

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

Withdrawn

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

Withholding

	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

Withholding

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 équipement 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 *Etendue 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%