. |
| 428 (1973) | Piles étalons. |
| 443 (1974) | Alimentations stabilisées à usage de mesure ¹ . |
| 473 (1974) | Dimensions pour appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs de tableau. Modification n° 1 (1979). |
| 477: — | Résistances de laboratoire |
| 477 (1974) | Résistances de laboratoire à courant continu. |
| 477-2 (1979) | Deuxième partie: Résistances de laboratoire à courant alternatif. |
| 484 (1974) | Appareils de mesure électriques à action directe. |
| 514 (1975) | Contrôle de réception des compteurs à courant alternatif de la classe 2. |
| 521 (1976) | Compteurs d'énergie active à courant alternatif des classes 0,5, 1 et 2. Modification n° 1 (1980). |
| 523 (1975) | Potentiomètres à courant continu. Modification n° 1 (1979). |
| 524 (1975) | Diviseurs de tension à résistance en courant continu à rapports fixes. Modification n° 1 (1981). |
| 564 (1977) | Ponts à courant continu pour mesure de résistance. Modification n° 1 (1981). |
| 618 (1978) | Diviseurs de tension inductifs. Modification n° 1 (1981). |
| 687 (1980) | Compteurs statiques d'énergie active. Spécifications métrologiques pour les classes 0,2 S et 0,5 S. |
| 688: — | Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives en grandeurs électriques continues. |
| 688-1 (1980) | Première partie: Transducteurs d'usage général. |
| 736 (1982) | Équipement d'étalonnage de compteurs d'énergie électrique. |

¹ Le comité de l'Équipement électronique de mesure est désormais rattaché au CE 56.

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 13**

| | |
|--------------|--|
| 51 (1973) | Recommendations for direct acting indicating electrical measuring instruments and their accessories. |
| 145 (1963) | Var-hour (reactive energy) meters. |
| 211 (1966) | Maximum demand indicators, Class 1,0. |
| 258 (1968) | Direct acting recording electrical measuring instruments and their accessories. Amendment No. 1 (1976). |
| 278 (1968) | Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus ¹ . |
| 338 (1970) | Telemetering for consumption and demand. |
| 348 (1978) | Safety requirements for electronic measuring apparatus. |
| 387 (1972) | Symbols for alternating-current electricity meters. |
| 414 (1973) | Safety requirements for indicating and recording electrical measuring instruments and their accessories. |
| 428 (1973) | Standard cells. |
| 443 (1974) | Stabilized supply apparatus for measurement ¹ . |
| 473 (1974) | Dimensions for panel mounted indicating and recording electrical measuring instruments. Amendment No. 1 (1979). |
| 477: — | Laboratory resistors. |
| 477 (1974) | Laboratory d.c. resistors. |
| 477-2 (1979) | Part 2: Laboratory a.c. resistors. |
| 484 (1974) | Indirect acting electrical measuring instruments. |
| 514 (1975) | Acceptance inspection of Class 2 alternating-current watt-hour meters. |
| 521 (1976) | Class 0,5, 1 and 2 alternating-current watt-hour meters. Amendment No. 1 (1980). |
| 523 (1975) | Direct-current potentiometers. Amendment No. 1 (1979). |
| 524 (1975) | Direct-current resistive voltage boxes. Amendment No. 1 (1981). |
| 564 (1977) | D.C. bridges for measuring resistance. Amendment No. 1 (1981). |
| 618 (1978) | Inductive voltage dividers. Amendment No. 1 (1981). |
| 687 (1980) | Static watt-hour meters. Metrological specifications for classes 0,2 S and 0,5 S. |
| 688: — | Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities into d.c. electrical quantities. |
| 688-1 (1980) | Part 1: General purpose transducers. |
| 736 (1982) | Testing equipment for electrical energy meters. |

¹ Electronic measuring equipment terminology taken over by TC 66.