

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60477

Première édition
First edition
1974-01

Résistances de laboratoire à courant continu

Laboratory d.c. resistors



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60477: 1974

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60477

Première édition
First edition
1974-01

Résistances de laboratoire à courant continu

Laboratory d.c. resistors

© IEC 1974 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
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

N

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Terminologie	6
2.1 Termes généraux	6
2.2 Valeurs caractéristiques	8
2.3 Grandeurs d'influence, conditions de référence et domaine nominal d'utilisation	8
2.4 Erreurs et variations	10
2.5 Précision, classe de précision, indice de classe	10
3. Classification	10
4. Limites de l'erreur intrinsèque	12
5. Conditions pour la détermination des erreurs intrinsèques	14
6. Variations admissibles	14
6.1 Limites de variation	14
6.2 Conditions pour la détermination des variations	16
6.3 Influence de l'échauffement propre (puissance dissipée)	16
6.4 Influence de la position	18
7. Autres prescriptions électriques et mécaniques	18
7.1 Epreuve de rigidité diélectrique et autres règles de sécurité	18
7.2 Résistance d'isolement	18
7.3 Conditions de transport, de stockage et d'utilisation	18
7.4 Point de connexion	18
7.5 Dispositions particulières pour faciliter la mesure de la température	18
8. Inscriptions et symboles	20

ANNEXE

A1 — Effet thermo-électrique	26
A2 — Domaine de référence et domaine nominal d'utilisation	26
A3 — Exemple de marquage d'une résistance simple	28
A4 — Exemple de marquage d'une résistance à cinq décades	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

Clause

1. Scope	7
2. Definitions	7
2.1 General terms	7
2.2 Characteristic values	9
2.3 Influence quantities, reference conditions, nominal range of use	9
2.4 Errors and variations	11
2.5 Accuracy, accuracy class, class index	11
3. Classification	11
4. Limits of intrinsic error	13
5. Conditions for the determination of intrinsic errors	15
6. Permissible variations	15
6.1 Limits of variation	15
6.2 Conditions for the determination of the variations	17
6.3 Influence of self-heating (power dissipation)	17
6.4 Influence of position	19
7. Further electrical and mechanical requirements	19
7.1 Voltage tests and other safety requirements	19
7.2 Insulation resistance	19
7.3 Conditions of transport, storage and use	19
7.4 Point of connection	19
7.5 Provision of temperature measuring facilities	19
8. Markings and symbols	21

APPENDIX

A1 — Thermoelectric effects	27
A2 — Reference range and nominal range of use	27
A3 — Example of marking for a single resistor	29
A4 — Example of marking for a five-decade resistor	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÉSISTANCES DE LABORATOIRE À COURANT CONTINU

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 recommandation a été établie par le Sous-Comité 13B: Appareils de mesure indicateurs, du Comité d'Etudes N° 13 de la CEI: Appareils de mesure.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Budapest en 1970 et à Stresa en 1971. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif, document 13B(Bureau Central)38, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1972.

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

Afrique du Sud	Finlande
(République d')	France
Allemagne	Hongrie
Argentine	Israël
Australie	Japon
Autriche	Portugal
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Turquie
Egypte	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LABORATORY D.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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 13B, Indicating Instruments, of IEC Technical Committee No. 13, Measuring Instruments.

Drafts were discussed at the meetings held in Budapest in 1970 and in Stresa in 1971. As a result of this latter meeting, a final draft, document 13B(Central Office)38, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Hungary
Australia	Israel
Austria	Japan
Belgium	Portugal
Canada	South Africa
Denmark	(Republic of)
Egypt	Sweden
Finland	Turkey
France	United Kingdom
Germany	Yugoslavia

RÉSISTANCES DE LABORATOIRE À COURANT CONTINU

1. Domaine d'application

1.1 La présente recommandation s'applique aux résistances de laboratoire destinées à être utilisées en courant continu (désignées par la suite par « résistances »), comprenant des résistances, simples ou multiples, des classes de précision 0,0005 ... 0,2 (5 ppM ... 2 000 ppM) et des résistances à décades de précision 0,0005 ... 5 (5 ppM ... 50 000 ppM).

1.2 La présente recommandation n'est pas applicable aux :

- résistances destinées à être utilisées seulement comme composants, branchées de façon permanente dans des circuits,
- résistances utilisées en courant alternatif ou en courant impulsionnel,
- résistances additionnelles et shunts qui sont considérés comme accessoires des appareils de mesure électriques par les publications correspondantes de la CEI.

Note. — A titre d'exemple :

Publication 51 : Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires.

Publication 258 : Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires.

2. Terminologie

2.1 Termes généraux

2.1.1 Point de connexion

Borne unique pour le courant et la tension, ou paire de bornes distinctes, l'une pour le courant, l'autre pour la tension.

2.1.2 Résistance simple

Élément qui fournit une valeur de résistance définie entre des points de connexion déterminés.

2.1.3 Résistance multiple

Ensemble comprenant plusieurs résistances accessibles soit individuellement, soit par combinaison entre elles et qui fournit des valeurs de résistances définies entre des points de connexion déterminés.

2.1.4 Résistance étalon

Résistance simple ou multiple destinée à servir de référence de mesure.

2.1.5 Résistance à décade

Résistance multiple qui permet généralement d'obtenir, à l'aide d'un dispositif de commutation, une combinaison de valeurs de résistances croissant par échelon constant; chaque échelon correspondant à une valeur décimale de résistance (par exemple : 0,1 Ω ou 1 Ω ou 10 Ω ...).

Note. — Généralement une résistance à décade permet le choix entre 10, 11 ou 12 valeurs de résistance (y compris la valeur zéro).

2.1.6 Résistance à décades multiples

Résistance multiple, comprenant plusieurs résistances à décade généralement montées en série.

2.1.7 Ecran de protection contre les courants de fuite

Ecran conducteur destiné à conduire les courants de fuite à la terre ou à un point déterminé afin que ces courants ne traversent pas la résistance ou d'autres éléments du circuit de mesure.

2.1.8 Ecran électrostatique

Enveloppe constituée par une feuille de métal, un grillage métallique à mailles serrées ou un revêtement conducteur destiné à protéger l'espace enclos contre les effets électrostatiques d'origine extérieure.

LABORATORY D.C. RESISTORS

1. Scope

1.1 This recommendation applies to resistors intended for use as laboratory d.c. resistors (hereinafter referred to as “resistors”) comprising single or multiple resistors of accuracy Classes 0.0005 ... 0.2 (5 ppM ... 2000 ppM) and single or multi-decade resistors of accuracy Classes 0.0005 ... 5 (5 ppM ... 50 000 ppM).

1.2 This recommendation does not apply to:

- resistors which are intended for use solely as permanent mounted circuit components,
- resistors used on alternating current or on pulsed currents,
- series resistors and shunts which are considered as accessories of electrical measuring instruments in the relevant IEC publications.

Note. — Examples are the following publications:

Publication 51: Recommendations for Direct Acting Indicating Electrical Measuring Instruments and Their Accessories.

Publication 258: Direct Recording Electrical Measuring Instruments and Their Accessories.

2. Definitions

2.1 General terms

2.1.1 Point of connection

A single terminal for both current and potential or a pair of terminals, one each for current and for potential.

2.1.2 Single resistor

A device which provides a single definite resistance value between certain points of connection.

2.1.3 Multiple resistor

An assembly comprising a number of resistors which are accessible either singly or in combination and which provides definite resistance values between certain points of connection.

2.1.4 Measurement standard resistor

A single or multiple resistor intended for reference measurement purposes.

2.1.5 Resistance decade

A multiple resistor which, by means of a switching device, generally allows the selection of a combination of resistance values rising in equal steps, each step corresponding to an increment of a decadic resistance value (e.g. 0.1 Ω or 1 Ω or 10 Ω ...).

Note. — A resistance decade generally allows a selection of 10, 11 or 12 resistance values (including zero).

2.1.6 Multi-decade resistor

A multiple resistor comprising a number of resistance decades which are generally connected in series.

2.1.7 Leakage current screen

A path which conducts leakage currents to earth or to a fixed point so that they do not pass through the resistor or other parts of the measuring circuit.

2.1.8 Electrostatic screen

A covering in the form of metal foil, fine mesh wire netting or conductive coating intended to protect the enclosed space from external electrostatic effects.

2.2 Valeurs caractéristiques

2.2.1 Valeur nominale

Valeur servant à désigner une résistance simple ou une combinaison donnée d'une résistance multiple.

2.2.2 Valeur conventionnellement vraie

Valeur obtenue dans des conditions d'essai spécifiées et à un moment précisé. Pour une résistance multiple munie d'un dispositif de commutation comportant une position zéro, la valeur conventionnellement vraie pour une position donnée des commutateurs est la valeur obtenue pour cette position moins la résistance résiduelle conventionnellement vraie (voir paragraphe 2.2.5.2).

Note. — Etant donné que la valeur vraie ne peut pas être déterminée par une mesure, une valeur rapportée à des étalons nationaux ou à des étalons choisis d'un commun accord par le fabricant et l'utilisateur et dont l'incertitude est précisée, est utilisée à la place de la valeur vraie. Cette valeur, désignée comme valeur conventionnellement vraie, peut être déterminée en appliquant, s'il y a lieu, de faibles corrections compte tenu des variations connues, dues aux grandeurs d'influence.

2.2.3 Valeur certifiée

Valeur conventionnellement vraie, avec indication de son incertitude de mesurage, à la date à laquelle elle est consignée dans un document joint.

2.2.4 Valeur conventionnelle

Valeur à laquelle sont rapportées les erreurs d'une résistance pour définir sa précision. La valeur conventionnelle correspond à :

- la valeur affichée pour une résistance à décade,
- la valeur certifiée pour une résistance simple ou une résistance multiple des classes 0,0005 ... 0,01 (5 ppM ... 100 ppM),
- la valeur nominale pour une résistance simple ou une résistance multiple des classes de précision 0,02 ... 5 (200 ppM ... 50 000 ppM).

2.2.5 Résistance résiduelle

Valeur de la résistance mesurée entre les points de connexion d'une résistance multiple ayant un dispositif de commutateur à position de zéro lorsque tous les organes de commutation sont mis sur la position zéro.

2.2.5.1 Résistance résiduelle nominale

Valeur arrondie qui indique la résistance résiduelle.

2.2.5.2 Résistance résiduelle conventionnellement vraie

Valeur de la résistance résiduelle mesurée dans des conditions spécifiées et à un moment précisé.

2.3 Grandeurs d'influence, conditions de référence et domaine nominal d'utilisation

2.3.1 Grandeur d'influence

Grandeur susceptible de provoquer une variation indésirable de la valeur d'une résistance.

Note. — Généralement, il s'agit des grandeurs telles que la température ambiante, l'humidité, la position et la puissance dissipée. Ces grandeurs ont des domaines de référence et des domaines nominaux d'utilisation qui sont donnés dans les tableaux respectifs.

2.3.2 Valeurs limites d'une grandeur d'influence

Valeurs extrêmes que peut prendre une grandeur d'influence sans que la résistance soit endommagée ou subisse une altération permanente telle qu'elle ne puisse plus satisfaire aux prescriptions de sa classe de précision, par exemple, la puissance dissipée maximale admissible (voir paragraphe 6.3.2).

2.3.3 Conditions de référence

Conditions spécifiées dans lesquelles la résistance satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs intrinsèques. Pour chacune des grandeurs d'influence, ces conditions peuvent être définies, soit par une valeur de référence, soit par un domaine de référence.

2.3.3.1 Valeur de référence

Valeur unique d'une grandeur d'influence pour laquelle (avec les tolérances indiquées à l'article 5), la résistance satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs intrinsèques.

2.2 Characteristic values

2.2.1 Nominal value

A value which designates a single resistor or a selected combination of a multiple resistor.

2.2.2 Actual value

A value obtained under specified test conditions and at a specified time. For a multiple resistor with switching devices having a zero position, the actual value for a given setting is the value obtained for that setting minus the actual residual resistance (see Sub-clause 2.2.5.2).

Note. — Since the true value cannot be determined by measurement, a value traceable to national measurement standards, or a measurement standard agreed upon by manufacturer and user, and having a stated uncertainty, is used in place of the true value. This value, known as the actual value, may be found by applying small corrections according to the known variations with influence quantities, if necessary.

2.2.3 Certified value

The actual value, with its associated uncertainty, at the date when it is reported in the accompanying document.

2.2.4 Fiducial value

A value to which the errors of a resistor are referred in order to specify its accuracy. The fiducial value corresponds to:

- the selected value for a resistance decade,
- the certified value for a single or a multiple resistor of Classes 0.0005 ... 0.01 (5 ppM ... 100 ppM),
- the nominal value for a single or a multiple resistor of Classes 0.02 ... 5 (200 ppM ... 50 000 ppM).

2.2.5 Residual resistance

The resistance value between the points of connection of a multiple resistor having switching devices with a zero position, when all switching elements are set to the zero position.

2.2.5.1 Nominal residual resistance

A rounded off value which designates the value of the residual resistance.

2.2.5.2 Actual residual resistance

A value of residual resistance obtained under specified conditions and at a specified time.

2.3 Influence quantities, reference conditions, nominal range of use

2.3.1 Influence quantity

A quantity which is liable to cause unwanted variation in the value of a resistor.

Note. — Generally, it covers such quantities as ambient temperature and humidity, position and power dissipation. These quantities will have reference ranges and nominal ranges of use, which are given in the appropriate tables.

2.3.2 Limiting values of an influence quantity

Extreme values which an influence quantity may assume without the resistor being damaged or permanently altered in such a way that it no longer satisfies the requirements of its accuracy class, e.g. the limiting power dissipation (see Sub-clause 6.3.2).

2.3.3 Reference conditions

The specified conditions under which the resistor meets the requirements concerning intrinsic errors. For each influence quantity, these conditions may be either a fixed value or a range of values.

2.3.3.1 Reference value

A single value of an influence quantity at which (within the tolerance stated in Clause 5) the resistor complies with the requirements concerning intrinsic errors.

2.3.3.2 *Domaine de référence*

Plage des valeurs d'une grandeur d'influence à l'intérieur de laquelle la résistance satisfait aux prescriptions relatives aux erreurs intrinsèques.

2.3.4 *Domaine nominal d'utilisation*

Plage des valeurs qu'une grandeur d'influence peut prendre sans provoquer une variation dépassant les limites spécifiées à l'article 6.

2.4 *Erreurs et variations*

2.4.1 *Erreur*

Valeur de l'écart entre la valeur conventionnellement vraie et la valeur conventionnelle. Elle est exprimée en pourcentage ou en parties par million de la valeur conventionnelle.

Note. — Il est recommandé d'appliquer, par convention, la relation suivante:

$$\text{erreur} = \text{valeur conventionnellement vraie} - \text{valeur conventionnelle}.$$

2.4.2 *Erreur intrinsèque*

Erreur déterminée dans les conditions de référence.

2.4.3 *Variation*

Ecart exprimé en pourcentage ou en parties par million de la valeur conventionnelle, entre les valeurs conventionnellement vraies, déterminées lorsqu'une grandeur d'influence prend successivement deux valeurs spécifiées, toutes les autres grandeurs d'influence restant dans leurs conditions de référence.

2.5 *Précision, classe de précision, indice de classe*

2.5.1 *Précision*

La précision d'une résistance est définie par les limites de l'erreur intrinsèque et les limites des variations dues aux grandeurs d'influence.

2.5.2 *Classe de précision*

Classe de résistances dont la précision de chacune peut être définie par le même nombre lorsqu'elles satisfont à toutes les prescriptions de la présente recommandation.

2.5.3 *Indice de classe*

Nombre qui définit la classe de précision.

3. *Classification*

3.1 Les résistances qui satisfont aux prescriptions de la présente recommandation sont classées suivant leur classe de précision (comme définie au paragraphe 2.5.2) dans les classes définies par les indices de classe donnés au tableau I.

Deux façons d'exprimer l'indice de classe d'une résistance sont admises. Toutes deux font référence à la valeur conventionnelle. L'une s'exprime en pourcentage de la valeur conventionnelle, l'autre en parties par million (ppM) de cette valeur.

L'indice de classe d'une résistance peut être donné en utilisant l'une ou l'autre expression ou les deux à la fois.

TABLEAU I
Indices de classe pour les résistances

Expression en %	0,0005	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
Expression en ppM	5	10	20	50	100	200	500	1 000	2 000

2.3.3.2 *Reference range*

A range of values of an influence quantity within which the resistor complies with the requirements concerning intrinsic errors.

2.3.4 *Nominal range of use*

A range of values which each influence quantity can assume without causing a variation exceeding the limits specified in Clause 6.

2.4 *Errors and variations*

2.4.1 *Error*

The value of the deviation of the actual value from the fiducial value. It is expressed in per cent or in parts per million of the fiducial value.

Note. — It is recommended that the following convention be adopted:
error = actual value — fiducial value.

2.4.2 *Intrinsic error*

An error determined under reference conditions.

2.4.3 *Variation*

The difference between the actual values, expressed in per cent or in parts per million of the fiducial value, determined when an influence quantity assumes successively two specified values, all other influence quantities remaining within their reference conditions.

2.5 *Accuracy, accuracy class, class index*

2.5.1 *Accuracy*

The accuracy of a resistor is defined by the limits of intrinsic error and the limits of variations due to influence quantities.

2.5.2 *Accuracy class*

A class of resistors the accuracy of all of which can be designated by the same number if they comply with all the requirements of this recommendation.

2.5.3 *Class index*

The number which designates the accuracy class.

3. *Classification*

3.1 Resistors satisfying this recommendation are classified according to their accuracy class (as defined in Sub-clause 2.5.2) in the classes designated by the class indices given in Table I.

There are two permissible methods of expressing the class index of a resistor. They are both related to the fiducial value. One is expressed as a percentage of the fiducial value, the other is expressed in parts per million (ppM) of it.

The class index of a resistor can be given using either method or both methods.

TABLE I
Class indices for resistors

Expressed in %	0.0005	0.001	0.002	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2
Expressed in ppM	5	10	20	50	100	200	500	1 000	2 000

3.2 Pour les résistances à décades multiples, chaque décade peut avoir un indice de classe différent (voir exemple dans l'annexe A4). Certaines des décades peuvent également avoir un indice de classe choisi parmi les valeurs du tableau II.

TABLEAU II

Indices de classe pour certaines décades seulement des résistances à décades multiples

Expression en %	0,5	1	2	5
Expression en ppM	5 000	10 000	20 000	50 000

4. Limites de l'erreur intrinsèque

4.1 Les résistances doivent satisfaire aux limites de l'erreur intrinsèque spécifiées pour leur classe de précision respective au tableau III pendant une durée d'une année à compter de la date de la certification fournie lors de la livraison ou d'une autre date (telle que la date de la première certification) fixée, d'un commun accord, par le fabricant et l'utilisateur.

Cette dernière prescription n'est valable que sous réserve que toutes les consignes, données par le fabricant, concernant les conditions d'emploi et de stockage sont appliquées.

Note. — Pour les résistances, la stabilité dans le temps est une caractéristique d'importance primordiale. Ici, elle est spécifiée seulement pour une durée d'un an, mais l'expérience a montré que le taux de la variation due au vieillissement diminue avec le temps.

4.1.1 Pour les résistances des classes 0,0005 ... 0,01 (5 ppM ... 100 ppM), lors de la première certification, l'écart entre la valeur conventionnellement vraie et la valeur nominale ne doit pas être supérieur à $\pm 0,01\%$ (± 100 ppM) de la valeur nominale.

4.1.2 Pour les résistances des classes 0,02 ... 5 (200 ppM ... 50 000 ppM), lors de la première certification, la valeur conventionnellement vraie et la valeur nominale ne doit pas différer de plus d'une quantité correspondant à l'indice de classe.

4.2 Pour une résistance multiple, la valeur conventionnellement vraie s'entend pour chaque résistance désignée, prise soit séparément, soit suivant la combinaison choisie et qui est accessible à la mesure à l'aide des bornes ou autres moyens de connexion.

TABLEAU III

Limites de l'erreur intrinsèque exprimées par rapport à la valeur conventionnelle et limites admissibles pour la première certification

Indice de classe		Limites de l'erreur intrinsèque		Limites admissibles pour la première certification *	
%	ppM	%	ppM	%	ppM
0,0005	5	$\pm 0,0005$	± 5	$\pm 0,01$	± 100
0,001	10	$\pm 0,001$	± 10		
0,002	20	$\pm 0,002$	± 20		
0,005	50	$\pm 0,005$	± 50		
0,01	100	$\pm 0,01$	± 100		
0,02	200	$\pm 0,02$	± 200	$\pm 0,02$	± 200
0,05	500	$\pm 0,05$	± 500	$\pm 0,05$	± 500
0,1	1 000	$\pm 0,1$	$\pm 1 000$	$\pm 0,1$	$\pm 1 000$
0,2	2 000	$\pm 0,2$	$\pm 2 000$	$\pm 0,2$	$\pm 2 000$
0,5	5 000	$\pm 0,5$	$\pm 5 000$	$\pm 0,5$	$\pm 5 000$
1	10 000	± 1	$\pm 10 000$	± 1	$\pm 10 000$
2	20 000	± 2	$\pm 20 000$	± 2	$\pm 20 000$
5	50 000	± 5	$\pm 50 000$	± 5	$\pm 50 000$

* Voir paragraphes 4.1.1 et 4.1.2.

3.2 For multi-decade resistors, each decade may have a different class index (see example in Appendix A4). Some of the decades may have a class index taken from Table II.

TABLE II
Class indices for some resistance decades of multi-decade resistors only

Expressed in %	0.5	1	2	5
Expressed in ppM	5 000	10 000	20 000	50 000

4. Limits of intrinsic error

4.1 Resistors shall comply with the limits of intrinsic error specified for their respective accuracy class in Table III for the duration of one year from the date of certification associated with delivery or another date (such as the date of initial certification) agreed upon by manufacturer and user.

This requirement applies only if the working and storage conditions specified by the manufacturer are complied with.

Note. — For resistors, constancy with regard to time is a characteristic of decisive importance. Here, it is specified only for the duration of one year, but experience has shown that the rate of change due to ageing effects decreases with time.

4.1.1 The difference at initial certification between the actual value and the nominal value for resistors of Classes 0.0005 ... 0.01 (5 ppM ... 100 ppM) shall not exceed $\pm 0.01\%$ (± 100 ppM) of the nominal value.

4.1.2 The actual value at initial certification and the nominal value for resistors of Classes 0.02 ... 5 (200 ppM ... 50 000 ppM) shall not differ by more than an amount corresponding to the class index.

4.2 In a multiple resistor, the actual value relates to each resistor, singly or in combination, the value of which is stated and which is intended for measurement and is directly accessible by terminals or other connection means.

TABLE III
Limits of intrinsic error expressed as a proportion of the fiducial value and limits for initial certification

Class index		Limits of intrinsic error		Limits for initial certification *	
%	ppM	%	ppM	%	ppM
0.0005	5	± 0.0005	± 5	± 0.01	± 100
0.001	10	± 0.001	± 10		
0.002	20	± 0.002	± 20		
0.005	50	± 0.005	± 50		
0.01	100	± 0.01	± 100		
0.02	200	± 0.02	± 200	± 0.02	± 200
0.05	500	± 0.05	± 500	± 0.05	± 500
0.1	1 000	± 0.1	$\pm 1 000$	± 0.1	$\pm 1 000$
0.2	2 000	± 0.2	$\pm 2 000$	± 0.2	$\pm 2 000$
0.5	5 000	± 0.5	$\pm 5 000$	± 0.5	$\pm 5 000$
1	10 000	± 1	$\pm 10 000$	± 1	$\pm 10 000$
2	20 000	± 2	$\pm 20 000$	± 2	$\pm 20 000$
5	50 000	± 5	$\pm 50 000$	± 5	$\pm 50 000$

* See Sub-clauses 4.1.1 and 4.1.2.

4.3 Pour une résistance multiple comportant des commutateurs avec position de zéro, le fabricant doit indiquer la valeur nominale de la résistance résiduelle ainsi que les tolérances, lorsque cette résistance résiduelle est supérieure à 50% de la valeur correspondant à l'indice de classe du plus petit échelon de résistance.

5. Conditions pour la détermination des erreurs intrinsèques

5.1 Les conditions de référence relatives à chaque grandeur d'influence sont indiquées au tableau IV.

TABLEAU IV
Conditions de référence avec les tolérances pour les grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Conditions de référence en l'absence d'autres indications	Tolérances admises pour les essais applicables dans le cas où une valeur de référence est indiquée ¹⁾
Température ambiante (air, bain d'huile, etc.)	20 °C	$\frac{1}{10}$ du domaine nominal d'utilisation, mais ne doit pas être inférieure à $\pm 0,1$ °C ²⁾
Humidité relative	50%	40% ... 60% ³⁾
Puissance dissipée	Doivent être spécifiées dans tous les cas	—
Refroidissement	Aucune	—
Position	Quelconques	—
Connexions extérieures	Quelconques	—
¹⁾ Lorsqu'un domaine de référence est indiqué, aucune tolérance n'est admise. ²⁾ En effet, pour les résistances de classe 0,0005 (5 ppM) par exception, les tolérances sont $\pm 0,1$ °C au lieu de $\frac{1}{10}$ des domaines nominaux d'utilisation (voir tableau V). ³⁾ Il faut prendre grand soin de s'assurer que cette tolérance n'est pas dépassée.		

5.2 Les valeurs de référence sont données dans les conditions de régime établi. Toute modification des conditions d'essais doit être suivie d'une durée suffisante dans les conditions de référence, pour permettre que l'équilibre soit établi avant d'effectuer les mesures.

5.3 La détermination des valeurs de la résistance doit être effectuée avec un courant continu pratiquement constant, lequel doit avoir été appliqué pendant une durée suffisante pour qu'une valeur constante de la résistance ait pu être atteinte, à moins que le fabricant n'ait indiqué une durée (ou un domaine de temps) plus court. Ces prescriptions doivent aussi être appliquées après une interruption ou une inversion de polarité de courant.

Notes 1. — La valeur de la résistance mesurée est celle de la moyenne des valeurs déterminées pour chaque polarité de courant.

2. — La résistance peut varier ou sembler varier avec le temps pour les raisons suivantes:

- a) effets transitoires dus à la réactance inductive ou capacitive;
- b) absorption diélectrique;
- c) tension de polarisation;
- d) effets thermo-électriques Seebeck, Peltier et Thompson (voir annexe A1).

En raison de la complexité de ces phénomènes, il n'est pas indiqué de déterminer la valeur d'une résistance en courant continu par extrapolation des mesures de résistance effectuées en utilisant des courants alternatifs à basses fréquences.

6. Variations admissibles

6.1 Limites de variation

Lorsque la résistance est placée dans les conditions données au tableau V et que l'on fait varier une seule grandeur d'influence conformément aux prescriptions du paragraphe 6.2, la variation exprimée en pourcentage (ou en ppM) de la valeur conventionnelle, ne doit pas être supérieure:

- à une valeur correspondant à l'indice de classe pour les grandeurs d'influence énumérées au tableau V,
- aux limites indiquées aux paragraphes 6.3 et 6.4 pour les autres grandeurs d'influence.

4.3 For a multiple resistor with switching devices each having a zero position, the manufacturer shall state the nominal value of the residual resistance with its tolerances if it is higher than 50% of a value corresponding to the class index of the smallest resistance step.

5. Conditions for the determination of intrinsic errors

5.1 The reference conditions relative to each of the influence quantities are shown in Table IV.

TABLE IV
Reference conditions and tolerances of the influence quantities

Influence quantity	Reference conditions, unless marked	Tolerance permitted for testing purposes applicable for a single reference value ¹⁾
Ambient temperature (atmosphere, oil bath, etc.)	20 °C	$\frac{1}{10}$ of the nominal range of use, but not less than ± 0.1 °C ²⁾
Relative humidity	50%	40% ... 60% ³⁾
Dissipated power	Shall be specified in all cases	—
Cooling	None	—
Position	Any	—
External connections	Any	—
¹⁾ For a reference range, no tolerance is allowed. ²⁾ For resistors of Class 0.0005 (5 ppM), as an exception the tolerance is ± 0.1 °C and not $\frac{1}{10}$ of the nominal ranges of use (see Table V). ³⁾ Considerable care may have to be taken in order to ensure that this permitted tolerance is not exceeded.		

5.2 The reference values are for stable conditions. Any change in conditions shall be followed by a sufficient time under reference conditions to allow equilibrium to be established before measurements are made.

5.3 The measurement of resistance values shall be made with a substantially constant value of direct current which shall have been applied for a time that is sufficient for a constant resistance value to have been attained unless a shorter time or range of time is specified by the manufacturer. These requirements shall also apply to current that is interrupted or reversed.

Notes 1. — The value of resistance is taken as the average (mean) of the values determined using the two directions of the current.

2. — Resistance may vary or appear to vary with time because of:

- a) transient effects due to reactance either inductive or capacitive;
- b) dielectric absorption;
- c) polarization voltage;
- d) thermo-electric Seebeck, Peltier and Thompson effects (see Appendix A1).

Due to the complexity of these causes of change, it is not generally reliable to obtain a direct current value of resistance by extrapolation from measurements of resistance using alternating current over a range of low frequencies.

6. Permissible variations

6.1 Limits of variation

When the resistor is under the conditions given in Table V and a single influence quantity is varied in accordance with Sub-clause 6.2, the variation expressed as a percentage (or ppM) of the fiducial value shall not exceed:

- a value corresponding to the class index for the influence quantities listed in Table V,
- the limits stated in Sub-clauses 6.3 and 6.4 for other influence quantities.

TABLEAU V

*Limites des domaines nominaux d'utilisation
(applicables en l'absence d'autres indications)*

Grandeur d'influence *	Domaines nominaux d'utilisation pour les résistances des classes
Température ambiante (air, bain d'huile, etc.)	0,0005 (5 ppM) Température de référence $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
	0,001 (10 ppM) Température de référence $\pm 1^{\circ}\text{C}$
	0,002 (20 ppM) Température de référence $\pm 2^{\circ}\text{C}$
	0,005 ... 0,02 (50 ppM ... 200 ppM) Température de référence $\pm 5^{\circ}\text{C}$
	0,05 ... 5 (500 ppM ... 50 000 ppM) Température de référence $\pm 10^{\circ}\text{C}$
Humidité relative	25% ... 75%
* Les grandeurs d'influence ne figurant pas au tableau V et à l'article 6 sont supposées ne pas avoir de domaine nominal d'utilisation.	

6.2 Conditions pour la détermination des variations

6.2.1 Les variations sont déterminées pour chacune des grandeurs d'influence. A chaque essai, toutes les autres grandeurs d'influence doivent être maintenues dans leurs conditions de référence.

6.2.2 Le degré de variation est déterminé comme suit:

6.2.2.1 Lorsqu'une valeur de référence est assignée à la résistance, la grandeur d'influence doit être modifiée entre cette valeur et une valeur quelconque du domaine nominal d'utilisation précisé dans le tableau V, sauf s'il en est autrement indiqué.

6.2.2.2 Lorsqu'un domaine de référence est assigné à la résistance, le domaine nominal d'utilisation doit inclure la totalité du domaine de référence et doit le dépasser au moins dans une direction. La grandeur d'influence doit être modifiée entre chacune des limites du domaine de référence et une valeur quelconque dans la partie du domaine nominal d'utilisation adjacente à cette limite choisie.

6.3 Influence de l'échauffement propre (puissance dissipée)

6.3.1 Sauf spécification contraire, la variation due à l'échauffement propre pour toute puissance dissipée comprise entre, d'une part, la valeur de référence ou la limite supérieure du domaine de référence et, d'autre part, la limite supérieure du domaine nominal d'utilisation, ne doit pas dépasser, en régime établi, une valeur correspondant à l'indice de classe.

6.3.2 Le fabricant peut indiquer que la limite supérieure du domaine nominal d'utilisation peut être dépassée en marquant la valeur limite admissible en puissance dissipée. Lorsqu'une résistance porte une telle inscription, la différence entre la valeur de la résistance mesurée dans les conditions de référence, avant et après l'application de cette puissance dissipée admissible, ne doit pas dépasser 10% de la valeur correspondant à l'indice de classe. La durée pendant laquelle le domaine nominal d'utilisation peut être dépassé est illimitée, sauf spécification contraire du fabricant. En l'absence d'une telle spécification, la durée de l'essai à la puissance dissipée admissible doit être d'au moins deux heures.

6.3.3 Lorsque la valeur de la puissance dissipée maximale admissible dépend d'un refroidissement complémentaire (tel qu'un bain d'huile à régulation de température ou une ventilation forcée), la valeur de la puissance dissipée maximale admissible doit être indiquée à la fois avec et sans refroidissement.

TABLE V
Limits of the nominal range of use
(applicable unless marked)

Influence quantity *	Nominal range of use for resistors of classes
Ambient temperature (atmosphere, oil bath, etc.)	0.0005 (5 ppM) Reference temperature $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
	0.001 (10 ppM) Reference temperature $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
	0.002 (20 ppM) Reference temperature $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
	0.005 ... 0.02 (50 ppM ... 200 ppM) Reference temperature $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
	0.05 ... 5 (500 ppM ... 50 000 ppM) Reference temperature $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Relative humidity	25% ... 75%
* Those influence quantities not listed in Table V and Clause 6 are considered not to have a nominal range of use.	

6.2 Conditions for the determination of the variations

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

6.2.2 The degree of variation is assessed as follows:

6.2.2.1 When a reference value is assigned to the resistor, the influence quantity shall be varied between that value and any value within the limits of the nominal range of use as given in Table V, unless otherwise marked.

6.2.2.2 When a reference range is assigned to the resistor, the nominal range of use shall include the whole of the reference range and shall extend beyond it at least at one of the limits of the reference range. The influence quantity shall be varied between each of the limits of the reference range and any value in that part of the nominal range of use adjacent to the chosen limit of the reference range.

6.3 Influence of self-heating (power dissipation)

6.3.1 Variation due to self-heating, unless otherwise specified, at any power between the reference value or the upper limit of the reference range and the upper limit of the nominal range of use shall not exceed a value corresponding to the class index, stable conditions being assumed.

6.3.2 The manufacturer may indicate that the upper limit of the nominal range of use for power dissipation may be exceeded, by marking the value of the limiting power dissipation. When so marked, the difference between the value of the resistor before and after the application of this limiting power dissipation shall not exceed 10% of a value corresponding to the class index when the resistor is again under reference conditions. Unless otherwise specified by the manufacturer, the length of time for which the nominal range of use may be exceeded shall be unlimited. When testing the resistor, the limiting power dissipation shall be applied for at least 2 h unless a shorter time has been specified by the manufacturer.

6.3.3 If the value of the limiting power dissipation depends on additional cooling (such as a temperature controlled oil bath or forced ventilation), the value of the limiting power dissipation shall be stated both with and without the extra cooling.

6.4 Influence de la position

Lorsqu'une position de référence est indiquée (voir tableau VII) sur la résistance, le domaine nominal d'utilisation en ce qui concerne la position est égal à la position de référence $\pm 20^\circ$, sauf spécification contraire du fabricant.

La variation admissible est égale à 10% de la valeur correspondant à l'indice de classe.

7. Autres prescriptions électriques et mécaniques

7.1 Epreuve de rigidité diélectrique et autres règles de sécurité

Les prescriptions relatives à l'épreuve de rigidité diélectrique et aux autres mesures de sécurité sont incluses dans la Publication 414 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils de mesure électriques indicateurs et enregistreurs et leurs accessoires, à laquelle on doit se référer.

7.1.1 Tension nominale d'isolement

Sauf spécifications contraires, la tension nominale d'isolement doit être de 650 V, à moins qu'une valeur plus élevée de tension résulte de la valeur maximale admissible de la puissance dissipée.

Notes 1. — La tension nominale d'isolement est la tension la plus élevée par rapport à la terre sous laquelle la résistance peut être utilisée.

2. — Pour une tension nominale d'isolement de 650 V, la valeur de la tension d'épreuve correspondante est 2 kV.

7.2 Résistance d'isolement

La valeur de la résistance d'isolement en courant continu mesurée sous $500\text{ V} \pm 20\%$ entre deux points quelconques qui ne sont pas susceptibles d'être, d'aucune façon, connectés doit être:

- pas moins de $100\text{ M}\Omega$ pour les classes 0,01 ... 5 (100 ppM ... $50\,000\text{ ppM}$),
- un million de fois la valeur nominale de la résistance, sans être inférieure à $100\text{ M}\Omega$ pour toutes les autres classes.

Pour une résistance multiple, la valeur nominale pour cet essai est la valeur maximale qu'on peut obtenir.

7.3 Conditions de transport, de stockage et d'utilisation

Sauf spécification contraire du fabricant, les résistances doivent pouvoir supporter sans dommage une exposition aux températures ambiantes comprises entre -10°C et $+50^\circ\text{C}$. Après retour aux conditions de référence, les résistances doivent satisfaire aux prescriptions de l'article 4.

Note. — Les résistances doivent être transportées conformément aux instructions du fabricant en utilisant les moyens nécessaires pour éviter à la fois les chocs et les vibrations continues, de façon à éviter un changement de la valeur dû à une contrainte ou à un écrouissage du matériau résistant. Lorsqu'une résistance est installée sur une baie ou un pupitre d'essais, il faut prendre soin de s'assurer que la ventilation nécessaire à son fonctionnement n'est gênée en aucune façon.

7.4 Point de connexion

Chaque point de connexion doit être conçu de telle manière que la valeur conventionnellement vraie de la résistance mesurée entre les points déterminés ne puisse varier de plus de la quantité spécifiée ci-après.

Après 100 connexions et déconnexions de chaque point, la valeur conventionnellement vraie de la résistance ne doit pas varier de plus de:

- 10% d'une valeur correspondant à l'indice de classe pour les résistances simples,
- 10% d'une valeur correspondant à l'indice de classe de chacune des résistances définies pour les résistances multiples.

Cet essai doit être effectué dans les conditions de référence.

Sauf spécification contraire du fabricant, l'essai pour les résistances multiples sera effectué sur la valeur nominale la plus faible autre que zéro.

Note. — Il faut prendre soin que la connexion de la résistance soit faite correctement.

7.5 Dispositions particulières pour faciliter la mesure de la température

Lorsque la mesure de la température du milieu environnant ne suffit pas pour définir la température de la résistance elle-même, des dispositions particulières appropriées doivent être prévues pour permettre la mesure de la température de la résistance.

6.4 Influence of position

When a reference position is marked (see Table VII) on the resistor, then the nominal range of use for position shall be the reference position $\pm 20^\circ$, unless otherwise stated by the manufacturer.

The permissible variation is 10% of a value corresponding to the class index.

7. Further electrical and mechanical requirements

7.1 Voltage tests and other safety requirements

The requirements for the voltage test and other safety requirements are included in IEC Publication 414, Safety Requirements for Indicating and Recording Electrical Measuring Instruments and Their Accessories, to which reference should be made.

7.1.1 Circuit insulation voltage (nominal circuit voltage)

Unless otherwise specified, the circuit insulation voltage (nominal circuit voltage) shall be 650 V unless a higher value results from the voltage implied by the limiting power dissipation.

Notes 1. — The circuit insulation voltage (nominal circuit voltage) is the highest voltage to earth at which the resistor may be operated.

2. — For a circuit insulation voltage (nominal circuit voltage) of 650 V, the corresponding test voltage is 2 kV.

7.2 Insulation resistance

The value of d.c. insulation resistance measured at 500 V $\pm 20\%$ between any two points which are not intended to have any connection between them shall be:

- not less than 100 M Ω for Classes 0.01 ... 5 (100 ppM ... 50 000 ppM),
- one million times the nominal value of the resistor, but not less than 100 M Ω for all other classes.

For this test, the nominal value of a multiple resistor shall be the maximum selectable value.

7.3 Conditions of transport, storage and use

Unless otherwise stated by the manufacturer, resistors shall be capable of withstanding, without damage, exposure to ambient temperatures within the range -10°C to $+50^\circ\text{C}$. After returning to reference conditions, the resistors shall meet the requirements of Clause 4.

Note. — Resistors shall be transported in accordance with the manufacturer's instructions using a method which avoids both shock and continued vibration so as to prevent a change in value due to strain or work hardening of the resistance material. If a resistor is installed in a rack or test deck, care should be taken to ensure that the ventilation required for its operation is in no way impeded.

7.4 Point of connection

Each point of connection shall be so designed that the actual value of resistance between the points of connection shall not vary by more than the specified amount.

After 100 connections and disconnections of each point of connection, the actual value of resistance shall not vary by more than:

- 10% of a value corresponding to the class index for single resistors,
- 10% of a value corresponding to the class index of the chosen selectable value for multiple resistors.

This test shall be carried out under reference conditions.

Unless otherwise specified by the manufacturer, the selectable value to be used for a multiple resistor shall be the lowest selectable value other than zero.

Note. — Care shall be taken that the connections are properly made.

7.5 Provision of temperature measuring facilities

Provision for the measurement of the temperature of the resistor shall be provided when the measurement of the temperature of the surrounding medium does not sufficiently define the temperature of the resistor itself.

8. Inscriptions et symboles

Les résistances doivent porter sur la plaque signalétique, sur une des faces extérieures du boîtier ou sur un document séparé les inscriptions énumérées ci-dessous.

La plupart de ces inscriptions sont faites suivant les indications données aux paragraphes 8.2, 8.3 et 8.4 et en utilisant les symboles du tableau VII.

8.1 Les informations suivantes doivent être données par le fabricant:

- a) nom ou marque du constructeur;
- b) référence au type défini par le constructeur, s'il y a lieu;
- c) numéro de série de la résistance;
- d) valeur(s) nominale(s) de la résistance (symbole J-1 ou comme indiquée au paragraphe 8.4);
- e) indice(s) de classe (symboles E-1 ou E-6). Dans le cas où une résistance à décades multiples comprend des décades dont les limites d'erreurs intrinsèques sont différentes les unes des autres, il est nécessaire de marquer pour chaque décade son indice de classe;
- f) valeur nominale de la résistance résiduelle et tolérances, s'il y a lieu (symbole J-2);
- g) symbole de position, si nécessaire (symboles D-1 à D-6);
- h) valeur de référence ou domaine de référence et domaine nominal d'utilisation, s'il en existe, pour la température (voir paragraphe 8.4);
- j) mode de refroidissement si nécessaire (voir tableau IV);
- k) valeur de référence ou domaine de référence pour la puissance dissipée (voir paragraphe 8.4);
- l) domaine nominal d'utilisation pour la puissance dissipée, le cas échéant (voir paragraphe 8.4);
- m) puissance dissipée maximale admissible, s'il y a lieu (symbole J-3);
- n) toutes autres valeurs de références ou domaines de référence et domaines nominaux d'utilisation, s'il y a lieu;
- p) températures limites et autres instructions pour le transport, le stockage et l'utilisation le cas échéant;
- q) valeur(s) certifiée(s) y compris l'incertitude de mesurage;
- r) date de certification;
- s) organisme qui a délivré le certificat;
- t) tension d'épreuve de rigidité diélectrique (symboles C-1 à C-3);
- u) symbole indiquant que d'autres informations essentielles sont données dans un document séparé (symbole F-33) s'il y a lieu.

8.2 Emplacements des inscriptions et des symboles

8.2.1 Les informations suivantes (voir paragraphe 8.1) doivent être portées sur une plaque signalétique ou sur l'enveloppe, s'il en existe:

— a), b), c), d), e), f), g), t), u).

En plus, l'inscription suivante doit être portée:

— « Résistance de laboratoire à courant continu ».

Cette inscription peut être faite dans n'importe quelle langue.

8.2.2 Les informations suivantes doivent être portées sur la plaque signalétique ou sur l'enveloppe, s'il en existe, ou dans un document séparé:

— h), j), k), l), m) et s'il y a lieu, a), b), c) (voir paragraphe 8.2.4).

8.2.3 Les informations suivantes doivent être données dans des documents séparés:

— n), p), q), r), s) et a), b), c) (voir paragraphe 8.2.4).

8.2.4 Pour permettre le rapprochement d'une résistance donnée avec le document séparé correspondant, les informations a), b) et c) qui ont été portées sur la plaque signalétique ou l'enveloppe doivent être répétées dans le document (voir paragraphes 8.2.2 et 8.2.3).

8. Markings and symbols

Resistors shall bear on the nameplate, or on one of the external surfaces of the case, or in a separate document, the markings listed below.

The majority of these markings are made as given in Sub-clauses 8.2, 8.3 and 8.4, using the symbols listed in Table VII.

8.1 The following information shall be given by the manufacturer:

- a) the manufacturer's name or mark;
- b) type reference, if any, given by the manufacturer;
- c) serial number of the resistor;
- d) nominal resistance value(s) (symbol J-1 or according to Sub-clause 8.4);
- e) class index or class indices (symbols E-1 or E-6). If a multi-decade resistor has resistance decades which have different limits of intrinsic error, the class index for each resistance decade shall be marked;
- f) nominal residual resistance with its tolerance, if necessary (symbol J-2);
- g) position symbol, if necessary (symbols D-1 to D-6);
- h) reference value or reference range and nominal range of use, if any, for temperature (see Sub-clause 8.4);
- j) type of cooling, if necessary (see Table IV);
- k) reference value or reference range for power dissipation (see Sub-clause 8.4);
- l) nominal range of use for power dissipation, if applicable (see Sub-clause 8.4);
- m) limiting power dissipation, if necessary (symbol J-3);
- n) any other reference value or reference range and nominal range of use, if relevant;
- p) temperature limits and other instructions for transport, storage and use, if necessary;
- q) certified value(s) with the associated uncertainty(ies);
- r) date of certification;
- s) certifying authority;
- t) test voltage (symbols C-1 to C-3);
- u) where relevant, the symbol showing that some other essential information is given in a separate document (symbol F-33).

8.2 Locations of markings and symbols

8.2.1 The following information (see Sub-clause 8.1) shall be given on a nameplate or on the enclosure, if any:

— a), b), c), d), e), f), g), t), u).

In addition, the following marking shall be made:

— "Laboratory d.c. resistor".

This term can be marked in any other language.

8.2.2 The following information shall be given on the nameplate or on the enclosure, if any, or in a separate document:

— h), j), k), l), m) and a), b), c), if relevant (see Sub-clause 8.2.4).

8.2.3 The following information shall be given in separate documents:

— n), p), q), r), s) and a), b), c) (see Sub-clause 8.2.4).

8.2.4 For linking the resistor with the relevant separate document, the information a), b) and c) which is given on a nameplate or on the enclosure shall be repeated in the document (see Sub-clauses 8.2.2 and 8.2.3).

8.3 Toutes les inscriptions doivent être lisibles et indélébiles.

8.4 *Inscriptions concernant les conditions de référence et les domaines nominaux d'utilisation*

8.4.1 Les valeurs de référence ou les domaines de référence correspondant à chaque grandeur d'influence doivent être marqués lorsqu'ils diffèrent de ceux du tableau IV.

8.4.2 Les domaines nominaux d'utilisation doivent être marqués lorsqu'ils diffèrent de ceux du tableau V.

8.4.3 Lorsqu'une valeur ou un domaine de référence sont indiqués, ils doivent être soulignés pour pouvoir les distinguer.

Une grandeur d'influence doit être identifiée par le symbole de l'unité dans laquelle elle est exprimée (voir tableau VII).

Les exemples suivants (tableau VI) montrent la signification des différentes inscriptions concernant la température:

TABLEAU VI

Exemples de marquage concernant la température

Inscription	Exemple	Signification *
Pas d'inscription		Valeur de référence: 20 °C (voir tableau IV) Domaine nominal d'utilisation: 18 °C à 22 °C (voir tableau V)
Un seul nombre	<u>25</u> °C	Valeur de référence: 25 °C Domaine nominal d'utilisation: 23 °C à 27 °C (voir tableau V)
Trois nombres	20 ... <u>25</u> ... 30 °C	Valeur de référence: 25 °C Domaine nominal d'utilisation: 20 °C à 30 °C (les deux limites du domaine nominal d'utilisation sont différentes de celles spécifiées au tableau V)
Trois nombres	15 ... <u>20 ... 25</u> °C	Domaine de référence: 20 °C à 25 °C Domaine nominal d'utilisation: 15 °C à 27 °C (la limite inférieure du domaine nominal d'utilisation est différente de celle spécifiée au tableau V pour la limite supérieure, voir tableau V)
Quatre nombres	15 ... <u>20 ... 25</u> ... 30 °C	Domaine de référence: 20 °C à 25 °C Domaine nominal d'utilisation: 15 °C à 30 °C (variations admissibles entre 15 °C et 20 °C et entre 25 °C et 30 °C)
Quatre nombres	15 ... <u>15 ... 20</u> ... 25 °C	Domaine de référence: 15 °C à 20 °C Domaine nominal d'utilisation: 15 °C à 25 °C (variations admissibles entre 20 °C et 25 °C)
* Pour les exemples choisis, les domaines nominaux d'utilisation sont pris dans le tableau V et correspondent à une résistance de classe 0,002 (20 ppm).		

8.3 All markings shall be legible and indelible.

8.4 *Marking relating to the reference conditions and nominal ranges of use*

8.4.1 Reference values or reference ranges corresponding to each influence quantity shall be marked, if different from those given in Table IV.

8.4.2 The nominal ranges of use shall be marked if different from Table V.

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

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

The following examples (Table VI) show the significance of the various markings for temperature:

TABLE VI
Examples of markings for temperature

Indication	Example	Meaning *
No marking		Reference value: 20 °C (see Table IV) Nominal range of use: 18 °C to 22 °C (see Table V)
One number	<u>25</u> °C	Reference value: 25 °C Nominal range of use: 23 °C to 27 °C (see Table V)
Three numbers	20 ... <u>25</u> ... 30 °C	Reference value: 25 °C Nominal range of use: 20 °C to 30 °C (both limits of the nominal range of use are different from those specified in Table V)
Three numbers	15 ... <u>20 ... 25</u> °C	Reference range: 20 °C to 25 °C Nominal range of use: 15 °C to 27 °C (the lower limit of the nominal range of use is different from that specified in Table V; for the upper limit of the same, see Table V)
Four numbers	15 ... <u>20 ... 25</u> ... 30 °C	Reference range: 20 °C to 25 °C Nominal range of use: 15 °C to 30 °C (permissible variations between 15 °C to 20 °C and 25 °C to 30 °C)
Four numbers	15 ... <u>15 ... 20</u> ... 25 °C	Reference range: 15 °C to 20 °C Nominal range of use: 15 °C to 25 °C (permissible variations between 20 °C to 25 °C)
* The nominal ranges of use for these examples are taken from Table V for a resistor of Class 0.002 (20 ppm).		

TABEAU VII

Symboles utilisés pour les résistances

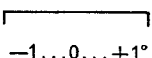
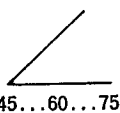
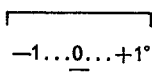
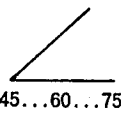
N°	Désignation	Symbole	N°	Désignation	Symbole
A Principales unités avec leurs principaux multiples et sous-multiples *			D-3	Résistance à utiliser avec la surface portant l'inscription, inclinée (par ex. 60°) sur le plan horizontal	
A-5	kilovolt	kV	D-4	Exemple relatif à la résistance à utiliser comme pour D-1 Domaine nominal d'utilisation 80° ... 100°	 80...90...100°
A-6	volt	V			
A-11	watt	W	D-5	Exemple relatif à la résistance à utiliser comme pour D-2 Domaine nominal d'utilisation -1° ... +1°	 -1...0...+1°
A-18	mégohm	MΩ			
A-19	kilohm	kΩ	D-6	Exemple relatif à la résistance à utiliser comme pour D-3 Domaine nominal d'utilisation 45° ... 75°	 45...60...75°
A-20	ohm	Ω			
A-21	milliohm	mΩ	E Classes de précision		
A-24	degré Celsius	°C	E-1	Indice de classe exprimé en pourcentage (par ex. 0,02%)	0,02
C Sécurité			E-6	Indice de classe exprimé en ppM (par ex. 200 ppM)	200 ppM
C-1	Tension d'épreuve de rigidité diélectrique 500 V		F Symboles généraux		
C-2	Tension d'épreuve de rigidité diélectrique supérieure à 500 V exprimée en kilovolts (par ex. 2 kV)		F-31	Borne de terre	
C-3	Appareil dispensé de l'essai d'épreuve diélectrique		F-33	Renvoi à un document séparé	
D Position d'utilisation			J Valeurs caractéristiques		
D-1	Résistance à utiliser avec la face portant l'inscription, dans le plan vertical		J-1	Valeur nominale de la résistance (par ex. 1 Ω)	1 Ω
D-2	Résistance à utiliser avec la face portant l'inscription, dans le plan horizontal		J-2	Valeur nominale de la résistance résiduelle avec sa tolérance (par ex. 5 ± 0.5 mΩ)	$R_0 = (5 \pm 0,5) \text{ m}\Omega$
			J-3	Puissance maximale dissipée admissible (par ex. 2 W)	(2) W
* Dans le cas où d'autres unités ou préfixes sont nécessaires, voir Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique.					

TABLE VII
Symbols for marking resistors

No.	Item	Symbol	No.	Item	Symbol
A Principal units and their principal multiples and sub-multiples *			D-3	Resistor to be used with marked surface inclined (e.g. 60°) from the horizontal plane	
A-5	kilovolt	kV	D-4	Example for resistor to be used as D-1 Nominal range of use 80° ... 100°	 80...90...100°
A-6	volt	V			
A-11	watt	W	D-5	Example for resistor to be used as D-2 Nominal range of use -1° ... +1°	 -1...0...+1°
A-18	megohm	MΩ			
A-19	kilohm	kΩ	D-6	Example for resistor to be used as D-3 Nominal range of use 45° ... 75°	 45...60...75°
A-20	ohm	Ω			
A-21	milliohm	mΩ	E Accuracy classes		
A-24	degree Celsius	°C	E-1	Class index expressed in % (e.g. 0.02%)	0.02
C Safety			E-6	Class index expressed in ppM (e.g. 200 ppM)	200 ppM
C-1	Test voltage 500 V		F General symbols		
C-2	Test voltage above 500 V, expressed in kilovolts (e.g. 2 kV)		F-31	Earth terminal	
C-3	Apparatus not subjected to a voltage test		F-33	Refer to a separate document	
D Position of use			J Characteristic values		
D-1	Resistor to be used with marked surface in vertical plane		J-1	Nominal resistance value (e.g. 1 Ω)	1 Ω
D-2	Resistor to be used with marked surface in horizontal plane		J-2	Nominal residual resistance and its tolerance (e.g. 5 ± 0.5 mΩ)	$R_0 = (5 \pm 0.5) \text{ m}\Omega$
			J-3	Limiting power (e.g. 2 W)	(2) W
* If other units and prefixes are needed, see IEC Publication 27: Letter Symbols to be used in Electrical Technology.					

ANNEXE

A1 Effet thermo-électrique (voir paragraphe 5.3, note 2)

Il est recommandé que, par rapport au cuivre, les coefficients de Seebeck du matériau résistif, des connexions et des bornes ne dépassent pas $2 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Ceci est particulièrement important pour les résistances de faible valeur.

Note. — Le cuivre du commerce est quelquefois impur et a un coefficient de Seebeck appréciable par rapport au cuivre pur.

A2 Domaine de référence et domaine nominal d'utilisation

Le concept de la valeur conventionnelle, de la valeur ou du domaine de référence, et du domaine nominal d'utilisation est décrit de façon complète à l'annexe de la Publication 51 de la CEI: Appareils de mesure électrique à action directe et leurs accessoires. La figure 1 ci-dessous illustre un exemple pour une résistance d'indice de classe 0,005 (50 ppm) sans marquage concernant la température.

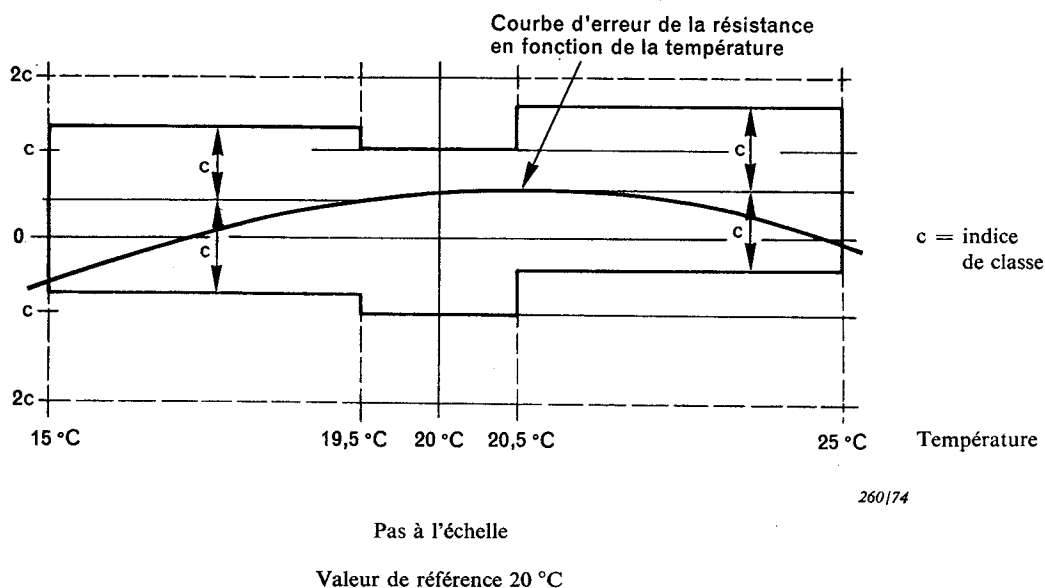


FIG. 1. — Influence de la température.

La figure 1 montre l'influence de la température sur la valeur conventionnellement vraie de la résistance.

Si la résistance avait une autre classe de précision, la température de référence et le domaine nominal d'utilisation auraient dû être marqués. L'influence de la température est négligeable entre $19,5^\circ\text{C}$ et $20,5^\circ\text{C}$. De 15°C à $19,5^\circ\text{C}$ et de $20,5^\circ\text{C}$ à 25°C , une variation de la résistance est admise, variation dont la limite est équivalente à une valeur correspondant à l'indice de classe.

Les lignes extrêmes en pointillé représentent la plus grande étendue que peut prendre la variation lorsque l'erreur dans les conditions de référence est à ses limites admissibles.

APPENDIX

A1 Thermoelectric effects (see Sub-clause 5.3, Note 2)

It is recommended that in relation to copper, the Seebeck coefficients of the resistance material, the connections and the terminals should not exceed $2 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$. This is important especially for resistors of low resistance value.

Note. — Commercial copper is sometimes impure and has an appreciable Seebeck coefficient with respect to pure copper.

A2 Reference range and nominal range of use

The concept of the fiducial value, reference value or reference range and nominal range of use is fully described in the appendix of IEC Publication 51, Direct Acting Indicating Electrical Measuring Instruments and Their Accessories. Figure 1 below is an example of a resistor of class index 0.005 (50 ppm) without markings relating to temperature.

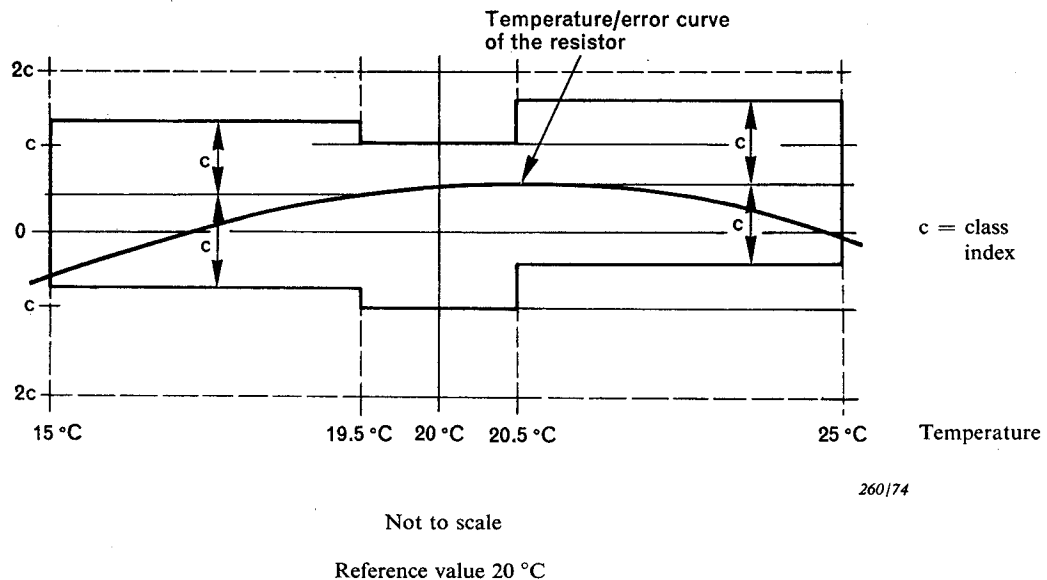


FIG. 1. — Effect of temperature.

Figure 1 shows the effect of temperature on the actual value of resistance.

If the resistor had been of any other accuracy class, the reference temperature and the nominal range of use for temperature would have to be marked. The effect of temperature from 19.5°C to 20.5°C is negligible, from 15°C to 19.5°C and from 20.5°C to 25°C , a variation of the resistance is permitted, the maximum value of which is equivalent to a value corresponding to the class index.

The broken boundary lines represent the greatest allowable extent of the variation if the error under reference conditions is at its allowable limits.

A3 Exemple de marquage d'une résistance simple

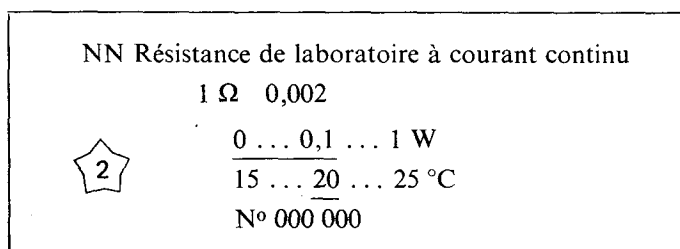


FIG. 2. — Exemple de marquage d'une résistance simple.

Ce marquage indique que lorsque la résistance est soumise à une charge pouvant atteindre 0,1 W, les limites de l'erreur intrinsèque d'une résistance de classe de précision 0,002 satisfont aux prescriptions du tableau III et que pour des charges allant de 0,1 W à 1 W, la variation ne dépassera pas $\pm 0,002\%$ de la valeur nominale, toutes les autres grandeurs d'influence étant maintenues dans les conditions de référence.

La résistance N° 000 000 a été construite par NN et a été soumise à une tension d'épreuve de rigidité diélectrique de 2 kV. La valeur de référence pour la température est de 20 °C et son domaine nominal d'utilisation est compris entre 15 °C et 25 °C. La valeur ou le domaine de référence et le domaine nominal d'utilisation pour toutes les autres grandeurs d'influence sont ceux spécifiés dans la présente recommandation.

Note. — Au lieu de « classe 0,002 » on peut porter sur la plaque signalétique l'indication « classe 20 ppM », c'est-à-dire la valeur donnée en parties par million plutôt qu'en pourcentage.

A4 Exemple de marquage d'une résistance à cinq décades

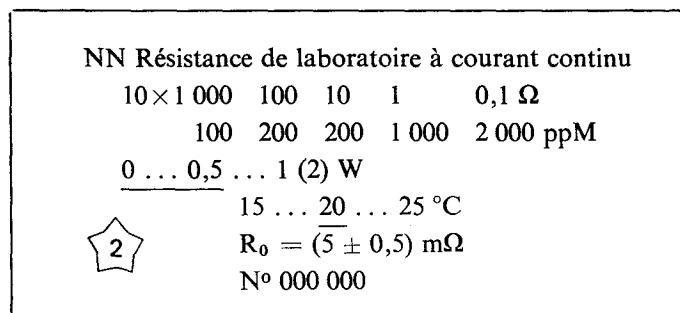


FIG. 3. — Exemple de marquage d'une résistance à cinq décades.

Ce marquage indique que lorsque la résistance est maintenue dans le domaine de référence de la puissance dissipée 0 W à 0,5 W pour chaque échelon, les limites de l'erreur intrinsèque correspondant à la classe de précision marquée pour chaque échelon sont valables pour les dix valeurs croissantes de chaque décade. Pour des charges supérieures à 0,5 W jusqu'à 1 W pour chaque échelon, la variation due à l'échauffement propre ne dépasse pas les limites correspondant à la classe de précision de chaque décade. Elle peut supporter une charge de 2 W pour chaque échelon sans entraîner de dommage permanent. La résistance résiduelle (tous les commutateurs étant sur la position de zéro) est $5 \pm 0,5 \text{ m}\Omega$.

La résistance N° 000 000 a été construite par NN et a été soumise à une tension d'épreuve de rigidité diélectrique de 2 kV. La valeur de référence pour la température est de 20 °C et son domaine nominal d'utilisation est compris entre 15 °C et 25 °C. La valeur ou le domaine de référence et le domaine nominal d'utilisation pour toutes les autres grandeurs d'influence sont ceux spécifiés dans la présente recommandation.

Note. — Les indices de classe de la résistance peuvent être marqués 0,01 - 0,02 - 0,02 - 0,1 - 0,2 au lieu de 100 - 200 - 200 - 1 000 - 2 000 ppM, c'est-à-dire que les indices de classe peuvent être donnés en pourcentage au lieu de l'être en ppM.

A3 Example of marking for a single resistor

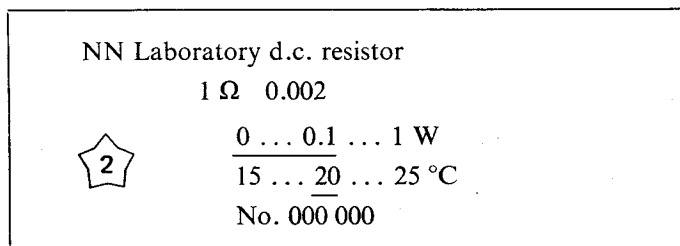


FIG. 2. — Example of marking for a single resistor.

The marking denotes that if the resistor is subjected to a load up to 0.1 W, the limits of intrinsic error of a resistor of accuracy Class 0.002 comply with Table III and that for loads of more than 0.1 W up to 1 W, the variation will not exceed $\pm 0.002\%$ of the nominal value, all other influence quantities being maintained under stable reference conditions.

The resistor, No. 000 000, was manufactured by NN and has been subjected to an alternating test voltage of 2 kV. The reference value for temperature is 20 °C and the nominal range of use for temperature is 15 °C to 25 °C. The reference value or reference range and nominal range of use for all other influence quantities are as specified in this recommendation.

Note. — The resistor may be marked “Class 20 ppM” instead of “Class 0.002”, i.e. the class index being given in ppM instead of %.

A4 Example of marking for a five-decade resistor

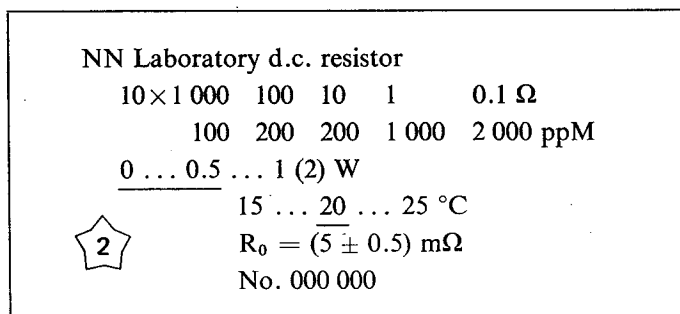


FIG. 3. — Example of marking for a five-decade resistor.

The marking denotes that if the resistor remains within the reference range of power of 0 W to 0.5 W for each step, the limits of intrinsic error for the marked accuracy class of each are complied with for the ten increasing values of each resistance decade. For loads of more than 0.5 W up to 1 W for each step, the variation due to self-heating does not exceed the limits according to the accuracy class of each resistance decade. It may be subjected to a loading of 2 W for each step without causing permanent damage. The residual resistance (with all dials set to zero) is $5 \pm 0.5 \text{ m}\Omega$.

The resistor, No. 000 000, was manufactured by NN and has been subjected to an alternating test voltage of 2 kV. The reference value for temperature is 20 °C and the nominal range of use for temperature is 15 °C to 25 °C. The reference value or reference range and nominal range of use for all other influence quantities are as specified in this recommendation.

Note. — The resistor may be marked Classes 0.01 - 0.02 - 0.02 - 0.1 - 0.2 instead of Classes 100 - 200 - 200 - 1 000 - 2 000 ppM, i.e. the class index being given in % instead of in ppM.

ICS 17.220.20 ; 31.040.01
