

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 51

Deuxième édition — Second edition

1960

**Recommandations pour les appareils de mesure électriques
indicateurs et leurs accessoires**

**Recommendations for indicating electrical measuring instruments
and their accessories**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60051:1960

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 51

Deuxième édition — Second edition

1960

**Recommandations pour les appareils de mesure électriques
indicateurs et leurs accessoires**

**Recommendations for indicating electrical measuring instruments
and their accessories**



Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Article	
1. Domaine d'application	8
2. Terminologie	8
2.1 Termes généraux	8
2.2 Désignation des appareils selon la nature des phénomènes qui caractérisent leur fonctionnement	12
2.3 Eléments de construction des appareils de mesure	14
2.4 Valeurs nominales	16
2.5 Grandeurs d'influence et conditions de référence	18
2.6 Erreurs et variations	18
2.7 Précision	18
3. Classification	20
3.1 Selon la nature des phénomènes qui caractérisent leur fonctionnement	20
3.2 Selon leur classe de précision définie à l'article 2.7.1	20
3.3 Selon leur protection contre les influences magnétiques extérieures	20
4. Erreurs admissibles pour les appareils de mesure	20
4.1 Erreurs admissibles	20
4.2 Conditions à respecter pour la détermination des erreurs des appareils de mesure	22
5. Erreurs admissibles pour les accessoires	26
5.1 Accessoires interchangeables	26
5.2 Accessoires non interchangeables	28
6. Variations admissibles pour les appareils de mesure	28
6.1 Variations admissibles	28
6.2 Conditions à respecter pour la détermination des variations	28
6.3 Influence magnétiques extérieures	30
6.4 Influence du montage sur un panneau ferromagnétique	32
6.5 Influence du montage sur un panneau conducteur	34
6.6 Influence du déséquilibre des courants sur le fonctionnement des wattmètres et varmètres polyphasés	34
7. Variations admissibles pour les accessoires interchangeables	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. Scope	9
2. Definitions	9
2.1 General terms	9
2.2 Description of instruments according to their method of operation	13
2.3 Constructional parts of instruments	15
2.4 Rated values	17
2.5 Influence quantities and reference conditions	19
2.6 Errors and variations in indication	19
2.7 Accuracy	19
3. Classification	21
3.1 According to their method of operation	21
3.2 According to their accuracy class	21
3.3 According to their protection against magnetic influences	21
4. Permissible intrinsic errors of measuring instruments	21
4.1 Permissible errors	21
4.2 Conditions under which intrinsic errors of instruments shall be determined	23
5. Permissible intrinsic errors of accessories	27
5.1 Interchangeable accessories	27
5.2 Non-interchangeable accessories	29
6. Permissible limits of variations in the indication of instruments	29
6.1 Permissible variations in indication	29
6.2 Conditions under which the variations in indication shall be determined	29
6.3 Effect of external magnetic inductions	31
6.4 Effect of mounting on ferromagnetic supports	33
6.5 Effect of mounting on supports of conductive material	35
6.6 Effect of unbalanced currents on the performance of polyphase wattmeters and varmeters	35
7. Permissible variations for interchangeable accessories	35

	Pages
8. Prescriptions relatives aux qualités électriques et mécaniques des appareils de mesure et de leurs accessoires	36
8.1 Amortissement	36
8.2 Charge continue	36
8.3 Surcharges admissibles	36
8.4 Températures limites de fonctionnement	40
8.5 Influence mutuelle entre les divers circuits des wattmètres et varmètres polyphasés	40
8.6 Epreuves diélectriques	42
9. Prescriptions de construction	44
9.1 Scellement	44
9.2 Echelle	44
9.3 Valeurs normales	46
9.4 Réglage du zéro	46
9.5 Bornes	46
10. Inscriptions et symboles concernant les appareils de mesure et leurs accessoires	46
10.1 Inscriptions et symboles concernant les appareils de mesure	46
10.2 Inscriptions et symboles concernant les shunts	48
10.3 Inscriptions et symboles concernant les résistances, inductances et impédances additionnelles	50
10.4 Indications relatives aux conditions de référence et au domaine nominal d'utilisation	50
11. Modalités d'application	52
Annexe	60

	Page
8. Further electrical and mechanical requirements of instruments and accessories	37
8.1 Damping	37
8.2 Continuous load	37
8.3 Overloads permissible on measuring apparatus	37
8.4 Temperature limits for operation	41
8.5 Mutual influence between the different circuits of polyphase wattmeters and varmeters	41
8.6 Dielectric tests	43
9. Constructional requirements	45
9.1 Sealing	45
9.2 Scales	45
9.3 Preferred values	47
9.4 Zero adjustment	47
9.5 Terminals	47
10. Markings and symbols appropriate to measuring instruments and their accessories	47
10.1 Markings and symbols for measuring instruments	47
10.2 Markings and symbols for shunts	49
10.3 Markings and symbols for series resistors, inductors and impedances	51
10.4 Markings relative to the reference conditions and nominal ranges of use	51
11. Proof of compliance with the recommendations	53
Appendix	61

With WATTS
 IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60051:1960

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS POUR LES APPAREILS DE MESURE ÉLECTRIQUES INDICATEURS ET LEURS ACCESSOIRES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. 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 cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente édition des recommandations de la C.E.I. pour les appareils de mesure électriques remplace la première édition publiée en 1935. Le travail de révision de la première édition a débuté lors de la réunion du Comité d'Etudes N° 13 : Appareils de mesure, tenue à Budapest en novembre 1955, sur la base d'un avant-projet établi par le Secrétariat. Pendant la réunion de Budapest, un Sous-Comité, 13B, a été créé pour s'occuper des appareils de mesure électriques et de leurs accessoires.

La discussion du projet de recommandations s'est poursuivie lors de la réunion du Sous-Comité 13B tenue à Naples en octobre 1956, à la suite de laquelle un projet définitif a été soumis aux Comités nationaux en septembre 1957, pour approbation suivant la Règle des Six Mois.

Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Suisse
Hongrie	Tchécoslovaquie
Inde	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie
Norvège	

L'Autriche, ayant émis un vote négatif, avait insisté sur la nécessité de mettre le document en harmonie avec les décisions de la réunion de Naples. Les corrections nécessaires ont été faites dans ce sens.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR INDICATING ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS AND THEIR ACCESSORIES

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. 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 that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This edition of the I.E.C. recommendations for indicating electrical measuring instruments replaces the first edition published in 1935. The work of revision was commenced at the meeting of Technical Committee No. 13: Measuring Instruments, held in Budapest in November 1955, on the basis of a preliminary draft prepared by the Secretariat. During the Budapest meeting a Sub-Committee, 13B, was set up to deal with indicating measuring instruments and their accessories.

The draft recommendations were further discussed at the meeting of Sub-Committee 13B held in Naples, October 1956 and as a result of this meeting a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September, 1957.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Netherlands
Czechoslovakia	Norway
Denmark	Poland
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	United Kingdom
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
India	Yugoslavia
Italy	

Austria having cast a negative vote stressed the necessity of bringing the document in line with the Naples decisions. The necessary corrections have now been made.

RECOMMANDATIONS POUR LES APPAREILS DE MESURE ÉLECTRIQUES INDICATEURS ET LEURS ACCESSOIRES

1. DOMAINE D'APPLICATION

1.1 Les présentes recommandations s'appliquent aux appareils de mesure électriques indicateurs, pour courant continu et pour courant alternatif, à savoir:

- ampèremètres;
- voltmètres;
- wattmètres, varmètres et phasemètres monophasés;
- wattmètres, varmètres et phasemètres polyphasés;
- fréquencemètres à aiguille et à lames vibrantes;
- ohmmètres.

Elles s'appliquent à ceux de ces appareils dont le ou les circuits de mesure comportent des redresseurs ou des diodes ainsi qu'aux appareils à thermocouple.

Les recommandations s'appliquent également aux accessoires utilisés avec ces appareils, c'est-à-dire:

- shunts
- résistances, inductances et capacités additionnelles.

Lorsque d'autres accessoires sont associés à des appareils de mesure, les recommandations ne s'appliquent à l'ensemble que pour autant que l'étalonnage ait été effectué pour cet ensemble.

1.2 Les recommandations s'appliquent également aux appareils électriques de mesure lorsqu'il est possible de se référer à la grandeur électrique utilisée pour mesurer la grandeur non électrique.

1.3 Les recommandations ne sont pas applicables aux appareils électroniques de mesure ¹⁾, y compris les appareils comportant des transistors.

Les prescriptions relatives aux compteurs, appareils enregistreurs, appareils à contact et aux transformateurs de mesure interchangeables font l'objet d'autres publications.

2. TERMINOLOGIE

La plupart des définitions suivantes ont été prises parmi celles du Vocabulaire Electrotechnique International, groupe 20 (Publication 50 (20) de la C.E.I.). Elles figurent alors avec leur référence V.E.I. De nouvelles définitions et certains commentaires ont été ajoutés dans les présentes recommandations, dans le but de faciliter leur compréhension.

2.1 Termes généraux

2.1.1 *Appareil de mesure électrique*. Appareil qui mesure une grandeur électrique (V.E.I. 20-05-150).

2.1.2 *Accessoire*. Élément de circuit (résistance, inductance, capacité, etc.) qui est associé, de façon permanente ou non, à l'appareil de mesure proprement dit.

¹⁾ Les présentes recommandations ne contiennent pas les prescriptions relatives aux appareils électroniques de mesure. La C.E.I. a mis à l'étude des recommandations séparées pour ces appareils.

RECOMMENDATIONS FOR INDICATING ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS AND THEIR ACCESSORIES

1. SCOPE

- 1.1 These recommendations apply to indicating electrical measuring apparatus, for direct and alternating currents, viz.:

- ammeters;
- voltmeters;
- single-phase wattmeters, varimeters and phase meters;
- polyphase wattmeters, varimeters and phase meters;
- frequency meters of pointer and vibrating-reed types;
- ohmmeters.

They apply to such instruments which incorporate rectifiers or diodes and to thermocouple instruments.

They are also applicable to certain accessories used with such apparatus, viz.:

- shunts;
- series resistors, inductors and capacitors.

Other accessories are associated with instruments inasmuch as the calibration has been made of the instrument together with the accessory; in this case the recommendations are applicable to the combination of instrument and accessory.

- 1.2 The recommendations also apply to electrically measuring instruments when it is possible to express their performance in terms of the electrical quantity used to measure the non-electrical one.
- 1.3 The recommendations are not applicable to electronic measuring apparatus¹⁾ including instruments incorporating transistors.

The requirements of integrating meters, recording instruments, contact instruments and interchangeable instrument transformers are the subject of separate recommendations.

2. DEFINITIONS

The majority of the following definitions have been taken from those given in the International Electrotechnical Vocabulary, Group 20 (I.E.C. Publication 50(20)). In such cases the appropriate I.E.V. reference is given. Certain new definitions or amplifications of I.E.V. definitions have been added in the present recommendations in order to facilitate understanding of the I.E.V. definitions.

2.1 General terms

- 2.1.1 *Electrical measuring instrument.* An instrument which measures an electrical quantity (I.E.V. 20-05-150).
- 2.1.2 *Accessory.* Circuit element (resistor, inductor, capacitor, etc.) which is associated with the measuring instrument either in a permanent or in a non-permanent manner.

¹⁾ The present recommendations do not cover the performance requirements which may need to be specified for electronic measuring apparatus. The I.E.C. has under consideration the preparation of separate recommendations for such types of apparatus.

Un *accessoire interchangeable* conserve ses qualités et sa précision propres qui sont indépendantes de celles de l'appareil avec lequel il peut être associé.

Lorsque cette interchangeabilité ne s'applique qu'à des catégories d'appareils de mesure dont la résistance ou l'impédance est déterminée (par exemple shunt étalonné pour une valeur déterminée du courant dérivé), l'accessoire est considéré comme ayant une *interchangeabilité limitée*.

Un *accessoire non interchangeable* est adapté aux caractéristiques d'un appareil ou d'un type d'appareil de mesure déterminé. Les recommandations s'appliquent, dans ce cas, à l'ensemble constitué par l'appareil de mesure et l'accessoire associé.

- 2.1.3 *Appareil électrique de mesure.* Appareil électrique servant à la mesure d'une grandeur non électrique (V.E.I. 20-05-155).
- 2.1.4 *Appareil électronique.* Appareil dans lequel la mesure est effectuée au moyen d'un dispositif électronique (V.E.I. 20-05-100).
Cette définition s'applique aussi bien aux appareils électroniques qui mesurent des grandeurs électriques qu'à ceux qui mesurent des grandeurs non électriques.
- 2.1.5 *Appareil de mesure indicateur.* Appareil qui indique, à tout moment, la valeur instantanée, efficace, moyenne, ou la valeur de crête de la grandeur mesurée (V.E.I. 20-05-010).
- 2.1.6 *Appareil enregistreur.* Appareil qui inscrit ou enregistre généralement les valeurs instantanées, efficaces ou moyennes que prend successivement la grandeur mesurée (V.E.I. 20-05-015).
- 2.1.7 *Appareil à contacts.* Appareil dont l'équipage mobile ferme ou ouvre des contacts pour certaines de ses positions (V.E.I. 20-05-185).
- 2.1.8 *Appareil à protection magnétique.* Appareil dont l'élément de mesure est entouré de circuits magnétiques (écrans) de façon à réduire fortement l'influence des champs magnétiques extérieurs (V.E.I. 20-05-200).
- 2.1.9 *Appareil astatique.* Appareil dont l'équipage mobile est astatique (V.E.I. 20-05-175) c'est-à-dire constitué de manière à être insensible à l'action des champs électromagnétiques uniformes (V.E.I. 20-35-020).
- 2.1.10 *Appareil à écran électrostatique.* Appareil pourvu d'écrans le protégeant contre l'influence de corps électrisés extérieurs (V.E.I. 20-05-210).
- 2.1.11 *Circuit de courant (circuit série).* Partie d'un appareil de mesure parcourue par le courant du circuit qu'il contrôle ou par un courant proportionnel fourni par un transformateur de courant, ou dérivé sur un shunt (V.E.I. 20-35-205).
- 2.1.12 *Circuit de tension (circuit dérivé).* Partie d'un appareil de mesure alimentée par la tension du circuit qu'il contrôle ou par une tension proportionnelle fournie par un transformateur ou par un réducteur de tension (V.E.I. 20-35-210).
- 2.1.13 *Shunt.* Résistance montée en dérivation sur un appareil pour réduire l'intensité du courant qui le traverse. Cette résistance est souvent choisie de manière que la réduction se fasse dans un rapport connu (V.E.I. 20-35-090).
- 2.1.14 *Résistance (inductance, capacité) additionnelle.* Résistance (inductance, capacité) montée en série avec un voltmètre ou le circuit de tension d'un appareil de mesure, notamment pour modifier son calibre en tension (V.E.I. 20-35-110).
- 2.1.15 *Cordons.* Conducteurs spécialement prévus pour raccorder un appareil de mesure à ses accessoires (V.E.I. 20-35-140).

An interchangeable accessory has its own properties and accuracy, these being independent of those of the instrument with which it may be associated.

When this interchangeability applies only to such instruments whose resistance or impedance has a predetermined value (e.g. shunt adjusted to take into account a given instrument current) the accessory is taken as being a *limitedly interchangeable* accessory.

A non-interchangeable accessory is adjusted to take into account the electrical characteristics of a specific instrument or design of instrument. In this case, the recommendations are applicable to the combination of instrument and accessory.

- 2.1.3 *Electrically measuring instrument.* An instrument using electrical means for measuring a non-electrical quantity (I.E.V. 20-05-155).
- 2.1.4 *Electronic instrument.* An instrument in which the measurement is made by means of an electronic device (I.E.V. 20-05-100).

This definition is applicable both to electronic instruments which measure electrical quantities and to those which measure non-electrical quantities.
- 2.1.5 *Indicating instrument.* An instrument which indicates at any time, the instantaneous, effective, average or peak value of the quantity measured (I.E.V. 20-05-010).
- 2.1.6 *Recording instrument.* An instrument which inscribes or records generally the instantaneous, effective or average values which are successively assumed by the quantity being measured (I.E.V. 20-05-015).
- 2.1.7 *Instrument with contacts.* An instrument in which the moving element closes or opens contacts when it arrives at certain positions (I.E.V. 20-05-185).
- 2.1.8 *Instrument with magnetic screening.* An instrument shielded from the influence of external magnetic fields by ferro-magnetic material (I.E.V. 20-05-200).
- 2.1.9 *Astatic instrument.* An instrument of which the moving element is astatic (I.E.V. 20-05-175), i.e. so constructed that it is unaffected by uniform electromagnetic fields (I.E.V. 20-35-020).
- 2.1.10 *Instrument with electrostatic screening.* An instrument provided with screens which protect it from the influence of external electric fields (I.E.V. 20-05-210).
- 2.1.11 *Current circuit (Series circuit).* That part of a measuring instrument through which flows the current in the circuit which it measures, or a proportional current supplied by a current transformer or derived from a shunt (I.E.V. 20-35-205).
- 2.1.12 *Voltage circuit (Shunt circuit).* That part of a measuring instrument supplied by the voltage of the circuit it is to measure, or by a proportional voltage supplied by a transformer or a voltage divider (I.E.V. 20-35-210).
- 2.1.13 *Shunt.* A resistor connected in parallel with an instrument in order to reduce the current which passes through it. The resistance value may be so chosen that the reduction is in a known ratio (I.E.V. 20-35-090).
- 2.1.14 *Series resistor (inductor, capacitor).* A resistor (inductor, capacitor), connected in series with a voltmeter or the voltage circuit of a measuring instrument, specially to alter its voltage range (I.E.V. 20-35-110).
- 2.1.15 *Instrument leads.* Conductors specially designed for connecting a measuring instrument and its accessories (I.E.V. 20-35-140).

2.1.16 *Cordons étalonnés*. Conducteurs définis à l'article 2.1.15, dont la résistance est ajustée à une valeur spécifiée.

Les cordons étalonnés sont considérés comme un accessoire interchangeable de l'appareil de mesure.

2.1.17 *Appareil à équipage mobile buté*. Appareil dans lequel l'équipage mobile est arrêté par une butée lorsque la grandeur à mesurer est inférieure à une certaine valeur (V.E.I. 20-05-190).

2.1.18 *Facteur de distorsion*. Rapport entre la valeur efficace du résidu et la valeur efficace de la grandeur non sinusoïdale (V.E.I. 05-02-120).

2.2 Désignation des appareils selon la nature des phénomènes qui caractérisent leur fonctionnement

2.2.1 *Appareil magnétoélectrique (à cadre mobile)*. Appareil dans lequel un aimant fixe agit sur un ou plusieurs cadres mobiles parcourus par des courants (V.E.I. 20-05-035).

2.2.2 *Appareil à aimant mobile*. Appareil dans lequel une ou plusieurs bobines fixes, parcourues par des courants, agissent sur un aimant ou sur un système d'aimants mobiles (V.E.I. 20-05-050).

2.2.3 *Appareil ferromagnétique (à fer mobile)*. Appareil comportant une pièce de fer mobile, soumise à l'action d'une bobine fixe parcourue par un courant, ou à celle d'une pièce de fer fixe aimantée par le courant (V.E.I. 20-05-040).

2.2.4 *Appareil à fer mobile et à aimant*. Appareil comportant une pièce de fer mobile soumise à l'action d'un aimant fixe et d'une bobine fixe parcourue par un courant (V.E.I. 20-05-045).

2.2.5 *Appareil électrodynamique*. Appareil utilisant les actions électrodynamiques s'exerçant entre les bobines fixes et mobiles parcourues par des courants et qui ne comporte pas de pièces ferromagnétiques dans le trajet des lignes de champ magnétique (V.E.I. 20-05-055).

2.2.6 *Appareil ferrodynamique*. Appareil dans lequel les actions électrodynamiques sont renforcées par des pièces ferromagnétiques placées sur le trajet des lignes de champ magnétique (V.E.I. 20-05-060).

2.2.7 *Appareil à induction*. Appareil utilisant l'action de circuits inducteurs fixes sur les courants qu'ils induisent dans des pièces conductrices mobiles (V.E.I. 20-05-065).

2.2.8 *Appareil thermique à fil chaud*. Appareil dans lequel la dilatation de fils due à leur échauffement direct ou indirect par le courant est transmise à l'équipage mobile (V.E.I. 20-05-080).

2.2.9 *Appareil bimétallique*. Appareil dans lequel la déformation d'un bilame due à son échauffement direct ou indirect par le courant, est transmise à l'équipage mobile (V.E.I. 20-05-085).

2.2.10 *Appareils à thermocouple*. Appareil dans lequel le courant produit l'échauffement d'un thermocouple, dont la force électromotrice est mesurée à l'aide d'un appareil magnétoélectrique (V.E.I. 20-05-095).

2.2.11 *Appareil à redresseur*. Appareil constitué par un appareil de mesure sensible au courant continu associé à un dispositif redresseur et au moyen duquel on peut mesurer des courants (tensions) alternatifs (alternatives) (V.E.I. 20-05-105).

2.2.12 *Appareil électrostatique*. Appareil qui fonctionne sous l'influence des forces électrostatiques (V.E.I. 20-05-025).

2.2.13 *Appareil à lames vibrantes*. Appareil dans lequel des lames métalliques entrent en résonance sous l'action d'un courant périodique parcourant des bobines fixes combinées ou non avec un aimant (V.E.I. 20-05-110).

2.1.16 *Calibrated instrument leads.* Instrument leads as defined in 2.1.15, of which the resistance is adjusted to a specified value.

Calibrated instrument leads are considered as being interchangeable accessories of the measuring instrument.

2.1.17 *Instrument with suppressed zero.* An instrument in which the moving element does not indicate when the quantity to be measured is less than a certain value (I.E.V. 20-05-190).

2.1.18 *Distortion factor.* The ratio of the r.m.s. value of the harmonic content to the r.m.s. value of the non-sinusoidal quantity (I.E.V. 05-02-120).

2.2 Description of instruments according to their method of operation

2.2.1 *Permanent-magnet moving-coil instrument.* An instrument which depends for its operation on the reaction between the current in a movable coil or coils and the field of a fixed permanent magnet (I.E.V. 20-05-035).

2.2.2 *Moving-magnet instrument.* An instrument in which one or several fixed coils carrying currents actuate a moving magnet or system of magnets (I.E.V. 20-05-050).

2.2.3 *Moving-iron instrument.* An instrument comprising a movable piece of iron (ferro-magnetic material) which is actuated by a fixed coil carrying a current, or by a fixed piece of iron magnetized by the current (I.E.V. 20-05-040).

2.2.4 *Polarized moving-iron instrument.* An instrument comprising a movable piece of iron (ferro-magnetic material) actuated by a fixed magnet and by a fixed coil carrying a current (I.E.V. 20-05-045).

2.2.5 *Ironless electro-dynamic instrument.* An instrument which makes use of the force exerted between fixed and moving coils carrying currents, which do not incorporate ferro-magnetic pieces placed across the lines of magnetic flux (I.E.V. 20-05-055).

2.2.6 *Iron-cored electro-dynamic instrument (Ferrodynamic instrument).* An instrument in which the electro-dynamic effect is increased by the presence of ferro-magnetic material (I.E.V. 20-05-060).

2.2.7 *Induction instrument.* An instrument which makes use of the effect of fixed inductive circuits on currents which they induce in moving conducting elements (I.E.V. 20-05-065).

2.2.8 *Hot-wire instrument.* An instrument in which the expansion of a wire, directly or indirectly heated by a current, is transmitted to the moving element (I.E.V. 20-05-080).

2.2.9 *Bimetallic instrument.* An instrument in which the deformation of a bimetallic element, directly or indirectly heated by a current, is transmitted to the moving element (I.E.V. 20-05-085).

2.2.10 *Thermocouple instrument.* An instrument in which the current heats a thermocouple, the electromotive force from which is measured by a permanent-magnet moving-coil instrument (I.E.V. 20-05-095).

2.2.11 *Rectifier instrument.* An instrument which is the combination of an instrument sensitive to direct current and a rectifying device whereby alternating currents (voltages) may be measured (I.E.V. 20-05-105).

2.2.12 *Electrostatic instrument.* An instrument the operation of which depends on electrostatic forces (I.E.V. 20-05-025).

2.2.13 *Vibrating-reed instrument.* An instrument in which metallic strips resonate under the action of a periodic current flowing through fixed coils, which are sometimes combined with a magnet (I.E.V. 20-05-110).

- 2.2.14 *Logomètre (Quotientmètre)*. Appareil destiné à mesurer le rapport (quotient) de deux grandeurs électriques (V.E.I. 20-15-235).
- 2.2.15 *Appareil de mesure polyphasé*. Appareil de mesure de la puissance active, de la puissance réactive ou du facteur de puissance d'un système polyphasé, équilibré ou non.
- 2.2.16 *Appareil de mesure polyphasé équilibré*¹⁾. Appareil de mesure de la puissance active, de la puissance réactive ou du facteur de puissance d'un système polyphasé équilibré, dont l'élément de mesure comporte plus d'un circuit de tension, ou plus d'un circuit de courant, alimentés par des tensions ou parcourus par des courants de phases différentes.

2.3 Eléments de construction des appareils de mesure

2.3.1 Elément de mesure

- 2.3.1.1 *Elément de mesure*. Partie active d'un appareil de mesure formée par l'ensemble des organes dont l'interaction détermine le mouvement de l'équipage mobile (V.E.I. 20-35-050).
- 2.3.1.2 *Equipage mobile*. Partie mobile d'un appareil dont on observe la déviation (V.E.I. 20-35-005).
- 2.3.1.3 *Index*. Elément destiné à indiquer la position de l'équipage mobile d'un appareil (V.E.I. 20-35-025).

2.3.2 Echelle

- 2.3.2.1 *Echelle*. Ensemble de la graduation et de son support matériel (V.E.I. 20-35-045).
- 2.3.2.2 *Cadran*. Surface qui porte l'échelle et la chiffraison (V.E.I. 20-35-040).
- 2.3.2.3 *Graduation*. Ensemble des traits permettant de repérer la position de l'équipage mobile d'un appareil (V.E.I. 20-40-005).
- 2.3.2.4 *Division*. Intervalle séparant deux traits consécutifs d'une graduation (V.E.I. 20-40-020).
- 2.3.2.5 *Chiffraison*. Ensemble des chiffres marqués sur la graduation (V.E.I. 20-40-010).
- 2.3.2.6 *Longueur de la graduation (de l'échelle)*. Longueur de l'arc ou du segment de droite passant au milieu des traits les plus courts de la graduation (V.E.I. 20-40-015).
- 2.3.2.7 *Étendue de mesure*. Partie de la graduation où les mesures peuvent se faire avec la précision requise (V.E.I. 20-40-035).
Les prescriptions relatives au marquage des limites de l'étendue de mesure sont données à l'article 9.2.4.
- 2.3.2.8 *Maximum de l'étendue de mesure*. Valeur de la grandeur mesurée à laquelle se réfèrent les présentes recommandations pour caractériser la précision des appareils.
- Lorsque le zéro se trouve à une extrémité de la graduation, le maximum correspond à la limite supérieure de l'étendue de mesure;
 - Lorsque le zéro se trouve à l'intérieur de la graduation, le maximum est égal à la somme des valeurs absolues correspondant à chacune des deux limites de l'étendue de mesure;
 - Lorsque le zéro se trouve à l'extérieur de la graduation, le maximum est égal à la différence entre la valeur correspondant à la limite supérieure et la valeur correspondant à la limite inférieure de l'étendue de mesure;

¹⁾ Dans le cas où la mesure de la puissance active ou réactive d'un système polyphasé équilibré est effectuée au moyen d'un appareil wattmétrique monophasé dont la graduation est établie pour le système polyphasé, l'appareil doit être considéré, pour l'application des présentes recommandations, comme un appareil monophasé à graduation fictive.

- 2.2.14 *Ratiometer (Quotientmeter)*. An instrument for measuring the ratio (quotient) of two electrical quantities (I.E.V. 20-15-235).
- 2.2.15 *Polyphase instrument*. An instrument for the measurement of the active or reactive power or of the power factor in a balanced or unbalanced polyphase system.
- 2.2.16 *Balanced-load polyphase instrument*.¹⁾ An instrument for the measurement, in a balanced polyphase system, of the active or reactive power or of the power factor; and in which the measuring element comprises more than one voltage circuit or more than one current circuit, supplied by the voltages or currents of different phases.

2.3 Constructional parts of instruments

2.3.1 Mechanism

- 2.3.1.1 *Mechanism*. The active part of a measuring instrument which includes the parts the interaction between which actuates the moving element (I.E.V. 20-35-050).
- 2.3.1.2 *Moving element*. The moving part of an instrument the deflection of which is observed (I.E.V. 20-35-005).
- 2.3.1.3 *Index*. The means which indicate the position of the moving part of an instrument (I.E.V. 20-35-025).

2.3.2 Scale

- 2.3.2.1 *Scale*. The series of marks and numbers from which is obtained the value of the measured quantity, and may include the surface which carries the marks and numbers (I.E.V. 20-35-045).
- 2.3.2.2 *Dial*. A surface which carries the scale and numbers (I.E.V. 20-35-040).
- 2.3.2.3 *Scale marks*. A number of marks by which it is possible to register the position of the moving element of an instrument (I.E.V. 20-40-005).
- 2.3.2.4 *Scale division*. The interval between two consecutive scale marks (I.E.V. 20-40-020).
- 2.3.2.5 *Scale numbering*. The series of numbers forming part of the scale (I.E.V. 20-40-010).
- 2.3.2.6 *Total scale length*. The length of the arc (or of the segment of a circle) passing through the centre of the shortest markings on the graduated scale (I.E.V. 20-40-015).
- 2.3.2.7 *Effective range*. That part of the scale where measurements can be made with the stated accuracy (I.E.V. 20-40-035).
The requirements concerning the markings of the limits of the effective range are given in Clause 9.2.4.
- 2.3.2.8 *Maximum value of the effective range*. The value of the measured quantity to which these recommendations refer in assigning accuracy to instruments:
- When the zero is at one end of the scale, the maximum value corresponds to the upper limit of the effective range;
 - When the zero is displaced (within the scale), the maximum value is equal to the sum of the absolute values corresponding to each of the two limits of the effective range;
 - When the zero is suppressed (is not on the scale), the maximum value is equal to the difference between the values corresponding respectively to the upper and lower limits of the effective range;

¹⁾ When the measurement of the active or reactive power in a balanced polyphase system is made by means of a single-phase wattmetrical instrument which has been calibrated in terms of polyphase power, the instrument shall be considered, for the purpose of these recommendations, as a single-phase instrument with a scale factor.

- d) Pour l'application des présentes recommandations, le maximum de l'étendue de mesure des phasemètres est fixé à 90 degrés électriques.

2.3.3 Zéro et dispositif de réglage du zéro

- 2.3.3.1 *Zéro mécanique.* Trait de la graduation devant lequel se place l'index lorsque l'équipage mobile prend sa position d'équilibre, les organes électriques de l'appareil n'étant ni sous tension, ni parcourus par les courants (V.E.I. 20-40-115).
Dans les appareils dont l'équipage mobile est démunie de couple antagoniste mécanique, le zéro mécanique est indéterminé. Dans les appareils à équipage mobile buté, le zéro mécanique ne correspond à aucun point de la graduation.
- 2.3.3.2 *Dispositif de réglage du zéro.* Ensemble des organes au moyen desquels il est possible de ramener l'index sur le trait de la graduation prévu pour le zéro mécanique.
- 2.3.3.3 *Dispositif de réglage de l'index.* Ensemble des organes au moyen desquels il est possible d'amener l'index sur un trait quelconque de la graduation.
- 2.3.3.4 *Déviations résiduelles.* Partie de la déviation d'un appareil à couple antagoniste qui subsiste après que la cause qui l'a produite a disparu (V.E.I. 20-40-135).

2.4 Valeurs nominales

- 2.4.1 *Valeur(s) nominale(s).* Valeur (ou l'une des valeurs) de la grandeur mesurée qui figure (figurent) dans la désignation de l'appareil.
Les valeurs de la tension, du courant et du facteur de puissance qui figurent dans la désignation des wattmètres, des varmètres et des phasemètres doivent également être considérées comme valeurs nominales.
- 2.4.2 *Calibre d'un appareil (par rapport à la grandeur qu'il mesure).* Valeur de cette grandeur qui correspond à la limite supérieure de l'étendue de mesure (V.E.I. 20-40-050).
- 2.4.3 *Tension nominale d'isolement.* Valeur la plus élevée de la tension en service normal du circuit auquel l'appareil peut être raccordé et qui sert à déterminer les conditions d'essais diélectriques (V.E.I. 20-40-215).
- 2.4.4 *Valeurs nominales pour les shunts*
- 2.4.4.1 *Courant nominal.* Valeur nominale du courant qui traverse l'ensemble constitué par le shunt et l'appareil connecté en dérivation.
- 2.4.4.2 *Chute de tension nominale.* Différence de potentiel qui apparaît aux bornes de tension du shunt lorsque le courant nominal traverse le shunt et l'appareil connecté en dérivation.
- 2.4.4.3 Dans le cas de *shunts interchangeables* pour lesquels le courant dérivé par l'appareil de mesure est négligeable par rapport au courant nominal, le courant nominal et la chute de tension nominale définis ci-dessus s'appliquent au shunt seul.
- 2.4.5 *Courant nominal d'une résistance (inductance, capacité) additionnelle.* Courant indiqué par le constructeur pour lequel la résistance (inductance, capacité) satisfait aux prescriptions des présentes recommandations.
- 2.4.6 *Facteur de puissance (ou $\cos \varphi$) nominal d'un wattmètre.* Facteur par lequel il faut multiplier le produit des valeurs nominales du courant et de la tension pour obtenir la valeur nominale de la puissance.

$$\text{Facteur de puissance nominal } (\cos \varphi) = \frac{\text{Puissance nominale}}{\text{Tension nominale} \times \text{courant nominal}}$$

Le $\sin \varphi$ nominal d'un varmètre se définit par analogie.

- d) For the purpose of these recommendations, the maximum value of the effective range of phase meters (or power factor indicators) shall be considered to be 90 electrical degrees.

2.3.3 Zero and zero adjuster

2.3.3.1 *Mechanical zero.* That point on the scale at which the index stops when the moving element takes up its equilibrium position, the electrical parts of the instrument being de-energized (I.E.V. 20-40-115).

In instruments without mechanical restoring torque, the mechanical zero is indeterminate. In suppressed-zero instruments the mechanical zero does not correspond to a scale mark.

2.3.3.2 *Zero adjuster.* The mechanism by means of which the instrument may be adjusted so that the mechanical zero coincides with the appropriate mark.

2.3.3.3 *Index adjuster.* The mechanism by means of which the index may be adjusted to a desired scale mark.

2.3.3.4 *Zero variation.* The part of the deflection of a measuring instrument having a restoring torque which remains after the cause producing it has disappeared (I.E.V. 20-40-135).

2.4 Rated values

2.4.1 *Rated value(s).* Value (or one of the values) of the quantity measured which occurs in the designation of the instrument.

The values of the voltage, current and power factor which occur in the designation of wattmeters, varmeters and phasemeters are also considered to be rated values.

2.4.2 *Rating (in terms of the quantity measured).* The value of the quantity which corresponds to the upper limit of the effective range (I.E.V. 20-40-050).

2.4.3 *Normal circuit voltage.* The highest circuit voltage on which the instrument will be used and which may determine its insulation tests (I.E.V. 20-40-215).

2.4.4 Rated values of shunts

2.4.4.1 *Rated current.* The rated value of a current which flows through the parallel combination of shunt and instrument.

2.4.4.2 *Rated voltage drop.* The difference in potential appearing at the potential terminals of the shunt when the rated current flows through the combination of shunt and instrument.

2.4.4.3 In the case of *interchangeable shunts* for which the current taken by the measuring instrument is negligible compared with the rated current of the shunt, the rated current and the rated voltage drop of the shunt, as defined above, are applicable to the shunt alone.

2.4.5 *Rated current of series resistors (inductors, capacitors).* The current assigned by the manufacturer as that which the resistor (inductor, capacitor) will carry while satisfying the requirements of these recommendations.

2.4.6 *Rated power factor ($\cos \varphi$) of a wattmeter.* The factor by which it is necessary to multiply the product of the rated voltage and rated current to obtain the rated power;

$$\text{Rated power factor } (\cos \varphi) = \frac{\text{Rated power}}{\text{Rated voltage} \times \text{rated current}}$$

In a varmeter, the rated value of $\sin \varphi$ is defined by analogy with the above expression.

2.5 Grandeurs d'influence et conditions de référence

- 2.5.1 *Grandeur d'influence*. Une des grandeurs qui influent sur les indications de l'appareil et qui n'est pas celle que l'appareil mesure (V.E.I 20-40-060).
- 2.5.2 *Conditions de référence*. Ensemble des conditions spécifiées pour lesquelles l'appareil de mesure (ou l'accessoire) satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs. Ces conditions fixent, pour les grandeurs d'influence, soit des valeurs de référence, soit des domaines de référence.
- 2.5.2.1 *Valeur de référence*. Valeur d'une grandeur d'influence pour laquelle, avec les tolérances fixées aux chapitres 4 et 5, l'appareil (ou l'accessoire) satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs.
- 2.5.2.2 *Domaine de référence*. Plage de valeurs d'une grandeur d'influence pour lesquelles l'appareil (ou l'accessoire) satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs.
- 2.5.3 *Domaine nominal d'utilisation*. Plage des valeurs spécifiée par le constructeur que chacune des grandeurs d'influence peut prendre sans que la variation sur les indications de l'appareil sorte des limites spécifiées aux chapitres 6 et 7.

2.6 Erreurs et variations

Dans les présentes recommandations, la notion d'erreur s'applique uniquement aux erreurs déterminées sur les appareils lorsque ceux-ci se trouvent dans les conditions de référence (art. 2.5.2). La notion d'erreur concerne les qualités intrinsèques de l'appareil (par exemple, l'exactitude de sa graduation) par opposition à la notion de variation qui correspond à l'utilisation dans des conditions différentes des conditions de référence¹⁾.

- 2.6.1 *Erreur absolue*. Différence entre la valeur mesurée d'une grandeur et sa valeur vraie (V.E.I. 20-40-085).
- 2.6.2 *Erreur relative*. Quotient de l'erreur absolue par la valeur exacte de la grandeur à mesurer (V.E.I. 20-40-090).
- 2.6.3 *Variation*. Différence entre les valeurs mesurées d'une grandeur lorsque l'une des grandeurs d'influence prend successivement deux valeurs spécifiées (V.E.I. 20-40-130).
- 2.6.4 *Erreur (ou variation) exprimée en % du maximum de l'étendue de mesure*. Cent fois le quotient de l'erreur absolue (ou de la variation) par la valeur de la grandeur à mesurer qui correspond au maximum défini à l'article 2.3.2.8.
- 2.6.5 *Erreur (ou variation) exprimée en % de la valeur vraie*. Cent fois l'erreur relative (ou la variation relative).
- 2.6.6 *Erreur (ou variation) exprimée en % de la longueur de la graduation*. Cent fois le quotient de l'erreur absolue (ou de la variation) par la longueur de la graduation, ces valeurs étant exprimées en mêmes unités de longueur.

2.7 Précision

Le précision d'un appareil de mesure ou d'un accessoire est définie par les limites de l'erreur et les limites des variations.

¹⁾ Ces notions sont explicitées dans l'annexe des présentes recommandations.

2.5 Influence quantities and reference conditions

- 2.5.1 *Influence quantity.* One of the quantities which affect the indications of an instrument, but which is not the one measured by the instrument (I.E.V. 20-40-060).
- 2.5.2 *Reference conditions.* The conditions under which the instrument (or the accessory) meets the requirements concerning intrinsic errors. These conditions determine for the influence quantities reference values or reference ranges.
- 2.5.2.1 *Reference value.* A single value of an influence quantity at which (within the tolerances stated in Clauses 4 and 5) the instrument or accessory complies with the requirements concerning intrinsic errors.
- 2.5.2.2 *Reference range.* A range of values of an influence quantity within which the instrument or accessory complies with the requirements concerning intrinsic errors.
- 2.5.3 *Nominal range of use.* A range of values assigned by the manufacturer which an influence quantity can assume without the indication of the instrument changing by amounts in excess of those specified in Clauses 6 and 7.

2.6 Errors and variations in indication

Throughout these recommendations the concept of error is limited to those errors determined when the apparatus is under reference conditions (see Clause 2.5.2). This concept of error is concerned with the intrinsic qualities of the instrument (e.g. the accuracy of the scale marking) in contradistinction to the variation in indication which may arise from the use of the instrument under conditions other than the reference conditions¹⁾. In English the term “*intrinsic error*” is used to avoid confusion between these two concepts.

- 2.6.1 *Absolute error.* The indicated value of a quantity, minus its true value, expressed algebraically (I.E.V. 20-40-085).
- 2.6.2 *Relative error.* The ratio of the absolute error to the exact value of the quantity that is being measured (I.E.V. 20-40-090).
- 2.6.3 *Variation in indication with influence quantity.* The difference between the measured values of a quantity when an influence quantity assumes successively two specified values (I.E.V. 20-40-130).
- 2.6.4 *Error (or variation in indication) expressed as a percentage of the maximum value of the effective range.* One hundred times the quotient of the absolute error (or variation in indication) and the value of the measured quantity corresponding to the maximum value of the effective range as defined in Clause 2.3.2.8.
- 2.6.5 *Error (or variation in indication) expressed as a percentage of the true value.* One hundred times the relative error (or relative variation in indication).
- 2.6.6 *Error (or variation in indication) expressed as a percentage of the total scale-length.* One hundred times the quotient of the absolute error (or variation in indication) and the total scale-length, the values being expressed in the same units of length.

2.7 Accuracy

The accuracy of a measuring instrument or of an accessory is defined by the limits of intrinsic error and the limits of variations in indication due to influence quantities.

¹⁾ These considerations are more fully explained in the Appendix.

2.7.1 *Classe de précision.* Ensemble des appareils de mesure (ou de leurs accessoires) dont la précision est caractérisée par le même nombre, celui-ci étant la limite supérieure de l'erreur, lorsque chacun des appareils est utilisé dans ses conditions normales (V.E.I. 20-40-235).

Les conditions normales à retenir dans les présentes recommandations sont les conditions de référence définies à l'article 2.5.2.

Ce nombre caractéristique est appelé *indice de classe*.

Note : Les présentes recommandations fixent les limites de variations, comme les limites d'erreur, en fonction de l'indice de classe. La définition de l'article 2.7.1 doit donc être considérée comme valable aussi bien pour les limites des variations que pour les limites d'erreur.

3. CLASSIFICATION

Les appareils de mesure et leurs accessoires satisfaisant aux présentes recommandations sont classés:

3.1 **Selon la nature des phénomènes qui caractérisent leur fonctionnement** faisant l'objet de l'article 2.2.

3.2 **Selon leur classe de précision définie à l'article 2.7.1.**

3.2.1 Pour les *appareils de mesure*, dans l'une des classes suivantes:

0,1 — 0,2 — 0,5 — 1,0 — 1,5 — 2,5 — 5,0

3.2.2 Pour les *shunts et les résistances additionnelles interchangeables*, dans l'une des classes suivantes:

0,05 — 0,1 — 0,2 — 0,5 — 1,0

Les prescriptions ci-dessus s'appliquent également aux accessoires à interchangeabilité limitée, définis à l'article 2.1.2.

3.3 **Selon leur protection contre les influences magnétiques extérieures** d'après les définitions données aux articles 2.1.8 et 2.1.9.

4. ERREURS ADMISSIBLES POUR LES APPAREILS DE MESURE

4.1 Erreurs admissibles

L'appareil étant placé dans les conditions de référence indiquées aux tableaux II, III et IV et utilisé entre les limites de son étendue de mesure, l'erreur ne doit pas dépasser les limites indiquées en fonction de l'indice de classe du tableau I.

Dans la détermination des erreurs, il ne doit pas être tenu compte des corrections mentionnées sur un tableau qui accompagne l'appareil.

TABLEAU I

Limite de l'erreur en fonction de l'indice de classe

Indice de classe	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,5	5,0
Limite de l'erreur	± 0,1%	± 0,2%	± 0,5%	± 1,0%	± 1,5%	± 2,5%	± 5,0%

2.7.1 *Accuracy class.* A classification of measuring instruments (or their accessories) the accuracy of which can be designated by the same number, this being the upper limit of error when the instrument is used under normal conditions (I.E.V. 20-40-235).

The normal conditions for the purpose of these recommendations are the reference conditions defined in Clause 2.5.2.

The designating number is termed the *Class index*.

Note : Since in these recommendations the limits of variations and the intrinsic error are both dependent on the class index, the definition of Clause 2.7.1, should be considered as being applicable to the variations in indication as well as to the intrinsic error.

3. CLASSIFICATION

Instruments and their accessories satisfying the present recommendations are classified.

3.1 According to their method of operation

corresponding to one of the definitions of measuring instruments given in Clause 2.2.

3.2 According to their accuracy class, as defined in Clause 2.7.1

3.2.1 *Instruments*, in one of the following classes:

0.1 — 0.2 — 0.5 — 1.0 — 1.5 — 2.5 — 5.0

3.2.2 *Interchangeable shunts and series resistors*, in one of the following classes:

0.05 — 0.1 — 0.2 — 0.5 — 1.0

The above requirements are also applicable to accessories with limited interchangeability as defined in Clause 2.1.2.

3.3 According to their protection against magnetic influences,

corresponding to the definitions given in Clauses 2.1.8 and 2.1.9.

4. PERMISSIBLE INTRINSIC ERRORS OF MEASURING INSTRUMENTS

4.1 Permissible errors

When the instrument is under the reference conditions given in Tables II, III and IV and is used between the limits of the effective range, the error shall not exceed the limits given in Table I as a function of the class index.

Values stated in a table of correction supplied with the apparatus shall not be taken into account in determining the errors.

TABLE I

Limit of intrinsic error as a function of the class index

Class index	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
Limit of error	± 0.1%	± 0.2%	± 0.5%	± 1.0%	± 1.5%	± 2.5%	± 5.0%

Les erreurs s'expriment:

- 4.1.1 *En % du maximum de l'étendue de mesure* (art. 2.3.2.8) pour tous les appareils, y compris les phasemètres et les fréquencemètres à aiguille, à l'exception:
- des fréquencemètres à lames vibrantes (art. 4.1.2)
 - des logomètres (art. 4.1.3)
 - des ohmmètres (art. 4.1.4)
 - des appareils à échelle logarithmique ou hyperbolique (art. 4.1.4).
- 4.1.2 *En % de la valeur vraie* pour les fréquencemètres à lames vibrantes.
- 4.1.3 *En % de la longueur de la graduation* pour les logomètres.
- 4.1.4 *Soit en % de la longueur de la graduation, soit en % de la valeur vraie*, pour les ohmmètres et les appareils à échelle logarithmique ou hyperbolique, selon l'indication portée par le constructeur sur l'appareil (symboles E-2 et E-3 du tableau XIII).

4.2 Conditions à respecter pour la détermination des erreurs des appareils de mesure

- 4.2.1 Avant la détermination des erreurs, l'appareil doit être en équilibre de température avec le milieu ambiant, celle-ci étant égale à la température de référence (voir Tableau III).
- 4.2.2 Avant la mise en circuit préalable, l'index des appareils à zéro mécanique déterminé doit être amené sur le trait convenable de la graduation.
- 4.2.3 L'appareil doit être mis en circuit dans les conditions et pendant la durée indiquées au tableau II.

TABLEAU II

Conditions de mise en circuit

Conditions d'essai	Appareils des classes 0,1 — 0,2 — 0,5	Appareils des classes 1,0 — 1,5 — 2,5 — 5,0
Tension (% de la tension nominale)	100	100
Courant (% du courant nominal)	100	80
Durée entre la mise en circuit et la détermination des erreurs	Quelconque (durée pratiquement limitée à 2 heures)	½ heure

- 4.2.4 Les conditions de référence relatives à chacune des grandeurs d'influence sont indiquées dans le tableau III.

Les conditions de référence particulières pour la tension, le courant ou le facteur de puissance sont, d'autre part, indiquées dans le tableau IV.

The errors shall be expressed

- 4.1.1 *As a percentage of the maximum value of the effective range* (see Clause 2.3.2.8) for all instruments, including phasemeters and pointer-type frequency meters, with the exception of:
- vibrating-reed frequency meters (Clause 4.1.2)
 - quotient-measuring instruments (Clause 4.1.3)
 - ohmmeters (Clause 4.1.4)
 - logarithmically or hyperbolically scaled instruments (Clause 4.1.4).
- 4.1.2 *As a percentage of the true value*, in the case of vibrating-reed frequency meters.
- 4.1.3 *As a percentage of the total scale length*, in the case of quotient-measuring instruments.
- 4.1.4 *Either as a percentage of the total scale length, or as a percentage of the true value*, in the case of ohmmeters and other logarithmically or hyperbolically scaled instruments, in accordance with the marking made on the instrument by the manufacturer (Symbols E-2 and E-3 of Table XIII).

4.2 Conditions under which intrinsic errors of instruments shall be determined

- 4.2.1 Before the determination of the intrinsic errors, the instrument shall be at the same temperature as the ambient temperature. This temperature shall be the reference temperature (see Table III).
- 4.2.2 Before the pre-conditioning specified in Table II, the index of instruments having a mechanical zero shall be set to the appropriate datum mark.
- 4.2.3 The instrument shall be left in circuit under the conditions, and for the time, specified in Table II.

TABLE II
Pre-conditioning of instruments

Test Conditions	Instruments of classes 0.1 — 0.2 — 0.5	Instruments of classes 1.0 — 1.5 — 2.5 — 5.0
Voltage (as percentage of rated voltage)	100	100
Current (as percentage of rated current)	100	80
Time between connection into circuit and determination of errors	Any time (for convenience limited to 2 hours)	½ hour

- 4.2.4 The reference conditions relative to each of the influence quantities are given in Table III.

The reference conditions relative to voltage, current and power factor are given in Table IV.

TABLEAU III
Conditions de référence relatives aux grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Conditions de référence		Tolérance sur la valeur de référence	
	Cas où les conditions de référence sont indiquées	En l'absence d'indication	Appareils des classes 0,1 – 0,2 – 0,5	Appareils des classes 1,0 – 1,5 – 2,5 – 5,0
Température	Température de référence ou température quelconque du domaine de référence	20°C	± 1°C	± 2°C
Position	Position de référence	Position quelconque	± 1 degré (Dans le cas des appareils à gravité ou à suspension libre ± 0,1 degré)	
Orientation (par rapport au champ magnétique terrestre)	N.S.	quelconque	± 5 degrés	
Induction magnétique extérieure	Absence de toute influence extérieure	Absence de toute influence extérieure	Valeur de l'induction du champ magnétique terrestre	
Panneau ferro-magnétique	Panneau de référence ¹⁾	Panneau non magnétique	—	
Panneau conducteur	Panneau de référence	Panneau quelconque	—	
Fréquence	Fréquence de référence ou une fréquence quelconque du domaine de référence	45 – 65 Hz	± 2% mais au plus ± 1/10 du domaine nominal d'utilisation	± 2%
			Dans le cas des varmètres et phasemètres monophasés : ± 0,1%	Dans le cas des varmètres et phasemètres monophasés : ± 0,2%
Forme d'onde en courant alternatif	Sinusoidale	Sinusoidale	– Facteur de distorsion : ≤ 5% (Dans le cas des appareils à redresseur : ≤ 1%)	
Composante alternative en courant continu ²⁾	Nulle	Nulle	1%	3%

¹⁾ Voir Tableau VIII

²⁾ La composante alternative en courant continu est définie par le rapport :

$$\frac{\text{valeur maximum} - \text{composante continue}}{\text{composante continue}} \times 100$$

TABLE III
Reference conditions of the influence quantities

Influence quantity	Reference conditions		Tolerance permitted about the reference value	
	When the reference conditions are marked	In the absence of marking	Instruments of classes 0.1 – 0.2 – 0.5	Instruments of classes 1.0 – 1.5 – 2.5 – 5.0
Temperature	Reference temperature or any temperature within the reference range	20°C	± 1°C	± 2°C
Position	Reference position	Any position	± 1° (± 0.1° for gravity controlled or freely suspended instruments)	
Alignment of instrument (relative to terrestrial field)	N-S	Any orientation		± 5°
External magnetic induction	Total absence of external induction	Total absence of external induction	Value of induction of terrestrial magnetic field	
Ferromagnetic panel	Reference panel ¹⁾	Non-magnetic panel	—	
Conductive panel	Reference panel	Any panel	—	
Frequency	Reference frequency, or any frequency within the reference range	45-65 Hz (c/s)	± 2% or ± 1/10 of nominal range of use (whichever be the less)	± 2%
			For single-phase varimeters and phasemeters ± 0.1%	For single-phase varimeters and phasemeters ± 0.2%
Waveform of a.c. supply	Sinusoidal	Sinusoidal	Distortion factor ≤ 5% (For rectifier instruments ≤ 1%)	
Ripple content of d.c. supply ²⁾	Zero	Zero	1%	3%

¹⁾ See Table VIII

²⁾ The ripple content of a d.c. supply is defined as:

$$\frac{\text{peak value} - \text{d.c. component}}{\text{d.c. component}} \times 100$$

TABLEAU IV

Conditions de référence particulières pour la tension, le courant et le facteur de puissance

Appareils	Conditions de référence		
	Tension	Courant	Facteur de puissance
Wattmètres	Tension nominale $\pm 2\%$	—	$\cos \varphi = 1$ (à 0,01 près) ou $\cos \varphi$ nominal $\pm 0,01$
Varmètres	Tension nominale $\pm 2\%$	—	$\sin \varphi = 1$ (à 0,01 près) ou $\sin \varphi$ nominal $\pm 0,01$
Phasemètres	Tension nominale $\pm 2\%$	Pour un courant quelconque du domaine de référence. En l'absence d'indication, le domaine de référence est fixé de 40 à 100 % du courant nominal	—
Fréquencemètres et ohmmètres	Tension nominale $\pm 2\%$ ou une tension quelconque du domaine de référence	—	—
Appareils polyphasés	Tensions symétriques ¹⁾	Courants symétriques ¹⁾	—
¹⁾ Chacune des tensions simples ou composées ne doit pas différer de plus de 1 % de la moyenne des tensions correspondantes. Chacun des courants dans les conducteurs ne doit pas différer de plus de 1 % de la moyenne de ces courants. Les angles formés par chacun de ces courants avec la tension étoilée correspondante ne doivent pas différer entre eux de plus de 2 degrés.			

5. ERREURS ADMISSIBLES POUR LES ACCESSOIRES

5.1 Accessoires interchangeables

Les erreurs s'expriment en % de la valeur nominale, l'accessoire étant placé dans les conditions de référence suivantes:

- pour la température, la fréquence et la forme d'onde, les valeurs indiquées au tableau III; en l'absence d'indication sur la fréquence, les erreurs des shunts sont déterminées en courant continu.
- pour une tension ou un courant inférieur ou égal à la tension ou au courant nominal.

L'erreur ne doit pas dépasser les limites indiquées en fonction de l'indice de classe au tableau V.

TABLE IV

Reference conditions relative to voltage, current and power factor

Instruments	Reference conditions		
	Voltage	Current	Power Factor
Wattmeters	Rated voltage $\pm 2\%$	—	$\cos \varphi = 1$ (tolerance 0.01) or rated $\cos \varphi \pm 0.01$
Varmeters	Rated voltage $\pm 2\%$	—	$\sin \varphi = 1$ (tolerance 0.01) or rated $\sin \varphi \pm 0.01$
Phasemeters	Rated voltage $\pm 2\%$	Any current within the reference range. If not otherwise marked the reference range is 40-100% rated current	—
Frequency meters and ohmmeters	Rated voltage $\pm 2\%$ or any voltage within the reference range	—	—
Polyphase instruments	Symmetrical voltages ¹⁾	Symmetrical currents ¹⁾	—
¹⁾ Each of the voltages (between any two lines, or between line and neutral) of a polyphase symmetrical system shall not differ by more than 1% from the average of the voltages (line-to-line or line-to-neutral) of the system. Each of the currents in the phases shall not differ by more than 1% from the average of the currents. The angles between each of the currents and the corresponding phase-to-neutral voltages shall not differ by more than 2 degrees.			

5. PERMISSIBLE INTRINSIC ERRORS OF ACCESSORIES

5.1 Interchangeable accessories

The intrinsic errors are expressed in terms of a percentage of the rated value, the accessory being under the following reference conditions:

- of temperature, frequency and waveform as given in Table III except that, if the frequency is not indicated, the errors of shunts shall be determined on direct current;
- any voltage or current less than or equal to the rated values.

The error shall not exceed the limits indicated in Table V as a function of the class index.

TABLEAU V

Limites de l'erreur en fonction de l'indice de classe

Indice de classe	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0
Limite de l'erreur	$\pm 0,05\%$	$\pm 0,1\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,5\%$	$\pm 1,0\%$

Les prescriptions ci-dessus s'appliquent également aux accessoires *interchangeables de façon limitée*, définis à l'article 2.1.2.

5.2 Accessoires non interchangeables

Les recommandations sont applicables selon le chapitre 4 à l'ensemble formé par l'appareil et son accessoire.

6. VARIATIONS ADMISSIBLES POUR LES APPAREILS DE MESURE

(Voir définitions 2.5 et 2.6 et l'annexe.)

6.1 Variations admissibles

L'appareil étant placé dans les conditions de référence indiquées aux tableaux II, III et IV, une seule des grandeurs d'influence est modifiée dans les conditions indiquées au paragraphe 6.2. La valeur absolue de la variation d'indication déterminée pour chacune des deux déviations indiquées à l'article 6.2.1 ne doit pas dépasser:

- l'indice de classe pour les grandeurs d'influence indiquées au tableau VI;
- les limites indiquées aux articles 6.3 à 6.6 pour les autres grandeurs d'influence.

Les variations s'expriment, selon la nature des appareils, dans les mêmes conditions que celles indiquées aux paragraphes 4.1.1 à 4.1.4 pour l'expression des erreurs.

6.2 Conditions à respecter pour la détermination des variations

6.2.1 Les variations sont déterminées pour chacune des grandeurs d'influence. A chaque essai, les autres grandeurs d'influence sont maintenues aux conditions de référence.

6.2.2 La détermination des variations pour les grandeurs d'influence énumérées au tableau VI et aux articles 6.3, 6.4 et 6.5 doit être effectuée pour deux points de la graduation:

- a) L'un correspond à une valeur comprise entre 40 et 60 % du maximum de l'étendue de mesure. Lorsque ces valeurs ne sont pas contenues dans l'étendue de mesure, l'essai doit être fait au voisinage de la limite inférieure de celle-ci (cas, par exemple, des appareils à équipage mobile buté).
- b) L'autre correspond à une valeur comprise entre 80 et 100 % du maximum de l'étendue de mesure.

Certaines grandeurs d'influence telles que la position ou le facteur de puissance nécessitent, en outre, la détermination de la variation au zéro de la graduation.

Note : Dans le cas des wattmètres et varmètres, les valeurs d'essai ci-dessus doivent être obtenues en maintenant la tension et le facteur de puissance à leurs valeurs de référence et en modifiant la valeur du courant.

TABLE V

Limits of intrinsic error as a function of the class index

Class index	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
Limit of error	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$

The above requirements are also applicable to accessories having *limited interchangeability* as defined in Clause 2.1.2.

5.2 Non-interchangeable accessories

The recommendations of Clause 4 are applicable to the combination of instrument and accessory.

6. PERMISSIBLE LIMITS OF VARIATIONS IN THE INDICATION OF INSTRUMENTS

(See definitions in Clauses 2.5 and 2.6 and the Appendix.)

6.1 Permissible variations in indication

When the apparatus is under the reference conditions given in Tables II, III, and IV, and a single influence quantity is varied in accordance with Clause 6.2, the absolute value of the resultant variation in indication, when determined in accordance with Clause 6.2.1 should not exceed :

- the class index for the influence quantities listed in Table VI;
- the limits stated in Clauses 6.3 to 6.6 for the other influence quantities.

The variations in indication are expressed in the manner indicated in Clauses 4.1.1 to 4.1.4 for the expression of the intrinsic errors of the same type of instrument.

6.2 Conditions under which the variations in indication shall be determined

6.2.1 The variations in indication shall be determined for each influence quantity. During each test all other influence quantities shall be maintained at their reference conditions.

6.2.2 The determination of the variations in indication associated with the influence quantities listed in Table VI and Clauses 6.3, 6.4 and 6.5 shall be made at two points on the scale:

- a) between 40 % and 60 % of the upper limit of the effective range. When these values are not contained within the effective range (as may be the case with suppressed-zero instruments) the test point shall be taken as being near the lower limit of the effective range.
- b) between 80 % and 100 % of the upper limit of the effective range.

Certain influence quantities such as position and power factor may also require measurements at zero.

Note : For wattmeters and varmeters the above test values shall be obtained by retaining the voltage and power factor at their reference conditions and varying the value of the current.

6.2.3 La modification s'effectue dans les conditions suivantes:

- 6.2.3.1 Lorsqu'une *valeur de référence* est indiquée ¹⁾, la grandeur d'influence est modifiée entre cette valeur et une valeur quelconque du domaine nominal d'utilisation dont les limites sont mentionnées sur le tableau VI.
- 6.2.3.2 Lorsqu'un *domaine de référence* est indiqué ¹⁾ sans qu'il soit mentionné de limites pour le domaine nominal d'utilisation, l'appareil est dispensé de l'essai de variation.
- 6.2.3.3 Lorsque les limites du *domaine de référence* et les limites du *domaine nominal d'utilisation* sont indiquées ¹⁾ la grandeur d'influence est modifiée entre chacune des limites du domaine de référence et une valeur quelconque de la partie du domaine nominal d'utilisation adjacente à cette limite.

TABLEAU VI
Valeurs normales des limites du domaine nominal d'utilisation
(applicables en l'absence d'indication)

Grandeur d'influence	Limites du domaine nominal d'utilisation	
Température ambiante	Température de référence $\pm 10^{\circ}\text{C}$	
Position	Position de référence ± 5 degrés Position de référence ± 1 degré pour les appareils à suspension libre <i>Note</i> : Les appareils à gravité et les appareils munis d'un réglage de position sont dispensés de cet essai	
Fréquence	Fréquence de référence $\pm 10\%$	
Tension	Tension de référence $\pm 10\%$	
Courant (pour les phasemètres)	20 % et 120 % du courant nominal	
Induction magnétique extérieure ²⁾	0,5 mT ³⁾	
Facteur de puissance ($\cos \varphi$) pour les wattmètres	Appareils des classes 0,1 – 0,2 – 0,5	Appareils des classes 1,0 – 1,5 – 2,5 – 5,0
	$\cos \varphi$ nominal et $\cos \varphi = 0$	$\cos \varphi$ nominal et $\frac{1}{2} \cos \varphi$ nominal (circuit inductif)
$\sin \varphi$ pour les varmètres	$\sin \varphi$ nominal et $\sin \varphi = 0$	$\sin \varphi$ nominal et $\frac{1}{2} \sin \varphi$ nominal (circuit inductif)
²⁾ Voir également l'article 6.3 ³⁾ Voir Symbole A-22 (Tableau XIII)		

6.3 Influences magnétiques extérieures

6.3.1 Dans le cas d'un appareil portant le symbole F-30 (Tableau XIII), le courant total dans le dispositif décrit en 6.3.4 est choisi de façon à produire, en l'absence de l'appareil, l'induction

¹⁾ Les indications sont données conformément à l'article 10.4; en l'absence d'indication, la valeur de référence est celle indiquée au tableau III et les limites du domaine nominal d'utilisation, celles indiquées au tableau VI.

6.2.3 The degree of variation is assessed as follows:

- 6.2.3.1 When a *reference value* is assigned to the instrument ¹⁾ the influence quantity may be varied between that value and any value within the limits of the nominal range of use as given in Table VI.
- 6.2.3.2 When a *reference range* is assigned to the instrument ¹⁾ without reference to a nominal range of use, the instrument is exempted from the requirements regarding variations in indication.
- 6.2.3.3 When the limits of the *reference range* and the *nominal range of use* are assigned to the instrument ¹⁾, the influence quantity is varied between each of the limits of the reference range and any value in that part of the nominal range of use adjacent to the chosen limit of the reference range.

TABLE VI
Normal values of the limits of the nominal range of use
(applicable unless otherwise marked)

Influence quantity	Limits of nominal range of use	
Ambient temperature	Reference temperature $\pm 10^{\circ}\text{C}$	
Position	Reference position $\pm 5^{\circ}$ Reference position $\pm 1^{\circ}$ for freely suspended instruments <i>Note:</i> Gravity-controlled instruments and those equipped with levelling means are excluded from these requirements	
Frequency	Reference frequency $\pm 10\%$	
Voltage	Reference voltage $\pm 10\%$	
Current (for power factor meters)	20% and 120% of rated current	
External magnetic induction ²⁾	0.5 mT ³⁾	
Power factor ($\cos \varphi$) for wattmeters	Instruments of classes 0.1 – 0.2 – 0.5	Instruments of classes 1.0 – 1.5 – 2.5 – 5.0
	Rated $\cos \varphi$ and $\cos \varphi = 0$	Rated $\cos \varphi$ and $\frac{1}{2}$ rated $\cos \varphi$ lagging
Sin φ for varimeters	Rated sin φ and sin $\varphi = 0$	Rated sin φ and $\frac{1}{2}$ rated sin φ lagging
²⁾ See Clause 6.3 ³⁾ See Symbol A-22 of Table XIII		

6.3 Effect of external magnetic inductions

6.3.1 For instruments marked with the Symbol F-30 of Table XIII, the total current in the test equipment described in Clause 6.3.4 is chosen so that, in the absence of the instrument under test,

¹⁾ The markings shall comply with Clause 10.4; in the absence of such markings the reference value is given in Table III; the limits of the nominal range of use are given in Table VI.

magnétique dont la valeur, exprimée en dixièmes de millitesla, figure dans ce symbole. Dans ces conditions, la variation d'indication ne doit pas dépasser l'indice de classe.

- 6.3.2 Dans le cas où l'appareil ne porte pas le symbole F-30 (Tableau XIII), le courant total dans le dispositif décrit en 6.3.4 est choisi de façon à produire, en l'absence de l'appareil, une induction magnétique égale à 0,5 millitesla. Dans ces conditions, la variation d'indication de l'appareil ne doit pas dépasser les limites indiquées au tableau VII.

TABLEAU VII

Limites de la variation admissible pour une induction magnétique
de 0,5 mT

Appareils	Classe de précision	
	0,1 – 0,2 – 0,5	1,0 – 1,5 – 2,5 – 5,0
Appareils magnétoélectriques Appareils astatiques ou Appareils protégés	$\pm 1,5\%$	$\pm 3\%$
Autres appareils	$\pm 3\%$	$\pm 6\%$

- 6.3.3 Pour les appareils qui ne peuvent être employés qu'en courant continu (appareils magnéto-électriques, par exemple), l'induction sera produite par un courant continu.

Pour les appareils à courant alternatif destinés à être utilisés dans des circuits de fréquence au plus égale à 1 000 Hz, l'essai sera fait avec l'induction produite par un courant alternatif de fréquence comprise dans le domaine de référence de l'appareil, et dans les conditions de phase et de direction de l'induction les plus défavorables.

Pour les appareils à courant alternatif dont la limite supérieure du domaine de référence est supérieure à 1 000 Hz, l'essai sera fait avec l'induction produite par un courant alternatif de fréquence 1 000 Hz.

- 6.3.4 L'appareil est placé au centre d'une bobine circulaire de 1 m de diamètre moyen, de section carrée et d'épaisseur radiale faible par rapport à son diamètre et parcourue par un courant total choisi de façon à obtenir en son centre l'induction magnétique fixée aux articles 6.3.1 ou 6.3.2.

Lorsque l'une des dimensions de l'appareil excède 25 cm, on doit utiliser une bobine de diamètre au moins égal à 4 fois la plus grande dimension de l'appareil et choisir le courant total de manière à obtenir au centre l'induction magnétique fixée en 6.3.1 ou 6.3.2.

6.4 Influence du montage sur un panneau ferromagnétique

- 6.4.1 Tout appareil portant le symbole Fex (Tableau VIII) doit être utilisé sur un panneau ferromagnétique d'épaisseur spécifiée. Il est dispensé de l'essai d'influence du montage sur un panneau différent.
- 6.4.2 Tout appareil portant un des symboles Fe, NFe ou FeNFe (Tableau VIII) doit satisfaire aux prescriptions du chapitre 4 lorsqu'il est monté sur un panneau de la nature indiquée et d'épaisseur quelconque.

a magnetic induction is produced having a value, in tenths of millitesla, as shown in the symbol. Under these conditions, the variation in the indications of the instrument shall not exceed the class index.

- 6.3.2 When the instrument is not marked with the symbol F-30 (Table XIII), the total current in the test equipment described in Clause 6.3.4 is chosen so that in the absence of the instrument under test a magnetic induction is produced having a value of 0.5 millitesla. Under these conditions the variation in the indication of the instrument shall not exceed the limits given in Table VII.

TABLE VII
Permissible limits of variation in indication for a magnetic
induction of 0.5 mT

Instruments	Accuracy class	
	0.1 – 0.2 – 0.5	1.0 – 1.5 – 2.5 – 5.0
Moving coil Astatic Magnetically screened	$\pm 1.5\%$	$\pm 3\%$
Other instruments	$\pm 3\%$	$\pm 6\%$

- 6.3.3 For instruments which are only usable with direct current (for example, moving-coil instruments) the induction shall be produced by a direct current.

For alternating-current instruments, intended for use at frequencies equal to or less than 1 000 Hz(c/s), the induction shall be produced by an alternating current having a frequency within the reference range of the instrument and under the most unfavourable conditions of phase and direction of induction.

For alternating-current instruments having a reference range of frequency extending beyond 1 000 Hz (c/s), the induction shall be produced by a current having a frequency of 1 000 Hz (c/s).

- 6.3.4 The instrument is placed with the movement in the centre of a coil of 1 m mean diameter, of square section, and of radial thickness small compared with the diameter and passing such a current as will produce, at the centre of the coil, the magnetic induction specified in Clause 6.3.1 or 6.3.2.

Instruments having any maximum external dimension exceeding 25 cm should be tested in a coil of mean diameter not less than four times the maximum dimensions of the instrument, the resulting excitation being maintained at the values specified in Clause 6.3.1 or 6.3.2.

6.4 Effect of mounting on ferro-magnetic supports

- 6.4.1 All instruments bearing the Symbol Fex (see Table VIII) must be used on a ferro-magnetic panel of the thickness specified. It is not required that they be tested for the effect of mounting on other panels.
- 6.4.2 All instruments bearing the Symbols Fe, NFe or Fe.NFe (see Table VIII) must meet the requirements of Clause 4, when mounted on a panel of the nature specified and of any thickness.

- 6.4.3 Tout appareil de tableau ne portant aucun des symboles mentionnés au tableau VIII ne doit pas présenter, lorsqu'il est utilisé sur un panneau ferreux d'épaisseur égale à $3 \pm 0,5$ mm, une variation supérieure à la moitié de l'indice de classe.
- 6.4.4 Les appareils portatifs ne portant aucun des symboles mentionnés au tableau VIII sont dispensés de l'essai d'influence du montage sur un panneau ferromagnétique.

TABLEAU VIII

Influence du montage sur un panneau ferromagnétique
(Conditions d'essai et limite de la variation)

Symbole	Conditions de référence		Conditions d'essai		Limite de la variation
	Nature du panneau	Epaisseur mm	Nature du panneau	Epaisseur mm	
Fex Fe NFe FeNFe	Ferreux Ferreux Non ferreux Quelconque	$x \pm 0,5$ quelconque quelconque quelconque	Dispensé de l'essai Ferreux Non ferreux quelconque	quelconque quelconque quelconque	art. 6.4.1 art. 6.4.2 art. 6.4.2 art. 6.4.2
Absence de symbole	Non ferreux	quelconque	Ferreux	$3 \pm 0,5$	art. 6.4.3

6.5 Influence du montage sur un panneau conducteur ¹⁾

Sauf indication contraire signalée par l'apposition du symbole F-33, les appareils doivent satisfaire aux exigences du chapitre 4 en cas de montage sur un panneau conducteur.

6.6 Influence du déséquilibre des courants sur le fonctionnement des wattmètres et varmètres polyphasés ²⁾

La variation que les indications de l'appareil présentent, en raison du déséquilibre des courants, ne doit pas dépasser le double de l'indice de classe.

La vérification s'effectue de la manière suivante:

L'appareil est d'abord alimenté dans les conditions de référence indiquées dans les tableaux II, III et IV, puis les courants sont réglés pour obtenir une déviation située au voisinage du milieu de l'étendue de mesure.

On note l'erreur, on coupe ensuite l'un quelconque des courants; les tensions restant équilibrées, on règle les autres courants maintenus à égalité, jusqu'à la déviation initiale. On détermine la nouvelle erreur.

7. VARIATIONS ADMISSIBLES POUR LES ACCESSOIRES INTERCHANGEABLES

7.1 Les variations s'expriment en % de la valeur nominale.

7.2 Les limites des variations dues à l'influence de la température, de la fréquence ou de la tension ne doivent pas dépasser l'indice de classe, l'accessoire étant utilisé entre les limites de son domaine nominal d'utilisation (Tableau IV).

¹⁾ La prochaine édition comportera des prescriptions relatives à l'influence du panneau conducteur dans le cas où l'appareil porte le symbole F-33.

²⁾ Cette prescription n'est pas applicable aux appareils monophasés à graduation fictive polyphasée (voir remarque de l'article 2.2.16).

- 6.4.3 Switchboard or panel instruments not marked in accordance with Table VIII, when used on a ferro-magnetic panel having a thickness of 3 ± 0.5 mm, shall not show variations in indication exceeding half the class index.
- 6.4.4 Portable instruments not marked in accordance with Table VIII are not required to be tested for the effect of mounting of ferro-magnetic supports.

TABLE VIII

Effect of mounting on a ferro-magnetic panel
(Conditions of test and limits of variations)

Symbol	Reference conditions		Test conditions		Limit of variation in indication
	Nature of panel	Thickness mm	Nature of panel	Thickness mm	
Fex	Ferrous	$x \pm 0.5$	No test required		Clause 6.4.1
Fe	Ferrous	Any thickness	Ferrous	Any thickness	Clause 6.4.2
NFe	Non ferrous	Any thickness	Non ferrous	Any thickness	Clause 6.4.2
Fe.NFe	Any panel	Any thickness	Any panel	Any thickness	Clause 6.4.2
No symbol	Non ferrous	Any thickness	Ferrous	3 ± 0.5	Clause 6.4.3

6.5 Effect of mounting on supports of conductive material

Unless otherwise indicated by marking with the Symbol F-33 of Table XIII, instruments shall meet the requirements of Clause 4 when mounted on a support of high conductivity ¹⁾.

6.6 Effect of unbalanced currents on the performance of polyphase wattmeters and varimeters ²⁾

The variation in indication which arises as a result of unbalanced currents shall not exceed twice the class index.

The variations shall be determined in the following manner:

The instrument shall be maintained at the reference conditions stated in Tables II, III and IV.

The currents are adjusted so that the indication is approximately in the middle of the effective range.

The error is noted.

One current is disconnected, the voltages being maintained balanced, and the other currents are adjusted so as to give the initial indication. The new error is then determined.

7. PERMISSIBLE VARIATIONS FOR INTERCHANGEABLE ACCESSORIES

7.1 The variations shall be expressed as a percentage of the rated value.

7.2 The limits of variations produced by the influence of temperature, frequency or voltage shall not exceed the class index, the nominal range of use being as given in Table IV.

¹⁾ For the instruments bearing the symbol F-33, the specification will be given in a later edition.

²⁾ This requirement is not applicable to single-phase instruments calibrated in terms of polyphase power (see Note of Clause 2.2.16).

8. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX QUALITÉS ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES DES APPAREILS DE MESURE ET DE LEURS ACCESSOIRES

8.1 Amortissement

L'amortissement d'un appareil de mesure doit satisfaire aux conditions suivantes:

- 8.1.1 *Elongation maximum.* L'appareil n'étant pas sous tension, son ou ses enroulements sont insérés brusquement dans un circuit où la grandeur à mesurer présente une valeur qui correspond à une déviation permanente égale aux $2/3$ de la longueur de la graduation. L'élongation maximum ne doit pas dépasser la déviation permanente d'une quantité supérieure ou égale à 30 % de la longueur de la graduation.

Note : Lorsque le zéro de l'appareil se trouve à l'intérieur de l'échelle, la longueur à prendre en considération est celle de la plus grande fraction de la graduation se trouvant d'un même côté du zéro.
Lorsque l'appareil a son équipement mobile buté (zéro en dehors de l'échelle), la longueur de l'échelle sera prise égale à la longueur de l'arc (voir l'article 2.3.2.6) de la position de l'index correspondant à la butée jusqu'à la fin de l'échelle.

- 8.1.2 *Temps d'arrêt.* Le temps nécessaire à l'équipage mobile dans les conditions indiquées à l'article 8.1.1 pour prendre sa position d'équilibre à 1,5 % près de la longueur de l'échelle ne doit pas être supérieur à 4 secondes.

- 8.1.3 Lorsque la nature du circuit dans lequel est connecté l'appareil intervient dans son amortissement, l'impédance du circuit extérieur doit être indiquée selon l'article 10.1.2 r.
Dans le cas contraire, les prescriptions des articles 8.1.1 et 8.1.2 sont valables quelle que soit l'impédance du circuit extérieur.

- 8.1.4 Les conditions des articles 8.1.1 et 8.1.2 ne s'appliquent pas aux appareils des types suivants:

- phasemètres
- appareils thermiques à fil chaud
- appareils bimétalliques
- appareils électrostatiques
- appareils à lames vibrantes
- appareils à suspension libre
- appareils dont la longueur de la graduation ou de l'aiguille est supérieure à 150 mm ou inférieure à 60 mm
- appareils dont la limite supérieure l'étendue de mesure est inférieure à 60 mV ou 1 mA
- appareils à thermocouple
- appareils électriques de mesure.

8.2 Charge continue

Tout appareil muni de ses accessoires, utilisé de manière continue à la limite supérieure de son étendue de mesure et dans les conditions de référence indiquées aux tableaux III et IV, doit satisfaire aux règles correspondant à sa classe de précision.

Cette prescription ne s'applique pas aux appareils munis d'un bouton-poussoir sans dispositif de blocage.

8.3 Surcharges admissibles

- 8.3.1 *Surcharge continue.* La surcharge continue que les appareils doivent supporter sans dommage est fixée dans le tableau IX; les appareils et accessoires sont soumis à cette surcharge pendant une durée de 2 heures, les autres grandeurs d'influence correspondant aux conditions de référence.

8. FURTHER ELECTRICAL AND MECHANICAL REQUIREMENTS OF INSTRUMENTS AND ACCESSORIES

8.1 Damping

The damping of an instrument shall comply with the following requirements:

- 8.1.1 *Overshoot.* The instrument being unenergized is suddenly connected to a circuit where the value to be measured is such that it would produce a steady reading of $\frac{2}{3}$ of the total scale length. The overshoot shall not exceed the final steady deflection by a quantity exceeding or equal to 30 per cent of the scale length.

Note : When the zero of the instrument is displaced (within the scale) the scale length shall be taken as being the longer of the scale lengths on either side of the zero.
When the zero of the instrument is suppressed (is not on the scale) the scale length shall be taken as being the length of the arc (see Clause 2.3.2.6) from the pointer position corresponding to the back stop to the full scale mark.

- 8.1.2 *Damping time.* The time required under the conditions specified in Clause 8.1.1 for the index to attain, within 1.5 per cent of the total scale length, its final steady position shall not exceed 4 seconds.
- 8.1.3 When the characteristics of the circuit into which the instrument is connected can affect the damping, the source impedance should be stated in accordance with Clause 10.1.2 *r*. In the absence of such marking the requirements of Clauses 8.1.1 and 8.1.2 are valid for any value of source impedance.
- 8.1.4 The requirements of Clauses 8.1.1 and 8.1.2 do not apply to the following types of instruments:
- power factor meters
 - hot-wire instruments
 - bi-metallic instruments
 - electrostatic instruments
 - vibrating-reed instruments
 - freely-suspended instruments
 - those having a scale or a pointer longer than 150 mm or less than 60 mm
 - those whose upper measuring limit is less than 60 mV or 1 mA
 - thermocouple instruments
 - electrically measuring instruments.

8.2 Continuous load

All measuring instruments, together with their accessories, shall comply with the requirements appropriate to their accuracy class when they are continually loaded at their upper measuring limit under the reference conditions in Tables III and IV.

This requirement is not applicable to instruments provided with a non-locking press-button switch.

8.3 Overloads permissible on measuring apparatus

- 8.3.1 *Continuous overload.* The continuous overload which instruments shall withstand without damage is given in Table IX. Instruments and their accessories shall be tested under these conditions for a period of 2 hours, all other influence quantities being maintained at reference conditions.

Après retour à la température de référence, l'appareil doit satisfaire aux règles correspondant à sa classe de précision, à l'exclusion du présent article.

Les appareils munis d'un bouton-poussoir sans dispositif de blocage sont dispensés de l'essai de surcharge continue.

TABLEAU IX

Essai de surcharge continue

Valeurs du courant, de la tension et du facteur de puissance

Appareils	Courant % du courant nominal	Tension % de la tension nominale	Facteur de puissance
Ampèremètre ¹⁾	120	—	—
Voltmètre ¹⁾	—	120	—
Wattmètre	120	120	$\cos \varphi = 1$ ou $\cos \varphi$ nominal
Varmètre	120	120	$\sin \varphi = 1$ ou $\sin \varphi$ nominal
Phasemètre	120	120	—
Fréquencemètre	—	120	—

¹⁾ Pour les appareils des classes 1,0 – 1,5 – 2,5 et 5,0 seulement

8.3.2 *Surcharges de faible durée.* Les surcharges de faible durée que les appareils doivent supporter sans dommage sont fixées par le tableau X, les enroulements étant insérés dans des circuits pratiquement non inductifs.

Un appareil à zéro déterminé est considéré comme n'ayant subi aucun dommage lorsque, après l'essai et après retour à la température de référence:

- la déviation résiduelle exprimée en % de la longueur de la graduation est inférieure à:
 - 0,5 pour les appareils des classes 0,1 et 0,2
 - l'indice de classe pour les appareils des autres classes.
- l'appareil, après remise au zéro, satisfait aux prescriptions du chapitre 4.

Un appareil sans zéro mécanique est considéré comme n'ayant subi aucun dommage lorsque, après une minute de repos, il satisfait aux règles correspondant à sa classe de précision.

Les logomètres des classes 1,0 à 5,0 doivent subir sous la tension nominale une épreuve de coupure de l'un de leurs circuits, l'aiguille étant préalablement amenée électriquement au milieu de l'échelle. Les coupures effectuées pendant 2 secondes sont répétées 10 fois, la durée des remises en circuit étant de 10 secondes. Après l'essai le logomètre doit satisfaire aux règles correspondant à sa classe de précision.

Les appareils suivants sont dispensés de l'essai de surcharge de faible durée:

- appareils thermiques à fil chaud
- appareils bimétalliques
- appareils électrostatiques
- appareils à lames vibrantes
- appareils à suspension libre
- appareils à thermocouple
- appareils à redresseur
- appareils électriques de mesure.

After being cooled to its reference temperature, the instrument shall comply with the requirements appropriate to its class of accuracy, but excluding the requirements of the present clause.

Instruments provided with a non-locking push-button switch are excluded from the continuous overload test.

TABLE IX
Continuous overload test
Values of current, voltage and power factor

Instruments	Current % of rated current	Voltage % of rated voltage	Power factor
Ammeter ¹⁾	120	—	—
Voltmeter ¹⁾	—	120	—
Wattmeter	120	120	$\cos \varphi = 1$ or rated $\cos \varphi$
Varmeter	120	120	$\sin \varphi = 1$ or rated $\sin \varphi$
Phasemeter	120	120	—
Frequency meter	—	120	—

¹⁾ Applies only to accuracy classes 1.0 – 1.5 – 2.5 and 5.0

8.3.2 *Overloads of short duration.* The overloads of short duration which instruments shall withstand without damage are given in Table X, the test circuit being practically non-inductive.

An instrument with marked zero is considered to be undamaged when after the test and after the instrument has been cooled to its reference temperature:

- the zero variation expressed as per cent of the scale length is less than:
 - 0.5 per cent for instruments in Classes 0.1 and 0.2
 - class index for instruments of the other classes,
- the instrument after re-adjustment of the zero meets the requirements of Clause 4.

An instrument without mechanical zero is considered to be undamaged if it satisfies the requirements of Clause 4 one minute after being disconnected.

Quotientmeters of Classes 1.0 to 5.0 shall be tested at rated voltage to determine the effect of interruption of one of the instrument circuits. Before the interruption, the index of the instrument shall be deflected electrically to the centre of the scale. The interruptions, each of 2 seconds duration, shall be repeated 10 times, and the time between tests during which the instrument is reconnected in the circuit shall be 10 seconds. After this test the quotientmeter shall satisfy requirements appropriate to its class accuracy.

The following instruments are excluded from the requirements of this clause:

- hot-wire instruments
- bi-metallic instruments
- electrostatic instruments
- vibrating-reed instruments
- freely suspended instruments
- thermocouple instruments
- rectifier instruments
- electrically measuring instruments.

TABLEAU X

Essai de surcharge de faible durée

Appareils	Courant (multiple du courant nominal) ¹⁾	Tension (multiple de la tension nominale) ¹⁾	Nombre de surcharges	Durée de chaque surcharge (secondes)	Intervalle entre 2 surcharges (secondes)
Appareils des classes 0,1 – 0,2 – 0,5					
Ampèremètres	2	—	5	3) ²⁾	15
Voltmètres et fréquencemètres	—	2	5	3) ²⁾	15
Wattmètres, varmètres et phasemètres	1	2	1	5	—
	2	1	5	3) ²⁾	15
Appareils des classes 1,0 – 1,5 – 2,5 – 5,0					
Ampèremètres	10	—	9	0,5	60
	10	—	1	5	—
Voltmètres et fréquencemètres	—	2	9	0,5	60
	—	2	1	5 ³⁾	—
Wattmètres varmètres et phasemètres	10	1	9	0,5	60
	10	1	1	5 ⁴⁾	—
	1	2	1	5	—
Notes: 1) L'essai doit être effectué dans les conditions de référence 2) L'application de la surcharge doit être aussi courte que possible sous réserve que l'élongation de l'aiguille dépasse nettement le maximum de la graduation 3) Sauf pour les fréquencemètres portatifs 4) Sauf pour les phasemètres portatifs					

8.4 Températures limites de fonctionnement

8.4.1 Sauf spécification contraire, les appareils des classes 1,5 - 2,5 et 5,0 et les appareils de tableau de la classe 1,0 ne doivent présenter aucun défaut d'ordre mécanique à la suite de leur fonctionnement en service continu dans la gamme de températures ambiantes – 20°C à + 50°C.

8.4.2 Sauf spécification contraire, les autres appareils doivent pouvoir fonctionner sans trouble mécanique apparent dans la gamme de températures ambiantes – 10°C à + 35°C.

8.5 Influence mutuelle entre les divers circuits des wattmètres et varmètres polyphasés

La variation que les indications de l'appareil présentent en raison de l'influence mutuelle entre les différents circuits des wattmètres et varmètres polyphasés, ne doit pas dépasser l'indice de classe.

TABLE X

Overload test of short duration

Instruments	Current (as multiple of rated current) ¹⁾	Voltage (as multiple of rated voltage) ¹⁾	Number of overloads	Duration of each overload (seconds)	Interval between two overloads (seconds)
Classes 0.1 – 0.2 – 0.5					
Ammeters	2	—	5	²⁾ 5	15
Voltmeters and frequency meters	—	2	5	²⁾ 5	15
Wattmeters, varmeters and phasemeters	1	2	1	5	—
	2	1	5	³⁾ 5	15
Classes 1.0 – 1.5 – 2.5 – 5.0					
Ammeters	10	—	9	0.5	60
	10	—	1	5	—
Voltmeters and frequency meters	—	2	9	0.5	60
	—	2	1	³⁾ 5	—
Wattmeters varmeters and phasemeters	10	1	9	0.5	60
	10	1	1	⁴⁾ 5	—
	1	2	1	5	—
Notes: ¹⁾ The test shall be made under reference conditions ²⁾ The duration of the overload should be just long enough for the index to swing out to the extreme end of the scale ³⁾ Except for portable frequency meters ⁴⁾ Except for portable phasemeters					

8.4 Temperature limits for operation

8.4.1 Unless otherwise indicated, instruments of the classes 1.5, 2.5 and 5.0 and switchboard instruments of class 1.0 shall show no mechanical distress under continuous load conditions at ambient temperatures between -20°C and $+50^{\circ}\text{C}$.

8.4.2 Unless otherwise specified, other instruments shall be capable of functioning without mechanical distress within an ambient temperature range of -10°C to $+35^{\circ}\text{C}$.

8.5 Mutual influence between the different circuits of polyphase wattmeters and varmeters

The changes in indication arising from mutual effects between the different circuits of polyphase wattmeters and varmeters shall not exceed the class index.

Pour déterminer cette influence mutuelle, il est recommandé d'utiliser la méthode suivante:

Tous les circuits (de tension et de courant) sont alimentés dans les conditions nominales; un circuit de tension est alors déconnecté; on fait varier de 0 à 360 degrés la phase du courant dans le circuit de courant associé au circuit de tension déconnecté et on note les changements d'indication qui en résultent. La différence entre les indications extrêmes, ne doit pas dépasser deux fois l'indice de classe. L'essai est répété pour chacun des circuits de tension; une série analogue d'essais est faite en alimentant tous les circuits de tension et en déconnectant à chaque fois un des circuits de courant.

8.6 Epreuves diélectriques

Les appareils et leurs accessoires doivent supporter avec succès les essais diélectriques indiqués aux paragraphes suivants:

8.6.1 Essai diélectrique

La tension d'essai doit être appliquée progressivement et maintenue pendant 60 secondes entre les pièces sous tension réunies entre elles et l'enveloppe métallique (ou les pièces métalliques accessibles) du boîtier.

Lorsque le boîtier d'un appareil est constitué en tout ou partie de matière isolante, l'essai doit être effectué en fixant l'appareil sur une plaque métallique dans les conditions où il se trouvera en service.

Sauf indication contraire, les parties apparentes du dispositif de réglage du zéro et du dispositif de réglage de l'index, lorsqu'elles existent, doivent être maintenues au potentiel de la plaque métallique ¹⁾.

La tension d'essai doit être alors appliquée entre la plaque métallique et les pièces sous tension réunies entre elles.

La tension d'essai doit être une tension sinusoïdale de fréquence comprise entre 45 et 65 Hz, sa valeur efficace, exprimée en kV, doit être indiquée sur l'appareil à l'intérieur d'une étoile (voir Tableau XIII symboles n° C-1 à C-3). L'absence de chiffre à l'intérieur de l'étoile correspond à une tension d'épreuve de 0,5 kV.

La tension d'essai diélectrique est déterminée en fonction de la tension nominale d'isolement de l'appareil d'après les valeurs indiquées dans le tableau XI.

TABLEAU XI

Valeur de la tension d'épreuve diélectrique

Tension nominale kV	Valeur efficace de la tension d'essai kV	Nombre placé dans l'étoile prévus au tableau XIII (symboles C-1 à C-3)
≤ 40	0,5	Pas de chiffre
41 à 650	2	2
651 à 1 000	3	3
1 001 à 2 000	5	5
2 001 à 6 000	Nombre entier de kV immédiatement supérieur à la valeur (2 U+1 000 V)	Nombre indiqué ci-contre
Appareils dispensés de l'essai diélectrique *)		0
*) Certains appareils spéciaux ne peuvent supporter l'essai diélectrique à 500 V, ces appareils peuvent être dispensés de l'essai diélectrique pourvu qu'ils portent l'indication appropriée.		

¹⁾ Des conditions d'essais particulières peuvent être prescrites par les Normes Nationales quant à l'essai diélectrique des appareils en boîtier isolant. Une méthode recommandable consiste à remplacer la plaque par une feuille métallique souple enveloppant l'appareil.

The following method is recommended for the determination of the effect of mutual influences:

All the circuits (potential or current) shall be energized at their rated value and one potential circuit is then disconnected. The changes in indication shall be noted as the current in the circuit associated with the disconnected potential circuit is varied in phase through 360°. The maximum variation between the indications so obtained shall not exceed twice the class index.

The test is repeated with each voltage circuit disconnected in turn and a similar series of tests should be made with all the potential circuits energized and the current circuits disconnected in turn.

8.6 Dielectric tests

Instruments and their accessories shall withstand the following dielectric tests:

8.6.1 High-voltage tests

The test voltage shall be applied gradually and maintained for 60 seconds between all electrical circuits coupled together and the metallic cover (or metallic parts accessible from the outside) of the case.

When the case of the instrument is completely or partially constructed of insulating material, the apparatus shall be tested mounted on a conducting surface as in service.

Unless there is an indication to the contrary, the externally accessible components of the mechanical zero adjuster or of the index adjuster if any, shall be maintained at the same potential as the conducting surface ¹⁾.

The test voltage shall then be applied between the conducting surface and the electrical circuits of the instrument.

The test voltage shall be of sinusoidal waveform; its frequency shall be between 45 and 65 Hz (c/s) and its r.m.s. value in kV shall be marked on the apparatus inside a star (see Table XIII, Symbols C-1 to C-3). In the absence of any number within the star the test voltage is 0.5 kV r.m.s.

The value of the dielectric test voltage is determined by the normal circuit voltage of the apparatus in accordance with Table XI.

TABLE XI

Value of the dielectric test voltage

Nominal circuit voltage U	Test voltage kV (r.m.s.)	Number placed in star in accordance with Table XIII (Symbols C-1 to C-3)
≤ 40	0.5	No number
41 — 650	2	2
651 — 1 000	3	3
1 001 — 2 000	5	5
2 001 — 6 000	Nearest higher whole number of kV derived from the equation: $(2 U + 1\,000 \text{ V})$	Number calculated as per Column 2
No dielectric test *)		0

*) For certain special instruments an application of 500 V is not admissible, and such instruments are not required to be submitted to the dielectric test providing that they are appropriately marked.

¹⁾ Special methods of ensuring the complete testing of all external insulating surfaces may be the subject of detailed national specifications. A recommended method is to wrap the instrument in a metallic foil.

Lorsque la tension nominale d'isolement d'un ampèremètre n'est pas indiquée, l'appareil doit être essayé sous la tension de 2 kV.

8.6.2 *Essai diélectrique entre circuits de tension et circuits de courant*

Un essai diélectrique supplémentaire doit être effectué entre les enroulements de tension et les enroulements de courant des wattmètres, varmètres et des phasemètres. Dans le cas où un point commun est établi à l'intérieur du boîtier entre certains de ces circuits, ceux-ci sont considérés pour l'essai comme un circuit unique.

La tension d'essai est égale à 2 fois la tension nominale d'isolement avec minimum de 500 V.

La tension d'essai est limitée à 50 V pour les wattmètres et les varmètres compensés de la consommation de leur circuit de tension; dans ce cas, il est recommandé qu'ils portent le symbole F-33 (Tableau XIII).

8.6.3 *Essai diélectrique entre les circuits électriques des appareils électriques de mesure*

Sauf convention contraire, la tension d'essai entre les circuits électriques indépendants des appareils électriques de mesure est fixé à 500 V.

9. PRESCRIPTIONS DE CONSTRUCTION

9.1 **Scellement**

Lorsque l'appareil est scellé, l'accès à l'élément de mesure ainsi qu'aux accessoires incorporés dans le boîtier, ne doit pouvoir s'effectuer qu'après l'enlèvement des scellés.

9.2 **Echelle**

9.2.1 *Division.* Les divisions de l'échelle doivent correspondre à 1 ou 2 ou 5 fois l'unité de la grandeur à mesurer, ou cette unité multipliée ou divisée par 10 ou 100.

9.2.2 *Chiffraison.* L'unité de chiffraison est choisie de façon que les nombres (entiers ou décimaux) inscrits sur le cadran aient au plus trois chiffres, exceptionnellement quatre.

Dans le but de simplifier la chiffraison, on peut choisir l'une des unités symbolisées de A-1 à A-20 (Tableau XIII) et lorsque cela est nécessaire, lui affecter un facteur décimal (ex. $\times 10$).

9.2.3 *Sens de la graduation.* Le sens de la graduation correspond aux valeurs croissantes positives de la chiffraison; le sens normal est fixé de la gauche vers la droite ou de bas en haut.

Lorsque la déviation angulaire de l'index est supérieure à 180° , le sens des valeurs croissantes de la chiffraison est celui des aiguilles d'une montre.

Dans le cas des phasemètres à déviation angulaire de 360° , les traits de la graduation correspondant à $\cos \varphi = 1$ doivent être situés en haut et en bas de l'appareil.

Dans le cas des appareils à échelles multiples, l'une au moins des échelles doit avoir le sens normal.

9.2.4 *Limites de l'étendue de mesure.* Lorsque l'étendue de mesure ne correspond pas à la totalité de la graduation, des marques particulières doivent être placées aux deux limites.

L'absence de marque est cependant admise lorsque la valeur des divisions ou la nature des traits permettent d'identifier sans ambiguïté l'étendue de mesure.

When the normal circuit voltage of an ammeter is not shown, the ammeter shall be tested at 2 kV.

8.6.2 *Dielectric test between voltage and current circuits*

A further dielectric test shall be made between the voltage and the current circuits of wattmeters, varimeters and power factor meters, unless the circuits are commoned within the case when they are considered as a single circuit.

The test voltage shall be twice the normal circuit voltage with a minimum of 500 V.

The test voltage is limited to 50 V in the case of wattmeters and varimeters with voltage circuit compensation and it is recommended that Symbol F-33 of Table XIII be shown in this case.

8.6.3 *Dielectric tests between electrical circuits of electrically measuring instruments.*

The test voltage between the independent electrical circuits of electrically measuring instruments shall be 500 V, unless otherwise agreed between purchaser and manufacturer.

9. CONSTRUCTIONAL REQUIREMENTS

9.1 **Sealing**

When the instrument is sealed, access to the measuring element and to the accessories within the case shall not be possible without removal of the seal.

9.2 **Scales**

9.2.1 *Divisions* of the scale shall correspond to 1, 2 or 5 times the fundamental unit to be measured or that unit multiplied or divided by 10 or 100.

9.2.2 *Scale numbering.* The numerals of the scale (whole number or decimal) marked on the dial shall not have more than three digits (exceptionally, four).

In order to simplify the scale marking, the symbols A-1 to A-20 of Table XIII may be used and, if necessary, may be supplemented by a decimal factor (e.g. $\times 10$).

9.2.3 *The direction of deflection* of an instrument shall preferably be from left to right or from bottom to top with increasing positive quantity.

When the angular deflection of the index exceeds 180° , the deflection with increasing quantities shall be clockwise.

In the case of power factor meters having an angular deflection of 360° , the scale marks corresponding to $\cos \varphi = 1$ shall be on the vertical centre line.

On multiple-scaled instruments, at least one of the scales shall be such as to comply with the above requirements.

9.2.4 *Limits of the effective range.* When the effective range does not correspond to the total scale length, the limits of the effective range shall be marked on the scale.

It is, however, unnecessary to mark the limits of the effective range when the value of the scale division or the nature of the scale marks enables the range to be identified without ambiguity.

9.3 Valeurs normales

9.3.1 Calibres normaux des ampèremètres, voltmètres, wattmètres et varmètres

Les calibres des ampèremètres, voltmètres, wattmètres et varmètres dont la valeur correspond, selon la définition de l'article 2.4.2 à la limite supérieure de l'étendue de mesure, doivent être choisis, de préférence, parmi les valeurs suivantes:

1 — 1,2 — 1,5 — 2 — 2,5 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7,5 — 8
ou leurs multiples, ou leurs sous-multiples décimaux.

9.3.2 Chutes de tensions nominales des shunts

Les valeurs normales des chutes de tensions nominales des shunts, selon la définition des articles 2.4.4 et 2.4.5 sont de préférence:

30 — 45 — 50 — 60 — 75 — 100 — 150 — 300 mV

9.4 Réglage du zéro

Pour les appareils de mesure électrique des classes 0,1, 0,2 et 0,5 comportant un dispositif de réglage du zéro, l'étendue du réglage possible ne doit pas dépasser 6 % de la longueur de la graduation. Le rapport des amplitudes de réglage de part et d'autre du zéro ne doit pas être supérieur à 2.

9.5 Bornes

Lorsque l'utilisation des appareils nécessite le repérage des bornes, celles-ci doivent être marquées au moyen de repères convenables ¹⁾.

9.5.1 *Bornes de mise à la terre.* Lorsque les parties conductrices du boîtier de l'appareil doivent être mises à la terre, la borne affectée à cette connexion doit être marquée du symbole « $\perp$ » (symbole F-31 du tableau XIII).

10. INSCRIPTIONS ET SYMBOLES CONCERNANT LES APPAREILS DE MESURE ET LEURS ACCESSOIRES

10.1 Inscriptions et symboles concernant les appareils de mesure

Les appareils de mesure doivent porter sur le cadran ou sur l'une des faces extérieures du boîtier, les indications énumérées aux articles suivants.

La plupart de ces indications sont fournies au moyen de symboles définis au tableau XIII. Toutefois, lorsque les emplacements disponibles sont insuffisants (par exemple, diamètre ou côté du boîtier inférieur ou égal à 65 mm), il est admis de ne donner que les indications essentielles, les autres indications devant figurer sur une notice fournie en même temps que l'appareil.

10.1.1 Inscriptions et symboles à porter sur tous les appareils

- le nom ou la marque du constructeur
- l'unité de mesure indiquée par son symbole (symboles A-1 à A-20) ou, pour les phase-mètres, l'indication φ ou $\cos \varphi$
- le numéro de série pour les appareils des classes 0,1, 0,2 et 0,5
- la classe de précision (symboles E-1 à E-3)
- la nature du courant (symboles B-1 à B-6)
- la tension d'épreuve diélectrique (symboles C-1 à C-3)
- le symbole indiquant la nature des phénomènes intervenant dans le fonctionnement de l'appareil (symboles F-1 à F-22).

¹⁾ Les marques des bornes des appareils de mesure et de leurs accessoires feront l'objet de recommandations particulières.

9.3 Preferred Values

9.3.1 *Upper measuring limit of ammeters, voltmeters, wattmeters and varmeters.*

The upper measuring limits of ammeters, voltmeters, wattmeters and varmeters shall preferably be chosen from the following values:

1 — 1.2 — 1.5 — 2 — 2.5 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7.5 — 8

or their decimal multiples or fractions.

9.3.2 *Rated voltage drop of shunts.*

The rated voltage drop of shunts as defined in Clauses 2.4.4 and 2.4.5 shall preferably be one of the following values:

30 — 45 — 50 — 60 — 75 — 100 — 150 — 300 mV

9.4 Zero Adjustment

For electrical measuring instruments of Classes 0.1, 0.2 and 0.5 which include a zero adjustment, the possible range of adjustment shall not exceed 6 per cent of the scale length. The ratio of the amplitude of the adjustment on either side of zero shall not be greater than 2.

9.5 Terminals

If so required for the correct use of the instruments and their accessories, the terminals shall be clearly marked to show the proper method of connection ¹⁾.

9.5.1 *Earth terminals.* When the conducting parts of an apparatus must be connected to earth potential, the terminal effecting such a connection shall be marked with the sign « $\perp$ » (symbol F-31 of Table XIII).

10. MARKINGS AND SYMBOLS APPROPRIATE TO MEASURING INSTRUMENTS AND THEIR ACCESSORIES

10.1 Markings and symbols for measuring instruments

Instruments should bear on the scale plate, or on one of the external surfaces, the markings listed below.

The majority of these markings are made using the symbols given in Table XIII. When the size of the instrument is insufficient (e.g. diameter or side of the case is equal to or less than 65 mm or 2½ in) it is permissible to give only the essential markings and to include the other information in a certificate supplied with the instrument.

10.1.1 *Markings and symbols made on all instruments*

- a) The manufacturer's name or mark.
- b) The symbol of the quantity measured (indicated by symbols A-1 to A-20) or, for power factor meters, by φ or $\cos \varphi$
- c) The serial number for instruments of Classes 0.1, 0.2 and 0.5.
- d) The class index (symbols E-1 to E-3).
- e) The nature of the current (symbols B-1 to B-6).
- f) The dielectric test voltage (symbols C-1 to C-3).
- g) The symbol indicating the operating method of the instrument (symbols F-1 to F-22).

¹⁾ The marking of terminals of instruments and their accessories will be the subject of separate recommendations.

10.1.2 *Inscriptions et symboles à porter éventuellement sur les appareils*

- h) les valeurs nominales
- i) la date de fabrication ou le numéro de série pour les appareils des classes 1,0 - 1,5 - 2,5 et 5,0
- j) le symbole de position (symboles D-1 à D-3)
- k) le symbole de l'accessoire dont la graduation de l'appareil tient compte (symboles F-23 à F-26)
- l) la valeur de tout accessoire non interchangeable dont le symbole figure sur l'appareil conformément au paragraphe k) ci-dessus, y compris la résistance des cordons, s'il y a lieu
- m) le ou les rapports de transformation des transformateurs de courant ou de tension dont la graduation tient compte
- n) les valeurs de résistance, de réactance ou d'impédance à la fréquence nominale des circuits de courant et des circuits de tension des appareils des classes 0,1, 0,2 et 0,5
- o) l'indication de l'induction magnétique pour laquelle la variation correspond à l'indice de classe (symbole F-30)
- p) le symbole indiquant la nature du panneau pour lequel l'appareil a été étalonné (Tableau VIII)
- q) le symbole indiquant que d'autres renseignements indispensables sont donnés dans un document ou une notice séparée (symbole F-33)
- r) la valeur de l'impédance du circuit extérieur lorsque sa connaissance est nécessaire pour déterminer l'amortissement de l'appareil (art. 8.1.3).

10.2 **Inscriptions et symboles concernant les shunts**

Les shunts doivent porter les indications suivantes:

10.2.1 *Shunts non interchangeables*

- a) le nom ou la marque du constructeur
- b) la désignation, par son numéro, de l'appareil avec lequel il a été étalonné
- c) le courant nominal (voir art. 2.4.4)
- d) la tension d'épreuve diélectrique (lorsque le shunt est monté dans un boîtier séparé).

10.2.2 *Shunts interchangeables*

- a) le nom ou la marque du constructeur
- b) le numéro de série pour les shunts des classes 0,05 et 0,1 seulement
- c) la classe de précision
- d) le courant nominal
- e) la chute de tension nominale
- f) le courant dérivé par le ou les appareils lorsque l'étalonnage du shunt en tient compte
- g) la tension d'épreuve diélectrique (lorsque le shunt est placé dans un boîtier séparé)
- h) lorsque l'interchangeabilité est limitée au sens de l'article 2.1.2, la résistance ou l'impédance des appareils susceptibles d'être associés au shunt.

10.1.2 *Markings and symbols to be made on instruments when desired*

- h) The rated values.
- i) The date of manufacture or the serial number for instruments of Classes 1.0 — 1.5 — 2.5 and 5.0.
- j) The symbol of position (symbols D-1 to D-3).
- k) The symbol for any accessory for which the instrument has been graduated (symbols F-23 to F-26).
- l) The value of any non-interchangeable accessory for which the symbol has been marked in accordance with k) above, including the resistance of leads if relevant.
- m) The ratio(s) of current (or voltage) transformers for which the instrument is graduated.
- n) The values of resistance, reactance or impedance at the rated frequency, for the current and voltage circuits of instruments of Classes 0.1, 0.2 and 0.5.
- o) The indication of the external magnetic induction for which the variation corresponds to the class index (symbol F-30).
- p) The symbol showing the nature of the support for which the instrument has been calibrated (Table VIII).
- q) The symbol showing that some essential information is given on a separate document or certificate (symbol F-33).
- r) The value of the source impedance when knowledge of it is necessary for the determination of the damping of the instrument (see Clause 8.1.3).

10.2 **Markings and symbols for shunts**

Shunts shall bear the following markings:

10.2.1 *Non-interchangeable shunts*

- a) The manufacturer's name or mark.
- b) Identification of the instrument with which it has been calibrated (by the same serial number as the instrument).
- c) The rated current (see Clause 2.4.4).
- d) The dielectric test voltage (when the shunt is enclosed in a separate case).

10.2.2 *Interchangeable shunts*

- a) The manufacturer's name or mark.
- b) The serial number, for shunts of classes 0.05 and 0.1 only.
- c) The class index.
- d) The rated current.
- e) The rated voltage drop.
- f) The instrument current when the calibration of the shunt takes this into account.
- g) The dielectric test voltage (when the shunt is enclosed in a separate case).
- h) When the interchangeability is limited (see 2.1.2) the resistance or impedance of the type of instrument to be used with the shunt.

10.3 Inscriptions et symboles concernant les résistances, inductances et impédances additionnelles

Les résistances, inductances et impédances additionnelles doivent porter les indications suivantes:

10.3.1 Résistances, inductances et impédances non interchangeables

- a) le nom ou la marque du constructeur
- b) la désignation, par son numéro, de l'appareil avec lequel l'accessoire a été étalonné.
- c) le calibre ou les calibres de l'ensemble constitué par l'appareil et son accessoire
- d) la tension d'épreuve diélectrique.

10.3.2 Résistances, inductances et impédances interchangeables

- a) le nom ou la marque du constructeur
- b) le numéro de série pour les accessoires des classes 0,05 et 0,1 seulement
- c) la classe de précision
- d) la tension nominale
- e) le courant nominal
- f) la fréquence de référence, ou le domaine de référence de la fréquence lorsqu'il diffère de 45 à 65 Hz
- g) la valeur de la résistance, réactance ou impédance à la fréquence de référence
- h) la tension d'épreuve diélectrique
- i) la référence au schéma de branchement
- j) lorsque l'interchangeabilité est limitée au sens de l'article 2.1.2 la résistance ou l'impédance des appareils susceptibles d'être associés avec l'accessoire.

10.4 Indications relatives aux conditions de référence et au domaine nominal d'utilisation

Les valeurs de référence ou domaines de référence correspondant à chaque grandeur d'influence doivent être indiqués s'ils diffèrent de ceux des tableaux II, III et IV.

Le domaine nominal d'utilisation doit être indiqué s'il diffère du tableau VI, sauf lorsqu'un domaine de référence est indiqué (article 6.2.3.2).

Lorsque la valeur ou le domaine de référence est indiqué les valeurs correspondantes doivent être soulignées.

Les exemples ci-dessous (Tableau XII) précisent la signification des indications dans le cas de la température.

10.3 Markings and symbols for series resistors, inductors and impedances

Series resistors, inductors and impedances shall bear the following markings:

10.3.1 *Non-interchangeable resistors, inductors and impedances*

- a) The manufacturer's name or mark.
- b) Identification of the instrument with which it has been calibrated (by the same serial number as the instrument).
- c) The range or ranges of the accessory and instrument combined.
- d) The dielectric test voltage.

10.3.2 *Interchangeable resistors, inductors and impedances*

- a) The manufacturer's name or mark.
- b) The serial number, for accessories of classes 0.05 and 0.1 only.
- c) The class index.
- d) The rated voltage.
- e) The rated current.
- f) The reference value or range of frequency, if it differs from 45 — 65 Hz(c/s).
- g) The value of resistance, reactance or impedance at the reference frequency.
- h) The dielectric test voltage.
- i) The reference to the diagram showing the method of connection.
- j) When the interchangeability is limited (see 2.1.2), the resistance or impedance of the type of instrument to be used with the accessory.

10.4 Markings relative to the reference conditions and nominal ranges of use

The reference values or reference ranges corresponding to each influence quantity shall be marked if different from those given in Tables II, III, and IV.

The nominal range of use shall be marked if different from Table VI except where only a reference range is marked (see Clause 6.2.3.2).

When the reference value or range is marked, it shall be identified by underlining.

The following examples (see Table XII) show the significance of the various markings in the case of temperature.

TABLEAU XII

Indication	Exemple	Signification
Absence d'indication		Valeur de référence : 20°C (Tableau II) Domaine nominal d'utilisation : 10°C à 30°C (Tableau VI)
Un nombre	<u>25°C</u>	Valeur de référence : 25°C Domaine nominal d'utilisation : 15°C à 35°C (Tableau VI)
Deux nombres	<u>20...30°C</u>	Domaine de référence : 20...30°C Pas de domaine nominal d'utilisation
Trois nombres	20... <u>25</u> ...30°C	Valeur de référence : 25°C Domaine nominal d'utilisation : 20...30°C
	<u>20...25</u> ...30°C	Domaine de référence : 20...25°C Domaine nominal d'utilisation : 20...30°C (variations admissibles entre 25 et 30°C)
Quatre nombres	15... <u>20...25</u> ...30°C	Domaine de référence : 20...25°C Domaine nominal d'utilisation : 15...30°C (variations admissibles entre 15...20°C et 25...30°C)

Les grandeurs d'influence sont identifiées par le symbole de leur unité (Tableau XIII).

11. MODALITÉS D'APPLICATION

11.1 Tout appareil de mesure ou accessoire neuf, pour lequel référence a été faite aux présentes recommandations, doit être capable de satisfaire aux différentes conditions prescrites et en particulier subir avec succès les essais prévus.

11.2 Les essais des appareils se divisent en 3 catégories :

11.2.1 *Essais de type* qui sont effectués sur un seul appareil de chaque modèle ou sur un petit nombre d'appareils.

11.2.2 *Essais individuels* qui sont effectués sur l'ensemble de la fourniture.

11.2.3 *Essais par prélèvement* qui sont effectués sur une fraction seulement de la fourniture.

Aucune recommandation n'est faite concernant ces essais; les essais choisis doivent être spécifiés dans les normes nationales.

TABLE XII

Indication	Example	Meaning
No marking		Reference value: 20°C (see Table II) Nominal range of use: 10°C to 30°C (see Table VI)
One number	<u>25</u> °C	Reference value: 25°C Nominal range of use: 15°C to 35°C (see Table VI)
Two numbers	<u>20...30</u> °C	Reference range: 20°C to 30°C No nominal range of use
Three numbers	20... <u>25</u> ...30°C	Reference value: 25°C Nominal range of use: 20°C to 30°C
	<u>20...25</u> ...30°C	Reference range: 20°C to 25°C Nominal range of use: 20°C to 30°C (Permissible variations between 25°C to 30°C)
Four numbers	15... <u>20...25</u> ...30°C	Reference range: 20°C to 25°C Nominal range of use: 15°C to 30°C (Permissible variations between 15°C to 20°C and 25°C to 30°C)

The influence quantity shall be identified by the symbol of the unit in which it is measured (see Table XIII).

11. PROOF OF COMPLIANCE WITH THE RECOMMENDATIONS

11.1 All measuring instruments or accessories, in new condition and purporting to comply with the present recommendations, shall satisfy the prescribed conditions and in particular shall meet the requirements of the tests detailed herein.

11.2 The tests of measuring apparatus may be considered in three categories:

11.2.1 *Type tests*, which are made on a single sample of each design or on a small number of samples.

11.2.2 *Routine tests*, which are made on all items of every batch.

11.2.3 *Batch tests*, which are made only on a fraction of each production quantity.

No recommendation has been made regarding these groups; the segregation of tests shall be specified in national standards.

11.3 Nature des essais

11.3.1 Les essais destinés à vérifier les conditions ci-dessous pourront être considérés, selon les conventions particulières, soit comme essai de type, soit comme essai individuel, soit comme essai par prélèvement.

11.3.1.1 Limites de l'erreur.

11.3.1.2 Limites des variations.

11.3.1.3 Amortissement.

11.3.1.4 Charge continue.

11.3.1.5 Surcharges admissibles.

11.3.1.6 Températures limites de fonctionnement.

11.3.1.7 Influence mutuelle entre les divers circuits des appareils polyphasés.

11.3.1.8 Qualités diélectriques.

11.3.2 *Essais applicables aux appareils de mesure et à leurs accessoires résultant des recommandations C.E.I. communes à différents matériels électriques*

Selon les conventions particulières, les essais énumérés à l'article 11.3.1 peuvent être complétés par certains des essais décrits dans les recommandations de la Commission Electrotechnique Internationale, relatives aux spécifications communes à différents matériels électriques.

TABLEAU XIII
Symboles pour les appareils de mesure

No	Désignation	Symbole	No	Désignation	Symbole
A Symboles des principales unités et leurs principaux multiples et sous-multiples			A-11	watt	W
A-1	kiloampère	kA	A-12	mégavar	Mvar
A-2	ampère	A	A-13	kilovar	kvar
A-3	milliampère	mA	A-14	var	var
A-4	microampère	μA	A-15	mégahertz	MHz
A-5	kilovolt	kV	A-16	kilohertz	kHz
A-6	volt	V	A-17	hertz	Hz
A-7	millivolt	mV	A-18	mégohm	MΩ
A-8	microvolt	μV	A-19	kiloohm	kΩ
A-9	mégawatt	MW	A-20	ohm	Ω
A-10	kilowatt	kV	A-21	tesla	T
			A-22	millitesla	mT

11.3 Test schedule

11.3.1 The tests listed below may be considered, in the light of particular requirements, either as type, routine or batch tests:

11.3.1.1 Limits of error.

11.3.1.2 Limits of variations in indication.

11.3.1.3 Damping.

11.3.1.4 Continuous load.

11.3.1.5 Permissible overloads.

11.3.1.6 Temperature limits for operation.

11.3.1.7 Mutual influence between the different circuits of polyphase instruments.

11.3.1.8 Dielectric properties.

11.3.2 *Tests applicable to measuring instruments and accessories, arising from I.E.C. Recommendations common to other electrical apparatus*

When so required, the tests listed in Clause 11.3.1 may be supplemented by others in I.E.C. Recommendations applying to requirements common to various electrical apparatus.

TABLE XIII
Symbols for measuring apparatus

No.	Item	Symbol	No.	Item	Symbol
A	Symbols of the principal units and their principal multiples and sub-multiples		A-11	watt	W
A-1	kiloampere	kA	A-12	megavar	Mvar
A-2	ampere	A	A-13	kilovar	kvar
A-3	milliampere	mA	A-14	var	var
A-4	microampere	μA	A-15	megahertz	MHz
A-5	kilovolt	kV	A-16	kilohertz	kHz
A-6	volt	V	A-17	hertz	Hz
A-7	millivolt	mV	A-18	megohm	MΩ
A-8	microvolt	μV	A-19	kilo-ohm	kΩ
A-9	megawatt	MW	A-20	ohm	Ω
A-10	kilowatt	kW	A-21	tesla	T
			A-22	millitesla	mT