STD.IEC 60477-2-ENGL 1979 ■ 4844891 0662433 459 ■

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60477-2

1979

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

1997-10

Amendement 1

Résistance de laboratoire –

Partie 2:
Résistance de laboratoire à courant alternatif

Amendment 1

Laboratory resistors –

Part 2:
Laboratory a.c. resistors

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE B

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 85 de la CEI: Appareillage de mesure des grandeurs électromagnétiques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
85/167/FDIS	85/178/RVD

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

Page 18

Annexe A

Remplacer dans les figures 1 et 2 le marquage «étoile», symbole de la tension d'épreuve diélectrique, par la catégorie de surtension selon la CEI 61010-1, amendement 2, paragraphe 5.1.5, par exemple: CAT II et le degré de pollution, par exemple: Degré de pollution 1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 85: Measuring equipment for electromagnetic quantities.

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

FDIS	Report on voting
85/167/FDIS	85/178/RVD

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

Page 19

Appendix A

Replace, in figures 1 and 2, the "star" symbol for the test voltage by the symbol of overvoltage category according to IEC 61010-1, amendment 2, subclause 5.1.5, for instance: CAT II and the pollution degree, for instance: Pollution degree 1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes n° 85

60051: — Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires.

60051-1 (1984) Première partie: Définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties.
Amendement 1 (1994).
Amendement 2 (1995).

60051-2 (1984) Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les ampèremètres et les voltmètres.

60051-3 (1984) Troisième partie: Prescriptions particulières pour les wattmètres et les varmètres.
Amendement 1 (1994).

60051-4 (1984) Quatrième partie: Prescriptions particulières pour les fréquencemètres.

60051-5 (1984) Cinquième partie: Prescriptions particulière pour les phasemètres, les indicateurs de facteur de puissance et les synchronoscopes.

60051-6 (1984) Sixième partie: Prescriptions particulières pour les ohmmètres (les impédancemètres) et les conductancemètres.

60051-7 (1984) Septième partie: Prescriptions particulières pour les appareils à fonctions multiples.

60051-8 (1984) Huitième partie: Prescriptions particulières pour les accessoires.

60051-9 (1988) Neuvième partie: Méthodes d'essai recommandées.
Amendement 1 (1994).
Amendement 2 (1995).

60258 (1968)* Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires.
Modification n° 1 (1976).

60351: — Expression des qualités des oscillographes cathodiques.

60351-1 (1976) Première partie: Généralités.

60351-2 (1976) Deuxième partie: Oscillographes à mémoire.

60359 (1987) Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques.

60414 (1973)* Règles de sécurité pour les appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs et leurs accessoires.

60428 (1973)* Piles étalons.

60443 (1974) Alimentations stabilisées à usage de mesure.

60469: — Techniques des impulsions et appareils.

60469-1 (1987) Première partie: Termes et définitions concernant les impulsions.

60469-2 (1987) Deuxième partie: Mesure et analyse des impulsions, considérations générales.

60477: — Résistances de laboratoire.

60477 (1974) Résistances de laboratoire à courant continu.
Amendement 1 (1997).

60477-2 (1979) Deuxième partie: Résistances de laboratoire à courant alternatif.
Amendement 1 (1997).

60485 (1974) Voltmètres numériques et convertisseurs électroniques analogiques-numériques à courant continu.

60523 (1975)* Potentiomètres à courant continu.
Modification n° 1 (1979).
Amendement 2 (1997).

60524 (1975)* Diviseurs de tension à résistances en courant continu à rapports fixes.
Amendement 1 (1981).
Amendement 2 (1997).

60548 (1976) Expression des qualités des oscillographes à échantillonnage.
Amendement 1 (1981).

(suite)

IEC publications prepared by Technical Committee No. 85

60051: — Direct acting analogue electrical measuring instruments and their accessories.

60051-1 (1984) Part 1: Definitions and general requirements common to all parts.
Amendment 1 (1994).
Amendment 2 (1995).

60051-2 (1984) Part 2: Special requirements for ammeters and voltmeters.

60051-3 (1984) Part 3: Special requirements for wattmeters and varmeters.
Amendment 1 (1994).

60051-4 (1984) Part 4: Special requirements for frequency meters.

60051-5 (1984) Part 5: Special requirements for phase meters, power factor meters and synchroscopes.

60051-6 (1984) Part 6: Special requirements for ohmmeters (impedance meters) and conductors meters.

60051-7 (1984) Part 7: Special requirements for multi-function instruments.

60051-8 (1984) Part 8: Special requirements for accessories.

60051-9 (1988) Part 9: Recommended test methods.
Amendment 1 (1994).
Amendment 2 (1995).

60258 (1968)* Direct acting recording electrial measuring instruments and their accessories.
Amendment No. 1 (1976).

60351: — Expression of the properties of cathode-ray oscilloscopes.

60351-1 (1976) Part 1: General.

60351-2 (1976) Part 2: Storage oscilloscopes.

60359 (1987) Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment.

60414 (1973)* Safety requirements for indicating and recording electrical measuring instruments and their accessories.

60428 (1973)* Standard cells.

60443 (1974) Stabilized supply apparatus for measurement.

60469: — Pulse techniques and apparatus.

60469-1 (1987) Part 1: Pulse terms and definitions.

60469-2 (1987) Part 2: Pulse measurement and analysis, general considerations.

60477: — Laboratory resistors.

60477 (1974) Laboratory d.c. resistors.
Amendment 1 (1997).

60477-2 (1979) Part 2: Laboratory a.c. resistors.
Amendment 1 (1997).

60485 (1974) Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital converters.

60523 (1975)* Direct-current potentiometers.
Amendment No. 1 (1979).
Amendment 2 (1997).

60524 (1975)* Direct-current resistive volt ratio boxes.
Amendment 1 (1981).
Amendment 2 (1997).

60548 (1976) Expression of the properties of sampling oscilloscopes
Amendment 1 (1981).

(continued)

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes n° 85 *(suite)*

60564 (1977)* Ponts à courant continu pour mesure de résistance.
Amendement 1 (1981).
Amendement 2 (1997).

60615 (1978) Terminologie pour appareils à micro-ondes.

60618 (1978) Diviseurs de tension inductifs.
Amendement 1 (1981).
Amendement 2 (1997).

60624 (1978) Expression des qualités de fonctionnement des générateurs d'impulsions.

60688 (1992) Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives en signaux analogiques ou numériques.
Amendement 1 (1997).

60714 (1981) Expression des qualités des analyseurs de spectre.

60716 (1981) Expression des qualités des générateurs de signaux.

60776 (1983) Expression des propriétés des analyseurs logiques.

61028 (1991) Appareils électriques de mesure – Enregistreurs X-Y.
Amendement 1 (1995).
Amendement 2 (1997).

61143: — Appareils électriques de mesure – Enregistreurs X-t.

61143-1 (1992) Partie 1: Définitions et prescriptions.
Amendement 1 (1997).

61187 (1993) Equipement de mesures électriques et électroniques – Documentation.

61557: — Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1000 V c.a. et 1500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection.

61557-1 (1997) Partie 1: Prescriptions générales.

61557-2 (1997) Partie 2: Résistance d'isolement.

61557-3 (1997) Partie 3: Impédance de boucle.

61557-4 (1997) Partie 4: Résistance de terre, de protection et d'équipotentialité.

61557-5 (1997) Partie 5: Résistance à la terre.

61557-6 (1997) Partie 6: Dispositifs différentiels résiduels (DDR) dans les réseaux TT et TN.

61557-7 (1997) Partie 7: Ordre de phases.

61557-8 (1997) Partie 8: Contrôleurs d'isolement pour réseaux IT.

IEC publications prepared by Technical Committee No. 85 *(continued)*

60564 (1977)* D.C. bridges for measuring resistance.
Amendment 1 (1981).
Amendment 2 (1997).

60615 (1978) Terminology for microwave apparatus.

60618 (1978) Inductive voltage dividers.
Amendment 1 (1981).
Amendment 2 (1997.

60624 (1978) Expression of the performance of pulse generators.

60688 (1992) Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities to analogue or digital signals.
Amendment 1 (1997).

60714 (1981) Expression of the properties of spectrum analyzers.

60716 (1981) Expression of the properties of signal generators.

60776 (1983) Expression of the properties of logic analyzers.

61028 (1991) Electrical measuring instruments – X-Y recorder.
Amendment 1 (1995).
Amendment 2 (1997).

61143: — Electrical measuring instruments – X-t recorders.

61143-1 (1992) Part 1: Definitions and requirements.
Amendment 1 (1997).

61187 (1993) Electrical and electronic measuring equipment – Documentation.

61557: — Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures.

61557-1 (1997) Part 1: General requirements.

61557-2 (1997) Part 2: Insulation resistance.

61557-3 (1997) Part 3: Loop impedance.

61557-4 (1997) Part 4: Resistance of earth connection and equipotential bonding.

61557-5 (1997) Part 5: Resistance to earth.

61557-6 (1997) Part 6: Residual current devices (RCD) in TT and TN systems.

61557-7 (1997) Part 7: Phase sequence.

61557-8 (1997) Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems.

* Publiées sous la responsabilité du Sous-Comité 13B, voir préface.

* Published under the responsibility of Sub-Committee 13B, see preface.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ISBN 2-8318-4062-7



ICS 17.220.20; 31.040.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

IEC 477 PT*2 79 ■ 4844891 0044251 8 ■

Publication 477-2

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 477-2

Première édition — First edition

1979

Résistances de laboratoire

Deuxième partie: Résistances de laboratoire à courant alternatif

Laboratory resistors

Part 2: Laboratory a.c. resistors

Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
1, rue de Varembé
Genève, Suisse

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Révision de la présente publication

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

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
  Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

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

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
  Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
  Published yearly

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

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

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

C.D.U./U.D.C.: 621.317.2::621.317.732.025-187.3-777.001.2.001.33(083.71)

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 477-2

Première édition — First edition

1979

Résistances de laboratoire

Deuxième partie: Résistances de laboratoire à courant alternatif

Laboratory resistors

Part 2: Laboratory a.c. resistors

Mots clés: résistances de laboratoire à courant alternatif, exigences, définitions.

Key words: laboratory alternating-current resistors, requirements, definitions.

Droits de reproduction réservés – Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

Prix Price Fr. s. **33.–**

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE 4

PRÉFACE 4

Articles

1. Domaine d'application 6
2. Définitions 6
3. Caractérisation d'une résistance 10
4. Prescriptions générales 10
5. Variations admissibles 12
6. Autres prescriptions électriques et mécaniques 14
7. Inscriptions et symboles 16

ANNEXE A – Exemples de marquage 18

ANNEXE B – Considérations générales sur les résistances de laboratoire à courant alternatif 22

ANNEXE C – Circuits équivalents d'une résistance en courant alternatif 26

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

PREFACE 5

Clause

1. Scope 7
2. Definitions 7
3. Resistor characterization 11
4. General requirements 11
5. Permissible variations 13
6. Further electrical and mechanical requirements 15
7. Markings and symbols 17

APPENDIX A – Examples of markings 19

APPENDIX B – General considerations regarding laboratory a.c. resistors 23

APPENDIX C – Equivalent circuits of an a.c. resistor 27

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSISTANCES DE LABORATOIRE

Deuxième partie: Résistances de laboratoire à courant alternatif

PRÉAMBULE

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.

2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.

3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 13B: Instruments électriques de mesurage, du Comité d'Etudes N° 13 de la CEI: Equipements électriques de mesurage.

Elle constitue la deuxième partie de la Publication 477 de la CEI qui, lors de sa révision, paraîtra en tant que Publication 477-1.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à La Haye en 1975 et à Varsovie en 1976. A la suite de cette dernière réunion, le projet, document 13B(Bureau Central)54, et un correctif de ce projet, document 13B(Bureau Central)54A, furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1976 et en avril 1977, respectivement. Bien que le document ainsi que le correctif aient été approuvés par les Comités nationaux, des modifications supplémentaires ont été jugées nécessaires. C'est pourquoi, ces modifications, document 13B(Bureau Central)63, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en juillet 1978.

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

Afrique du Sud (République d')	Finlande
Allemagne	France
Argentine	Hongrie
Australie	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Pologne
Brésil	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Chine	Suède
Danemark	Suisse
Egypte	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	

Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:

Publication N° 477: Résistances de laboratoire à courant continu (citée dans les paragraphes 1.2, 2.6, 3.1, 4.1.1, 4.5.1, 4.5.2, article 5, paragraphes 5.1, 6.1, 7.3, 7.4, annexe A: articles A1 et A2 et dans l'annexe B de cette norme).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LABORATORY RESISTORS
Part 2: Laboratory a.c. resistors

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.

3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 13B, Electrical Measuring Instruments, of IEC Technical Committee No. 13, Electrical Measuring Equipment.

It forms Part 2 of IEC Publication 477 which, after revision, will be issued as Publication 477-1.

Drafts were discussed at the meetings held in The Hague in 1975 and in Warsaw in 1976. As a result of this latter meeting, a draft, Document 13B(Central Office)54, and a corrigendum to it, Document 13B(Central Office)54A, were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1976 and in April 1977 respectively. Though the Six Months' Rule document together with the corrigendum were approved by the National Committees, further modifications became necessary. Therefore, these amendments, Document 13B(Central Office)63, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1978.

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

Argentina
Australia
Austria
Belgium
Brazil
Canada
China
Denmark
Egypt
Finland
France
Germany
Hungary
Italy
Japan
Poland
Romania
South Africa (Republic of)
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States of America

Other IEC publication quoted in this standard:

Publication No. 477: Laboratory D.C. Resistors (quoted in Sub-clauses 1.2, 2.6, 3.1, 4.1.1, 4.5.1, 4.5.2, Clause 5, Sub-clauses 5.1, 6.1, 7.3, 7.4, Appendix A: Clauses A1 and A2 and Appendix B of this standard).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

RÉSISTANCES DE LABORATOIRE

Deuxième partie: Résistances de laboratoire à courant alternatif

---

1. Domaine d'application

1.1 La présente norme s'applique aux résistances destinées à être utilisées comme résistances de laboratoire à courant alternatif dans un domaine de fréquences allant du courant continu jusqu'à une fréquence déclarée ne dépassant pas 100 kHz. Ces résistances sont, par la suite, désignées par l'expression «résistances à courant alternatif».

1.2 Les résistances qui, non seulement répondent aux prescriptions de la Publication 477 de la CEI, mais satisfont aussi aux prescriptions de la présente norme, sont conçues de façon à avoir une variation de résistance faible et un déphasage faible dans le domaine de fréquences déclaré.

1.3 En raison de l'influence sur les propriétés en courant alternatif des inductances et des capacités parasites, des courants de Foucault et des effets d'absorption diélectrique, les résistances à courant alternatif considérées dans la présente norme sont classées selon leur constitution, comme suit:

1.3.1 Selon le nombre de bornes principales, dans l'une des catégories suivantes:

a) Résistances munies d'une paire de bornes à chaque point de connexion.

b) Résistances munies d'une seule borne à chaque point de connexion.

1.3.2 Selon la méthode de protection contre les champs électriques d'origine extérieure, dans l'une des catégories suivantes:

a) Résistances non munies d'un écran électrique*.

b) Résistances munies d'un écran électrique relié par construction à l'un des points de connexion.

c) Résistances munies d'un écran électrique isolé des bornes de la résistance et relié à une borne séparée, parfois appelée «borne de garde».

1.4 Dans la présente norme, les courants et les tensions alternatifs sont supposés être pratiquement sinusoïdaux.

Note. – Des informations générales sur les résistances à courant alternatif sont données dans les annexes B et C.

2. Définitions

Dans la présente norme, on utilisera les définitions suivantes:

2.1 *Représentation d'une résistance en courant alternatif*

Les caractéristiques en courant alternatif d'une résistance sont données par:

---

* Les caractéristiques en courant alternatif d'une résistance non munie d'écran dépendent des capacités parasites existant, en fait, aux bornes de la résistance. Les conditions d'essai peuvent donc affecter considérablement ces caractéristiques en courant alternatif. C'est pourquoi le paragraphe 4.5.6 définit les conditions d'essai concernant la protection par écran électrique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

LABORATORY RESISTORS

Part 2: Laboratory a.c. resistors

---

1. Scope

1.1 This standard applies to resistors intended as laboratory a.c. resistors for use over a range of frequencies from d.c. up to a stated frequency which is not in excess of 100 kHz. Such resistors are hereinafter referred to as "a.c. resistors".

1.2 In addition to satisfying the requirements of IEC Publication 477, resistors satisfying the requirements of this standard are designed to have a small variation of resistance and a small phase displacement over the stated frequency range.

1.3 Because of the uncertainties in a.c. properties which can result from stray inductances, stray capacitances, eddy currents and dielectric absorption effects, the a.c. resistors to which this standard applies are classified according to their construction, as follows:

1.3.1 According to the number of main terminals, into one of the following types:

a) Resistors having a pair of terminals at each point of connection.

b) Resistors having a single terminal at each point of connection.

1.3.2 According to the method of protection against externally produced electric fields, into one of the following types:

a) Resistors not having an electric screen*.

b) Resistors having an electric screen which is permanently connected to one of the points of connection.

c) Resistors having an electric screen which is not connected to the terminals of the resistor but which is provided with a separate terminal, sometimes called the "guard terminal".

1.4 In this standard, a.c. voltages and currents are assumed to have a substantially sinusoidal waveform.

Note. – For general information about a.c. resistors, see Appendices B and C.

2. Definitions

For the purposes of this standard, the following definitions apply:

2.1 *Representation of the a.c. properties of a resistor*

The a.c. characteristics of a resistor are given by:

---

* The a.c. properties of an unscreened resistor are dependent on the stray capacitances which exist, in effect, across the resistor. Testing conditions can thus considerably affect the a.c. properties. Sub-clause 4.5.6 therefore lays down the testing conditions concerning electric screening.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

2.1.1 soit une résistance équivalente en courant alternatif, R_s, en série avec une inductance équivalente, L_s,

2.1.2 soit une résistance équivalente en courant alternatif, R_p, en parallèle avec une capacité équivalente, C_p.

2.2 *Résistance équivalente en courant alternatif*

Valeur de la résistance (R_s ou R_p) qui est la composante résistive de la résistance (voir paragraphe 2.1).

2.3 *Constante de temps*

La constante de temps, désignée par τ*, est définie par:

2.3.1 L_s/R_s, ou

2.3.2 $R_p C_p$, en utilisant l'expression qui donne une valeur positive (voir annexe C).

Notes 1. – L'unité de constante de temps est la seconde, quand on exprime L_s en henrys, R_s et R_p en ohms et C_p en farads.

2. – Pour déterminer la constante de temps, on peut utiliser la résistance en courant continu à la place de la résistance équivalente en courant alternatif.

3. – Le déphasage du courant qui parcourt la résistance par rapport à la tension aux bornes de cette résistance est tel que, pour une constante de temps de la forme L_s/R_s, il est en retard et que, pour une constante de temps de la forme $R_p C_p$, il est en avance, si, dans les deux cas, L_s et C_p ont des valeurs positives.

4. – Dans les cas où la représentation simple conduirait à une constante de temps apparemment négative (voir article C2 de l'annexe C), on n'utilise pas la constante de temps et on indique, à sa place, la composante réactive.

2.4 *Indice de constante de temps*

Nombre qui définit la limite supérieure admissible de la constante de temps d'un groupe de résistances qui peuvent toutes être désignées par le même nombre si elles satisfont à toutes les prescriptions de la présente norme concernant la constante de temps. Il s'exprime en secondes en utilisant le préfixe SI approprié.

2.5 *Variation due à la fréquence*

Différence entre la résistance équivalente en courant alternatif à une fréquence donnée et la résistance en courant continu. Elle est exprimée en pourcentage (%) ou en parties par million (ppm) de la résistance en courant continu.

2.6 *Limite supérieure du domaine nominal d'utilisation en fréquence*

Fréquence spécifiée jusqu'à laquelle la variation due à la fréquence ne dépasse pas la limite admissible de l'erreur intrinsèque en courant continu correspondant à l'indice de classe de la résistance (en courant continu) (voir Publication 477 de la CEI).

2.7 *Indice de fréquence*

Nombre désignant la limite supérieure du domaine nominal d'utilisation en fréquence, exprimée en kilohertz (voir tableau I).

* Lettre grecque minuscule tau.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

2.1.1 either an equivalent a.c. resistance, R_s, in series with an equivalent inductance, L_s, or

2.1.2 an equivalent a.c. resistance, R_p, in parallel with an equivalent capacitance, C_p.

2.2 *Equivalent a.c. resistance*

The value of resistance (R_s or R_p) which is the a.c. resistive component of the resistor (see Subclause 2.1).

2.3 *Time constant*

The time constant is denoted by τ*; it is defined as either:

2.3.1 L_s/R_s, or

2.3.2 $R_p C_p$, whichever yields a positive value (see Appendix C).

Notes 1. – The unit for time constant is the second, L_s being expressed in henrys, R_s and R_p in ohms and C_p in farads.

2. – For determining the time constant, the d.c. resistance may be used instead of the equivalent a.c. resistance.

3. – The phase displacement of the current flowing through the resistor from the voltage appearing across it with a time constant L_s/R_s is such that the current is lagging, and that with a time constant $R_p C_p$ is leading when L_s and C_p have positive values.

4. – For those cases where the simple representation would lead to an apparently negative time constant (see Clause C2 of Appendix C), the time constant is not used and the reactive component is stated instead.

2.4 *Time constant index*

The number which designates the permissible upper limit of the time constant of a group of resistors, all of which can be designated by the same number if they comply with all the requirements of this standard concerning time constant. It is expressed in seconds using the appropriate SI prefix.

2.5 *Variation due to frequency*

The difference between the equivalent a.c. resistance at a stated frequency and the d.c. resistance. It is expressed in percentage (%) or in parts per million (ppm) of the d.c. resistance.

2.6 *Upper limit of the nominal range of use for frequency*

The specified frequency up to which the variation due to frequency does not exceed the permissible intrinsic d.c. resistance error corresponding to the (d.c.) resistance class index (see IEC Publication 477).

2.7 *Frequency index*

The number which designates the upper limit of the nominal range of use for frequency, expressed in kilohertz (see Table I).

* Lower-case Greek tau.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

3. Caractérisation d'une résistance

Les résistances à courant alternatif qui satisfont aux prescriptions de la présente norme sont caractérisées:

3.1 par les classes de précision en courant continu, définies dans la Publication 477 de la CEI,

3.2 par les indices de constante de temps, spécifiés au paragraphe 4.1.2 et

3.3 par les indices de fréquences, spécifiés au paragraphe 5.2.

4. Prescriptions générales

4.1 *Résistance en courant continu, résistance en courant alternatif et constante de temps*

4.1.1 Les caractéristiques en courant continu d'une résistance à courant alternatif doivent être conformes à la Publication 477 de la CEI.

Note. – En général, la résistance en courant alternatif est la résistance série équivalente R_s pour les résistances inférieures ou égales à 100 Ω et la résistance parallèle équivalente R_p pour les résistances supérieures à 100 Ω.

4.1.2 La constante de temps mesurée aux points de connexion d'une résistance à courant alternatif ne doit pas dépasser la valeur appropriée de l'indice de constante de temps choisie parmi la séquence:

1 ns, 2 ns, 5 ns, 10 ns, ..., 100 µs.

Note. – La valeur de la constante de temps d'une résistance donnée dépend légèrement de la fréquence à laquelle elle est mesurée. Cependant, comme le but ici est d'établir une classification des résistances et non de déterminer une valeur exacte de la constante de temps, des mesures effectuées à 1 kHz (ou à une fréquence plus basse) suffisent en général.

4.2 *Résistances multiples*

4.2.1 Les résistances multiples, à l'exclusion des résistances à décades multiples, peuvent avoir des indices de constante de temps différents pour chacune des valeurs réalisables.

4.2.2 Si la valeur nominale de la résistance minimale réalisable d'une résistance multiple est nulle, le constructeur doit indiquer la valeur de l'inductance résiduelle dans cette condition.

4.3 *Résistances à décades multiples*

Les résistances à décades multiples doivent avoir un seul indice de constante de temps pour toutes les valeurs réalisables avec une décade quelconque utilisée seule. Les différentes décades peuvent avoir des indices de constante de temps différents.

L'indice de constante de temps d'une décade donnée doit s'appliquer également à toute valeur affichée par cette décade lorsque cette dernière est utilisée en combinaison avec une valeur quelconque d'une ou de plusieurs décades de valeur inférieure.

4.4 *Connexions*

4.4.1 Les connexions des circuits de courant et de potentiel doivent être établies séparément lorsque la résistance a une paire de bornes pour chaque point de connexion, sauf si le constructeur définit d'autres conditions. Les inductances mutuelles entre les conducteurs d'amenée de courant et de prise de potentiel et entre chacun de ces conducteurs et la résistance doivent être minimisées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

3. Resistor characterization

A.C. resistors satisfying this standard are characterized:

3.1 by classes related to their d.c. accuracy as specified in IEC Publication 477,

3.2 by time constant indices as specified in Sub-clause 4.1.2 and

3.3 by frequency indices as specified in Sub-clause 5.2.

4. General requirements

4.1 *D.C. resistance, a.c. resistance and time constant*

4.1.1 The d.c. characteristics of an a.c. resistor shall be as specified in IEC Publication 477.

Note. – The a.c. resistance is usually taken as the equivalent series resistance R_s, for resistors up to 100 Ω, and as the equivalent parallel resistance R_p, for resistors above 100 Ω.

4.1.2 The time constant at the points of connection of an a.c. resistor shall not exceed the appropriate value of the time constant index selected from the sequence:

1 ns, 2 ns, 5 ns, 10 ns, ..., 100 µs.

Note. – The value of the time constant of a given resistor is somewhat dependent on the frequency at which it is measured. However, as the purpose here is to effect a classification of resistors, not to provide an exact value of time constant, measurements at 1 kHz (or lower) are here generally adequate.

4.2 *Multiple resistors*

4.2.1 Multiple resistors, excluding multi-decade resistors, may have a different time constant index for each selectable value.

4.2.2 For a multiple resistor in which the lowest selectable resistance value is nominally zero, the manufacturer shall state the value of the residual inductance under this condition.

4.3 *Multi-decade resistors*

Multi-decade resistors shall have a single time constant index for all selectable values on any decade used alone. The several decades may each have a different time constant index.

The time constant index of a given decade shall also apply at any setting of the decade when that decade is used in conjunction with any setting of any decade(s) inferior to it in value.

4.4 *Connecting leads*

4.4.1 Separate current and potential connections shall be made to a resistor having a pair of terminals for each point of connection, unless other conditions are stated by the manufacturer. The mutual inductances between the current and potential leads and between each of these leads and the resistor shall be minimized.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

4.4.2 Les conducteurs établissant la connexion à une résistance ayant une seule borne pour chaque point de connexion doivent être disposés de façon à minimiser leur inductance.

Note. – Cela s'applique particulièrement aux résistances de valeur inférieure ou égale à 10 Ω.

4.4.3 Les conducteurs établissant la connexion à une résistance ne doivent pas affecter de manière significative la capacité parallèle équivalente; si besoin est, prévoir un écran électrostatique pour chaque conducteur et utiliser un circuit de mesure approprié.

Note. – La valeur de la capacité entraînant une altération significative dépend de la valeur de la résistance et de la constante de temps.

4.5 *Conditions pour la détermination des caractéristiques en courant continu et en courant alternatif*

4.5.1 Toutes les déterminations de caractéristiques en courant continu doivent être effectuées selon les spécifications de la Publication 477 de la CEI.

Note. – Aux basses fréquences, l'erreur d'une résistance à courant alternatif est essentiellement la même que son erreur en courant continu.
Aux hautes fréquences, une variation additionnelle, telle qu'elle est spécifiée au paragraphe 5.1, est admise.

4.5.2 Toutes les déterminations de caractéristiques en courant alternatif doivent être effectuées dans les conditions de référence spécifiées dans la Publication 477 de la CEI.

4.5.3 La constante de temps d'une résistance à courant alternatif doit être mesurée à la fréquence de 1 kHz ou à la fréquence correspondant à son indice de fréquence, si celle-ci est inférieure à 1 kHz (voir article 5).

4.5.4 L'inductance résiduelle d'une résistance à courant alternatif (voir paragraphe 4.2.2) doit être mesurée avec la résistance connectée comme en utilisation normale, à la fréquence de 1 kHz ou à la fréquence correspondant à son indice de fréquence, si celle-ci est inférieure à 1 kHz (voir article 5).

4.5.5 Une résistance munie d'un écran électrique (voir points *b)* et *c)* du paragraphe 1.3.2) doit être essayée avec l'écran connecté suivant les indications du constructeur.

4.5.6 Une résistance non munie d'un écran électrique (voir point *a)* du paragraphe 1.3.2) doit être essayée enfermée dans une enveloppe conductrice conformément aux spécifications du constructeur. Si cette enveloppe n'est pas spécifiée, la résistance doit être essayée enfermée dans une enceinte conductrice reliée à la terre et séparée en tous points de la surface de la résistance d'une distance comprise entre 10 mm et 20 mm.

4.5.7 Toutes autres conditions nécessaires doivent être indiquées par le constructeur.

4.5.8 Si nécessaire, les détails de la méthode d'essai doivent être fixés d'un commun accord entre le constructeur et l'utilisateur.

5. Variations admissibles

Les variations des grandeurs d'influence, dans les domaines nominaux d'utilisation spécifiés dans la Publication 477 de la CEI, n'ont pas d'effets notables sur la caractéristique en courant alternatif de la résistance. C'est pourquoi les prescriptions relatives aux variations des caractéristiques en courant alternatif autres que celles dues à la fréquence ne figurent pas dans la présente norme.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

4.4.2 The leads making connection to a resistor having a single terminal for each point of connection shall be arranged so as to minimize their inductance.

Note. – This is particularly important for resistors of values of 10 Ω and lower.

4.4.3 The leads making connection to a resistor shall not alter significantly the equivalent parallel capacitance, if necessary by the provision of an electrostatic screen for each lead and by the use of an appropriate measuring circuit.

Note. – The magnitude of capacitance that will cause a significant alteration will depend upon the value of the resistance and the time constant.

4.5 *Conditions for the determination of d. c. and a. c. characteristics*

4.5.1 All tests of d.c. characteristics shall be carried out as specified in IEC Publication 477.

Note. – At low frequencies, the error of an a.c. resistor is essentially the same as its error at d.c.

At higher frequencies, an additional variation as specified by Sub-clause 5.1 is permitted.

4.5.2 All tests of a.c. characteristics shall be carried out under the reference conditions specified in IEC Publication 477.

4.5.3 The time constant of an a.c. resistor shall be measured at a frequency of 1 kHz or at the frequency corresponding to its frequency index if the latter is lower (see Clause 5).

4.5.4 The residual inductance of an a.c. resistor (see Sub-clause 4.2.2) shall be measured with the resistor connected as in normal use and at a frequency of 1 kHz or at the frequency corresponding to its frequency index if the latter is lower (see Clause 5).

4.5.5 A resistor having an electric screen (see Items *b)* and *c)* of Sub-clause 1.3.2) shall be tested with the screen connected as specified by the manufacturer.

4.5.6 A resistor not having an electric screen (see Item *a)* of Sub-clause 1.3.2) shall be tested within an earthed conductive enclosure as specified by the manufacturer. If this enclosure is not specified, the resistor shall be tested within an earthed conductive enclosure separated from the surface of the resistor by between 10 mm and 20 mm at all places.

4.5.7 Any other necessary conditions shall be stated by the manufacturer.

4.5.8 When necessary, details of the testing method shall be agreed between the manufacturer and the user.

5. Permissible variations

Changes in influence quantities over the nominal ranges of use specified in IEC Publication 477 will cause no significant effect on the a.c. characteristics of the resistor. Requirements relating to variations of a.c. characteristics other than those due to frequency are therefore not included in this standard.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

5.1 Lorsque la résistance en courant alternatif est placée dans les conditions de référence spécifiées dans la Publication 477 de la CEI, la variation de la résistance en courant alternatif équivalente due à la fréquence pour une fréquence quelconque de son domaine nominal d'utilisation ne doit pas dépasser l'erreur de résistance en courant continu intrinsèque admissible correspondant à l'indice de classe de la résistance (en courant continu).

5.2 La limite supérieure du domaine nominal d'utilisation en fréquence doit être définie en utilisant l'indice de fréquence approprié choisi dans le tableau I.

TABLEAU I

Limite supérieure du domaine nominal d'utilisation en fréquence en fonction de l'indice de fréquence

Indice de fréquence	100	50	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05
Limite supérieure du domaine nominal d'utilisation en fréquence	100 kHz	50 kHz	20 kHz	10 kHz	5 kHz	2 kHz	1 kHz	500 Hz	200 Hz	100 Hz	50 Hz

5.3 Les résistances multiples, à l'exception des résistances à décades multiples, peuvent avoir des indices de fréquence différents pour chaque valeur réalisable.

5.4 Les résistances à décades multiples doivent avoir un seul indice de fréquence pour toutes les valeurs réalisables d'une décade quelconque utilisée seule. Les différentes décades peuvent avoir chacune un indice de fréquence différent. L'indice de fréquence d'une décade donnée doit s'appliquer également à toute combinaison dans laquelle cette décade est utilisée conjointement avec une ou plusieurs décades de valeur inférieure.

5.5 Conditions pour la détermination de la variation due à la fréquence:

5.5.1 Les conducteurs doivent être disposés comme spécifié au paragraphe 4.4.

5.5.2 Si nécessaire, les détails de la méthode d'essai doivent être fixés d'un commun accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6. Autres prescriptions électriques et mécaniques

6.1 Les résistances à courant alternatif doivent répondre aux autres prescriptions électriques et mécaniques spécifiées dans la Publication 477 de la CEI.

6.2 Le constructeur doit spécifier la ou les méthodes de connexion de l'écran, s'il en existe un.

6.3 Le constructeur doit indiquer si les caractéristiques sont données dans le mode de représentation équivalente série (voir paragraphe 2.1.1) ou parallèle (voir paragraphe 2.1.2), suivant le cas (voir note du paragraphe 4.1.1).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

5.1 When the a.c. resistor is under reference conditions as specified in IEC Publication 477, the variation in equivalent a.c. resistance due to frequency for any frequency within its nominal range of use shall not exceed the permissible intrinsic d.c. resistance error corresponding to the (d.c.) resistance class index.

5.2 The upper limit of the nominal range of use for frequency shall be designated using the appropriate frequency index selected from Table I.

TABLE I

Upper limit of the nominal range of use for frequency as a function of the frequency index

Frequency index	100	50	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05
Upper limit of the nominal range of use for frequency	100 kHz	50 kHz	20 kHz	10 kHz	5 kHz	2 kHz	1 kHz	500 Hz	200 Hz	100 Hz	50 Hz

5.3 Multiple resistors, excluding multi-decade resistors, may have a different frequency index for each selectable value.

5.4 Multi-decade resistors shall have a single frequency index for all selectable values on any decade used alone. The several decades may each have a different frequency index. The frequency index of a given decade shall also apply when that decade is used in conjunction with any decade(s) inferior to it in value.

5.5 Conditions for the determination of the variation due to frequency:

5.5.1 Connecting leads shall be arranged as specified in Sub-clause 4.4.

5.5.2 When necessary, details of the testing method shall be agreed between the manufacturer and the user.

6. Further electrical and mechanical requirements

6.1 A.C. resistors shall comply with the further electrical and mechanical requirements specified in IEC Publication 477.

6.2 The manufacturer shall specify the method(s) of connection of the screen, if any.

6.3 The manufacturer shall state whether the characteristics are given relating to the equivalent series model (see Sub-clause 2.1.1) or the equivalent parallel model (see Sub-clause 2.1.2) as relevant (see note to Sub-clause 4.1.1).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

7. Inscriptions et symboles

Voir, à l'annexe A, des exemples de marquage.

7.1 En plus des inscriptions prescrites par la Publication 477 de la CEI (sauf pour ce qui concerne le paragraphe 7.4), les résistances à courant alternatif doivent porter des inscriptions déterminant l'indice de constante de temps et l'indice de fréquence.

7.1.1 L'indice de constante de temps doit être indiqué en utilisant la valeur appropriée choisie parmi l'ensemble des valeurs données au paragraphe 4.1.2.

7.1.2 L'indice de fréquence doit être indiqué en utilisant la valeur appropriée choisie dans le tableau I et suivie de «kHz».

7.2 Pour une résistance multiple dont la valeur nominale de la résistance minimale réalisable est nulle, la valeur de l'inductance résiduelle dans cette condition (voir paragraphe 4.2.2) doit être inscrite.

7.3 Les indications définies aux paragraphes 7.1.1 et 7.1.2 doivent être portées sur une plaque signalétique ou sur le boîtier et doivent suivre l'indication de la classe de précision (en courant continu) (spécifiée dans la Publication 477 de la CEI) sur une même ligne ou sur des lignes successives et dans l'ordre défini ci-dessus.

L'indication spécifiée au paragraphe 7.2 doit être portée sur une plaque signalétique ou sur le boîtier et doit suivre l'indication de la valeur de la résistance résiduelle (spécifiée dans la Publication 477 de la CEI).

7.4 Au lieu de l'inscription «Résistance de laboratoire à courant continu» (voir paragraphe 8.2.1 de la Publication 477 de la CEI), les résistances à courant alternatif doivent être marquées «Résistance de laboratoire à courant continu/alternatif». Cette inscription peut être faite dans toute autre langue.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

7. Markings and symbols

For examples of marking, see Appendix A.

7.1 In addition to the markings required by IEC Publication 477 (except for Sub-clause 7.4), a.c. resistors shall also carry markings to show the time constant index and the frequency index.

7.1.1 The time constant index shall be marked using the appropriate value selected from the set of values given in Sub-clause 4.1.2.

7.1.2 The frequency index shall be marked using the appropriate value selected from Table I and followed by "kHz".

7.2 For a multiple resistor in which the lowest selectable resistance value is nominally zero, the value of residual inductance under this condition (see Sub-clause 4.2.2) shall be marked.

7.3 The markings specified in Sub-clauses 7.1.1 and 7.1.2 shall be given on a nameplate or on the enclosure and shall follow the marking for (d.c.) accuracy class (as specified in IEC Publication 477) on the same line or on successive lines and in the order stated above.

The marking specified in Sub-clause 7.2 shall be given on a nameplate or on the enclosure and shall follow the marking of the value of the residual resistance (as specified in IEC Publication 477).

7.4 Instead of the marking "Laboratory d.c. resistor" (see Sub-clause 8.2.1 of IEC Publication 477), a.c. resistors shall be marked "Laboratory d.c./a.c. resistor". This term may be marked in any other language.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ANNEXE A

EXEMPLES DE MARQUAGE

A1. **Exemple de marquage d'une résistance simple**

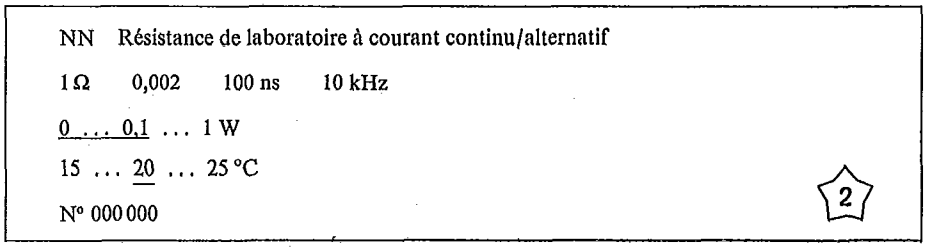

FIG. 1. – Exemple de marquage d'une résistance simple.

Ce marquage indique que l'indice de constante de temps est 100 ns. Cela signifie que la constante de temps mesurée à 1 kHz ne dépasse pas 100 ns. La valeur de la constante de temps ne varie pas notablement dans le domaine nominal d'utilisation en fréquence.

En outre, l'indice de fréquence est 10. Cela indique que la variation de la résistance équivalente en courant alternatif pour les fréquences allant du courant continu à 10 kHz ne dépasse pas 0,002% de la valeur nominale.

Pour les autres inscriptions, voir la Publication 477 de la CEI.

A2. **Exemple de marquage d'une résistance à cinq décades**

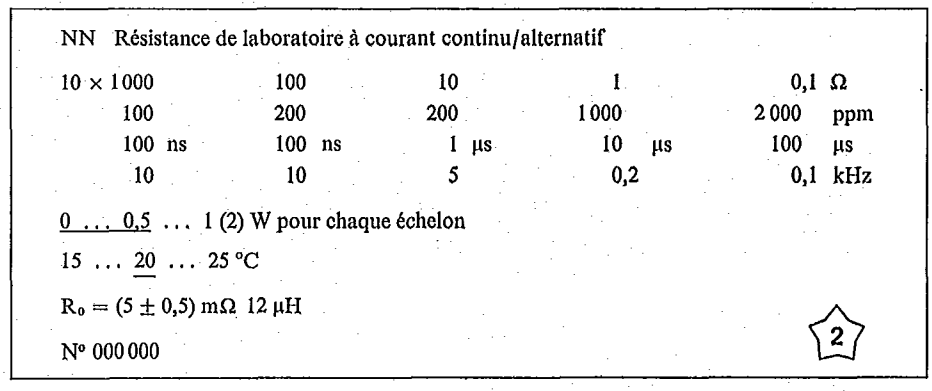

FIG. 2. – Exemple de marquage d'une résistance à cinq décades.

Ce marquage indique que l'inductance résiduelle (tous les commutateurs étant sur la position zéro) est de 12 µH.

Les nombres donnés en ns et µs indiquent que la constante de temps ne dépasse pas 100 µs pour toute fréquence inférieure ou égale à 100 Hz sur la décade de 0,1 Ω, 10 µs à 200 Hz sur la décade de 1 Ω, 1 µs à 5 kHz sur la décade de 10 Ω et 100 ns à 10 kHz sur les autres décades.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

APPENDIX A

EXAMPLES OF MARKINGS

A1. Example of marking for a single resistor

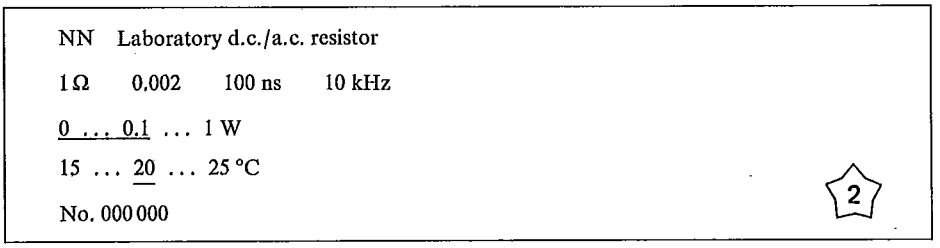

FIG. 1. – Example of marking for a single resistor.

The marking denotes that the time constant index is 100 ns. This indicates that the time constant measured at 1 kHz does not exceed 100 ns. The value of the time constant will not change significantly over the nominal range of use for frequency.

Also, the frequency index is 10. This denotes that the variation of the equivalent a.c. resistance at any frequency between d.c. and 10 kHz will not exceed 0.002% of the nominal value.

For other markings, see IEC Publication 477.

A2. Example of marking for a five-decade resistor

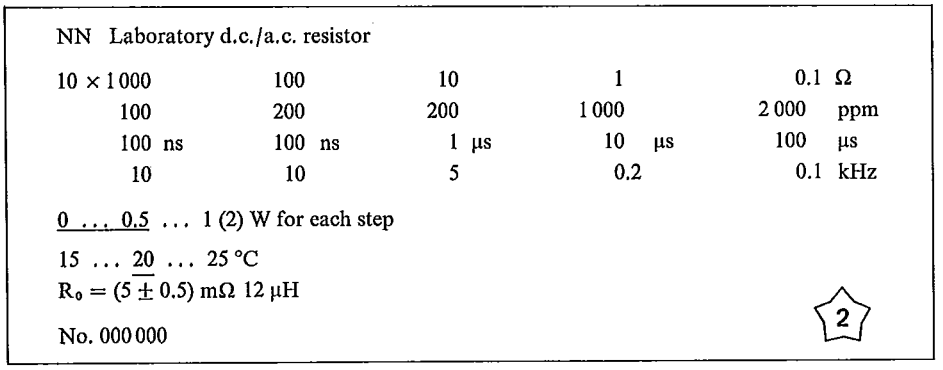

FIG. 2. – Example of marking for a five-decade resistor.

The marking denotes that the residual inductance (with all dials set to zero) is 12 µH.

The numbers given in ns and µs denote that the time constant does not exceed 100 µs at any frequency up to 100 Hz on the 0.1 Ω decade, 10 µs up to 200 Hz on the 1 Ω decade, 1 µs up to 5 kHz on the 10 Ω decade and 100 ns up to 10 kHz on the other decades.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Cependant, comme la constante de temps ne varie pas notablement dans le domaine nominal d'utilisation en fréquence, elle est mesurée à 1 kHz ou à la fréquence correspondant à l'indice de fréquence, si celle-ci est plus faible (voir note du paragraphe 4.1.2).

Les nombres précédant le symbole «kHz» sont les indices de fréquence. Ces indices indiquent que la variation de la résistance équivalente en courant alternatif de chaque décade ne dépasse pas, pour toute fréquence inférieure ou égale à la limite supérieure du domaine nominal d'utilisation en fréquence (désignée par l'indice de fréquence approprié), l'erreur correspondant à l'indice de classe de résistance en courant continu respectif.

La signification de ces deux indications «ns (μs)» et «kHz» s'étend également à toute combinaison obtenue en utilisant la décade correspondante conjointement avec une ou plusieurs décades de rang inférieur.

Pour les autres inscriptions, voir la Publication 477 de la CEI.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

However, as the time constant does not change significantly over the nominal range of use for frequency, it is measured at 1 kHz or at the frequency corresponding to the frequency index when this is lower (see note to Sub-clause 4.1.2).

The numbers preceding the symbol "kHz" are the frequency indices. These denote that the variation of the equivalent a.c. resistance of each decade at any frequency between d.c. and the corresponding upper limit of the nominal range of use for frequency (designated by the appropriate frequency index) will not exceed the error corresponding to the relevant d.c. resistance class index.

The numbers preceding "ns (μs)" and "kHz" for any decade imply that the performance indicated will be obtained no matter which decades inferior in value are also in use.

For other markings, see IEC Publication 477.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ANNEXE B

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSISTANCES DE LABORATOIRE À COURANT ALTERNATIF

La présente norme sur les résistances à courant alternatif a été préparée pour être utilisée conjointement avec la Publication 477 de la CEI et s'applique aux résistances destinées à être utilisées en courant alternatif aussi bien qu'en courant continu.

Les résistances à courant alternatif, outre le fait qu'elles couvrent une plage importante de valeurs, par exemple d'une dizaine de milliohms à un mégohm, sont conçues pour des plages de fréquences largement différentes; les unes peuvent être utilisées seulement à 50 Hz ou 60 Hz, tandis que d'autres sont susceptibles d'être utilisées comme résistances de laboratoire aux fréquences radioélectriques les plus basses. Une limite supérieure de 100 kHz a été fixée pour la présente norme. Les prescriptions pour ces applications variées ont été incorporées dans la présente norme.

Les propriétés d'une résistance en courant alternatif sont essentiellement d'une nature subtile et complexe, mais cette norme reste simple. La caractéristique la plus descriptive à employer pour qualifier une résistance à courant alternatif est la fréquence jusqu'à laquelle elle fonctionne en résistance entre des tolérances spécifiées sur la valeur de la résistance et celle du déphasage. En utilisant la fréquence comme paramètre fondamental de classement des résistances à courant alternatif, il est devenu possible de préparer une norme simple dans un large domaine.

Bien que le déphasage soit la grandeur importante pour l'utilisation d'une résistance, il est plus commode de spécifier la constante de temps, puisque celle-ci ne dépend pas, ou très peu, de la fréquence.

Selon leurs valeurs, on peut diviser les résistances à courant alternatif en trois catégories données ci-après. Cependant, on n'a pas jugé nécessaire d'introduire ces divisions dans cette norme, mais seulement de spécifier les caractéristiques et les conditions nécessaires et suffisantes.

Catégorie A

Valeurs faibles, par exemple inférieures à environ 100 Ω. Les effets inductifs et les courants de Foucault sont prédominants.

Catégorie B

Valeurs intermédiaires entre les catégories A et C. Les effets signalés dans la catégorie A aussi bien que dans la catégorie C sont probablement significatifs.

Catégorie C

Valeurs élevées, par exemple supérieures à 1000 Ω. Les effets capacitifs sont habituellement prédominants.

Les résistances de la catégorie A peuvent avoir une ou deux paires de bornes. Deux paires de bornes sont nécessaires si l'on recherche l'incertitude la plus faible sur l'inductance aussi bien que sur la résistance.

Les résistances de la catégorie B peuvent être facilement conçues de façon que l'incertitude sur l'inductance provenant de la connexion des sorties soit négligeable. De même, l'effet dû à l'incertitude sur la capacité peut être rendu négligeable.

Les résistances de la catégorie C, aussi bien que les résistances de valeurs élevées de la catégorie B, doivent être munies d'un écran quand une grande précision de la constante de temps est exigée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

APPENDIX B

GENERAL CONSIDERATIONS REGARDING LABORATORY A.C. RESISTORS

This present standard on a.c. resistors has been prepared as an extension of IEC Publication 477, applying to resistors intended to be used with alternating as well as with direct current.

A.C. resistors, in addition to covering a wide range of values, for example from tens of milliohms to a megohm, are designed for frequencies differing widely in range; some may be used only at 50 Hz or 60 Hz, while others are capable of use as laboratory resistors at the lower radio frequencies. For the purpose of this standard, an upper limit of 100 kHz has been set. The requirements for these varied applications have been incorporated in this standard.

The a.c. properties of a resistor are inherently of a subtle and complex nature but in spite of this the standard is straightforward. The most informative characteristic to use as the criterion for assessing an a.c. resistor is the frequency up to which it will operate as a resistor within some specified tolerances on resistance and phase-angle. By using frequency as the basic parameter for classifying a.c. resistors, it has been possible to prepare a standard that is wide-ranging and simple.

Although the phase-angle is the quantity that is important in the use of a resistor, it is more convenient and appropriate to specify the time constant as this is not dependent, or is only slightly dependent, on frequency.

Resistors for a.c. applications may be divided into three categories according to their values, as given below. However, in this standard it has not been found necessary to make these divisions, but merely to specify those features and conditions that are necessary and sufficient.

Category A

Low values below, say, about 100 Ω. The effects of inductance and eddy currents predominate.

Category B

Intermediate values, between Categories A and C. The effects in both Categories A and C are likely to be significant.

Category C

High values above, say, 1 000 Ω. The effects of capacitance usually predominate.

Resistors in Category A may have either one pair or two pairs of terminals. The latter are necessary if the least uncertainty of inductance as well as of resistance is to be realized.

Category B resistors can readily be designed so that the uncertainty in inductance arising from the connection of the leads is negligible. Likewise, the effect of the capacitance uncertainty can be made negligible.

Resistors in Category C, as well as the high value resistors of Category B, must be screened when high accuracy of time constant is required.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Pour la plus grande précision au-dessus de 1 kΩ environ, un écran électrique indépendant de l'élément résistif est nécessaire, et ces résistances ne peuvent être utilisées que dans des circuits compatibles avec des dispositifs à trois bornes.

Pour toute résistance satisfaisant à la présente norme, le degré d'importance des paramètres est, en courant alternatif, lié à son indice de constante de temps et à son indice de fréquence.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

For the highest accuracy above about 1 kΩ an electric screen that is independent of the resistive element is necessary, and the resistors can be used only in circuits which are compatible with three-terminal devices.

For each resistor satisfying this standard, the degree to which the a.c. parameters are significant will be related to its time constant index and to its frequency index.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ANNEXE C

CIRCUITS ÉQUIVALENTS D'UNE RÉSISTANCE EN COURANT ALTERNATIF

C1. Bien qu'il soit souvent inutile ou même impossible d'obtenir le circuit équivalent exact d'une résistance en courant alternatif, il est toujours possible d'utiliser des circuits formés seulement d'éléments localisés résistifs, capacitifs et inductifs pour donner une représentation convenable de cette résistance. On peut aussi utiliser une représentation graphique de ses composantes réelles et imaginaires en fonction de la fréquence. Dans la présente norme, on utilise, pour les propriétés en courant alternatif, une représentation simple, qui n'est pas aussi complète que celles que peuvent donner d'autres méthodes.

C2. A une fréquence donnée, une résistance peut être représentée soit par une inductance en série avec une résistance, c'est la représentation série, soit par une capacité en parallèle avec une résistance, c'est la représentation parallèle.

Ces deux cas peuvent être traités au moyen des relations suivantes:

a) $\dfrac{U}{I} = R_s + j\omega L_s$, et

b) $\dfrac{I}{U} = \dfrac{1}{R_p} + j\omega C_p$

où:

U = tension existant entre les bornes du dispositif quand elle est traversée par un courant I
R_s = résistance série équivalente
R_p = résistance parallèle équivalente
L_s = inductance série équivalente
C_p = capacité parallèle équivalente

A une fréquence donnée, on peut utiliser soit la représentation série soit la représentation parallèle pour décrire les propriétés de la résistance et simuler l'effet de la fréquence. Pour une résistance donnée, la représentation qui a une composante réactive positive fournit, dans presque tous les cas, un modèle qui est précis à la fréquence considérée et qui donne une bonne approximation dans toute la plage de fréquences utilisable. Sauf dans des cas rares, l'autre représentation n'est pas réalisable physiquement et fournit des modèles de circuits valables seulement à la fréquence considérée. Cette représentation a un élément réactif négatif, soit l'inductance (modèle série), soit la capacité (modèle parallèle). Dans ces derniers modèles, la valeur de C_p ou L_s varie fortement avec la fréquence. En général, le modèle série représente avec la plus grande précision une résistance de faible valeur et le modèle parallèle une résistance de haute valeur.

C3. On caractérise aussi couramment la résistance en courant alternatif d'une troisième manière. On spécifie les caractéristiques R et τ, c'est-à-dire une résistance et une constante de temps, mais cette représentation ne fournit pas un modèle de circuit aussi simple que ceux donnés aux points *a)* et *b)* de l'article C2 ci-dessus. Les valeurs de R et τ ne varient pas notablement dans toute la plage de fréquences où la résistance est utilisable.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

APPENDIX C

EQUIVALENT CIRCUITS OF AN A.C. RESISTOR

C1. Although the exact equivalent circuit of an a.c. resistor may not be useful or even obtainable, circuits formed only of lumped resistive, capacitive and inductive elements can always be used to give an appropriate representation of the resistor. Alternatively, a graph of the real and imaginary components of the resistor as a function of frequency may be used to express the a.c. characteristics. For the purpose of this standard, a simple characterization of the a.c. properties is employed which is not as complete as is possible by other methods.

C2. At a specified frequency, any resistor can be characterized either as an inductance in series with a resistance (the series representation), or as a capacitance in parallel with a resistance (the parallel representation).

These two cases may be expressed by:

a) $\dfrac{U}{I} = R_s + j\omega L_s$, and

b) $\dfrac{I}{U} = \dfrac{1}{R_p} + j\omega C_p$

where:

U = voltage appearing across the device when a current I flows through it
R_s = equivalent series resistance
R_p = equivalent parallel resistance
L_s = equivalent series inductance
C_p = equivalent parallel capacitance

At any particular frequency, either the series or the parallel representation may be used to describe the properties of the resistor and to simulate the effect of that frequency. For any particular resistor, the representation which has a positive reactive component will, in nearly all cases, yield a model which is accurate at the stated frequency and which is a good approximation over the usable frequency range. Except in rare cases, the other representation is not physically realizable and provides a circuit model valid only at the stated frequency, having a negative reactive element, either the inductance (series model) or the capacitance (parallel model). In these latter models, the value of C_p or L_s has a large variation with frequency. Usually, the series model most accurately represents a low value resistor and the parallel model a high value resistor.

C3. A third characterization of the a.c. resistor is also in common use. This specifies the a.c. resistor characteristics as R and τ, a resistance and a time constant, but does not yield a simple circuit model as given by Items *a)* and *b)* of Clause C2 above. The values of R and τ are not significantly affected by frequency throughout the frequency range by which the resistor is usable.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Comme les trois manières indiquées ici pour caractériser la résistance sont équivalentes à la fréquence donnée (voir article C2), leurs expressions ne sont pas indépendantes; elles sont reliées de la manière suivante:

c) $R_p = R_s(1+\omega^2\tau^2) \approx R$, et

d) $\frac{L_s}{R_s} = \tau$, ou

e) $R_p C_p = \tau$.

Comme, pour une résistance donnée et à une fréquence donnée, les valeurs de L_s et C_p ont des signes opposés, les valeurs de la constante de temps τ calculées d'après les points *d)* et *e)* ont aussi des signes opposés, mais la même grandeur. Parmi ces valeurs, on choisit celle qui a un signe positif. Une constante de temps a un sens défini en analyse des phénomènes transitoires, en conséquence de quoi une constante de temps ne peut avoir une valeur négative avec des composants passifs réalisables physiquement.

Lorsqu'il est nécessaire de connecter deux ou plusieurs résistances pour constituer un réseau, le comportement de ce dernier est compliqué et on doit avoir recours à la théorie des réseaux pour déterminer d'une manière approchée sa constante de temps.

C4. L'impédance Z est donnée par la formule:

$$Z = R_s + j\omega L_s$$

et son module est:

$$|Z| = R_s\sqrt{1+\omega^2\tau^2} = \frac{R_p}{\sqrt{1+\omega^2\tau^2}}$$

pour les modèles série et parallèle, respectivement.

C5. L'admittance Y est donnée par la formule:

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{R_p} + j\omega C_p$$

et son module est:

$$|Y| = \frac{\sqrt{1+\omega^2\tau^2}}{R_p} = \frac{1}{R_s\sqrt{1+\omega^2\tau^2}}$$

C6. Lorsqu'une résistance est munie de bornes de courant et de bornes de potentiel séparées, les équations données à l'article C2 sont encore valables, U étant la différence de potentiel entre les bornes de potentiel due à un courant I circulant entre les bornes de courant.

C7. Lorsqu'une résistance est munie d'un écran électrique relié à une borne séparée (borne de garde, voir point *c)* du paragraphe 1.3.2), elle peut être représentée, à une fréquence donnée, par un réseau en triangle équivalent, composé de trois impédances (ou trois admittances) reliant les bornes principales entre elles et chacune de ces bornes à la borne de garde. Les caractéristiques en courant alternatif désirées pour la résistance sont celles de l'impédance (ou de l'admittance) qui est disposée entre les deux bornes principales de la résistance. Cet élément représente les caractéristiques de la résistance quand les effets des deux impédances (ou admittances) reliées à la borne de garde sont éliminés.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Since the three characterizations given here are equivalent at the specified frequency (see Clause C2), the formulae which define them are not independent; they are related as follows:

c) $R_p = R_s(1 + \omega^2\tau^2) \approx R$, and

d) $\frac{L_s}{R_s} = \tau$, or

e) $R_pC_p = \tau$.

Because, for a given resistor, at the specified frequency, the values of L_s and C_p will have opposite signs, the values of the time constant (τ) calculated from Items *d)* and *e)* will appear to have opposite signs but equal magnitudes. From such a pair of results, the positive sign is chosen. Time constant has a defined meaning in transient analysis in accordance with which a time constant cannot have a negative value for physically realizable passive components.

When it is necessary to connect two or more resistors in a network, the resultant behaviour is complicated and recourse must be had to network theory to determine the approximate resultant time constant.

C4. The impedance Z is:

$$Z = R_s + j\omega L_s$$

and its modulus is:

$$|Z| = R_s\sqrt{1 + \omega^2\tau^2} = \frac{R_p}{\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}}$$

for the respective series and parallel cases.

C5. The admittance Y is:

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{R_p} + j\omega C_p$$

and its modulus is:

$$|Y| = \frac{\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}}{R_p} = \frac{1}{R_s\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}}$$

C6. When a resistor is provided with separate current and potential terminals, the equations given in Clause C2 are here also applicable, U being the potential difference between the potential terminals due to a current I flowing between the current terminals.

C7. When a resistor is provided with an electric screen connected to a separate terminal (guard terminal, see Item *c)* of Sub-clause 1.3.2), it can be represented, at a given frequency, by an equivalent delta network consisting of three impedances (or three admittances), one connected between the pair of main terminals and one between each main terminal and the guard terminal. The desired a.c. characteristics of the resistor are those of the impedance (or admittance) which is connected between the two main terminals. This represents the characteristics of the resistor when the effects of the impedances (or admittances) connected to the guard terminal are eliminated.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes N° 13

51 (1973)	Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires.
145 (1963)	Compteurs d'énergie réactive (varheuremètres).
211 (1966)	Indicateurs de maximum, classe 1,0.
217 (1967)	Voltmètres électroniques[1]. Modification N° 1 (1970).
258 (1968)	Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires. Modification N° 1 (1976).
278 (1968)	Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques[1].
338 (1970)	Télécomptage pour consommation et puissance moyenne.
348 (1978)	Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques[1].
387 (1972)	Symboles pour compteurs à courant alternatif.
414 (1973)	Règles de sécurité pour les appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs et leurs accessoires.
428 (1973)	Piles étalons.
443 (1974)	Alimentations stabilisées à usage de mesure[1].
473 (1974)	Dimensions pour appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs de tableau. Modification N° 1 (1979).
477 (1974)	Résistances de laboratoire à courant continu.
484 (1974)	Appareils de mesure électriques à action indirecte.
514 (1975)	Contrôle de réception des compteurs à courant alternatif de la classe 2.
521 (1976)	Compteurs d'énergie active à courant alternatif des classes 0,5, 1 et 2.
523 (1975)	Potentiomètres à courant continu.
524 (1975)	Diviseurs de tension à résistances en courant continu à rapports fixes.
564 (1977)	Ponts à courant continu pour mesure de résistance.
618 (1978)	Diviseurs de tension inductifs.

[1] Le domaine de l'équipement électronique de mesure est désormais traité par le CE 66.

Other IEC publications prepared by Technical Committee No. 13

51 (1973)	Recommendations for direct acting indicating electrical measuring instruments and their accessories.
145 (1963)	Var-hour (reactive energy) meters.
211 (1966)	Maximum demand indicators. Class 1.0.
217 (1967)	Electronic voltmeters.[1] Amendment No. 1 (1970).
258 (1968)	Direct acting recording electrical measuring instruments and their accessories. Amendment No. 1 (1976).
278 (1968)	Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus.[1]
338 (1970)	Telemetering for consumption and demand.
348 (1978)	Safety requirements for electronic measuring apparatus.[1]
387 (1972)	Symbols for alternating-current electricity meters.
414 (1973)	Safety requirements for indicating and recording electrical measuring instruments and their accessories.
428 (1973)	Standard cells.
443 (1974)	Stabilized supply apparatus for measurement.[1]
473 (1974)	Dimensions for panel-mounted indicating and recording electrical measuring instruments. Amendment No. 1 (1979).
477 (1974)	Laboratory d.c. resistors.
484 (1974)	Indirect acting electrical measuring instruments.
514 (1975)	Acceptance inspection of Class 2 alternating-current watthour meters.
521 (1976)	Class 0.5, 1 and 2 alternating-current watthour meters.
523 (1975)	Direct-current potentiometers.
524 (1975)	Direct-current resistive volt ratio boxes.
564 (1977)	D.C. bridges for measuring resistance.
618 (1978)	Inductive voltage dividers.

[1] Electronic measuring equipment is now taken care of by TC 66.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale