

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 393-3

Première édition — First edition
1977

Potentiomètres

Troisième partie: Spécification intermédiaire:
Potentiomètres de précision rotatifs, bobinés et non bobinés
Choix des méthodes d'essai et règles générales

Potentiometers

Part 3: Sectional specification:
Single-turn rotary wirewound and non-wirewound precision potentiometers
Selection of methods of test and general requirements



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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 utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

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.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

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 used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

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.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

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.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 393-3

Première édition — First edition

1977

Potentiomètres

Troisième partie : Spécification intermédiaire :
Potentiomètres de précision rotatifs, bobinés et non bobinés
Choix des méthodes d'essai et règles générales

Potentiometers

Part 3: Sectional specification :
Single-turn rotary wirewound and non-wirewound precision potentiometers
Selection of methods of test and general requirements



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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Documents de référence	8
4. Terminologie	8

SECTION DEUX – CARACTÉRISTIQUES PRÉFÉRENTIELLES

5. Caractéristiques	24
5.1 Catégories climatiques préférentielles	24
5.2 Coefficients de température et caractéristiques résistance/température de la résistance	24
5.3 Limites pour les variations de résistance	26
5.4 Limites des caractéristiques fonctionnelles ou des lois de variation	26
5.5 Résistance d'isolement	26
6. Valeurs des caractéristiques assignées	26
6.1 Résistance nominale	26
6.2 Tolérance sur la résistance nominale	26
6.3 Dissipation nominale	26
6.4 Tension limite nominale	28
6.5 Tension d'isolement	28
6.6 Degré de conformité	28
6.7 Résolution	28
7. Marquage	28

SECTION TROIS – CONDITIONS D'ESSAIS ET EXIGENCES

8. Essais de type	30
9. Programme des essais de type	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

SECTION ONE – GENERAL

Clause

1. Scope	9
2. Object	9
3. Related documents	9
4. Terminology	9

SECTION TWO – PREFERRED RATINGS AND CHARACTERISTICS

5. Characteristics	25
5.1 Preferred climatic categories	25
5.2 Temperature coefficients and temperature characteristics of resistance	25
5.3 Limits for change in resistance	27
5.4 Limits of functional characteristics or laws	27
5.5 Insulation resistance	27
6. Values of ratings	27
6.1 Rated resistance	27
6.2 Tolerance on rated resistance	27
6.3 Rated dissipation	27
6.4 Limiting element voltage	29
6.5 Isolation voltage	29
6.6 Degree of conformity	29
6.7 Resolution	29
7. Marking	29

SECTION THREE – REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

8. Type tests	31
9. Schedule for type tests	31

Articles	Pages
10. Essais mécaniques	34
10.1 Excentricité de l'axe de commande	36
10.2 Voilage de l'axe de commande	36
10.3 Excentricité de la portée de centrage	38
10.4 Jeu longitudinal de l'axe de commande	40
11. Essais d'environnement	42
11.1 Secousses	42
11.2 Chocs	42
11.3 Vibrations	44
11.4 Basse pression atmosphérique	44
11.5 Variations rapides de température	44
12. Limites des variations de résistance ou du rapport de sortie	46
13. Programme des essais pour le contrôle de la conformité de la qualité	46
ANNEXE A – Guide pour la préparation de spécifications particulières	48
ANNEXE B – Appareillage pour les mesures de précision mécanique	50

Clause	Page
10. Mechanical tests	35
10.1 Spindle run-out	37
10.2 Lateral run-out	37
10.3 Spigot diameter run-out	39
10.4 Spindle end play	41
11. Environmental tests	43
11.1 Bump	43
11.2 Shock	43
11.3 Vibration	45
11.4 Low air pressure	45
11.5 Rapid change of temperature	45
12. Limits for change in resistance, or output ratio	47
13. Schedules of tests for quality conformance inspection	47
APPENDIX A — Guide for the preparation of detail specifications	49
APPENDIX B — Apparatus for measuring mechanical accuracy	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

POTENTIOMÈTRES

Troisième partie : Spécification intermédiaire : Potentiomètres de précision rotatifs, bobinés et non bobinés Choix des méthodes d'essai et règles générales

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 Comité d'Etudes N° 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Leningrad en 1971 et à Milan en 1973. A la suite de cette dernière réunion, un projet révisé, document 40(Bureau Central)345, fut soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en octobre 1974.

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

Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Danemark	Roumanie
Egypte	Suède
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Finlande	Union des Républiques
Hongrie	Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie

Conformément au paragraphe 6.4 des directives générales pour les travaux de la CEI, le Comité national français a exprimé le souhait de voir figurer ici la déclaration suivante :

“Le Comité national français a été dans l'obligation d'exprimer un vote négatif, motivé par le fait qu'il manque des essais et des définitions spécifiques et indispensables à la norme sur les potentiomètres de précision et que certaines gammes de caractéristiques et de valeurs sont incomplètes.”

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POTENTIOMETERS

Part 3 : Sectional specification : Single-turn rotary wirewound and non-wirewound precision potentiometers Selection of methods of test and general requirements

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 IEC Technical Committee No. 40, Capacitors and Resistors for Electronic Equipment.

Drafts were discussed at meetings held in Leningrad in 1971 and in Milan in 1973. As a result of this latter meeting a revised draft, Document 40(Central Office)345, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Poland
Canada	Romania
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia

In accordance with Sub-clause 6.4 of the general directives for the work of the IEC, the French National Committee has expressed the wish that the following statement be included:

"The French National Committee has expressed a negative vote because the document does not contain some specific tests and definitions which are regarded as indispensable for a precision potentiometer standard, and certain ranges of ratings and characteristics are considered to be incomplete."

POTENTIOMÈTRES

Troisième partie: Spécification intermédiaire: Potentiomètres de précision rotatifs, bobinés et non bobinés Choix des méthodes d'essai et règles générales

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Cette norme s'applique aux potentiomètres de précision rotatifs destinés aux équipements électroniques. Ces potentiomètres peuvent être entraînés manuellement ou par servomécanisme.

D'autres types de potentiomètres de conception essentiellement différente font l'objet de documents intermédiaires distincts.

2. Objet

L'objet de cette norme est de prescrire les valeurs préférentielles des caractéristiques, de choisir, dans la Publication 393-1 de la CEI les méthodes d'essai appropriées et de donner les règles générales applicables aux potentiomètres tombant dans son domaine d'application.

Les sévérités d'essai et les exigences prescrites dans les spécifications particulières doivent être d'un niveau égal ou supérieur à celui de la présente spécification intermédiaire, un niveau inférieur n'étant normalement pas permis.

3. Documents de référence

Cette norme doit être utilisée conjointement avec d'autres publications de la CEI, telles que:

- Publication 62: Codes pour le marquage des résistances et des condensateurs.
- Publication 63: Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.
- Publication 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- Publication 393-1: Potentiomètres, Première partie: Définitions et méthodes d'essai.
- Publication 393-1A: Premier complément à la Publication 393-1.
- Publication 393-1B: Deuxième complément à la Publication 393-1.

4. Terminologie

Aux termes et définitions figurant dans la Publication 393-1 de la CEI, il convient d'ajouter ce qui suit:

POTENTIOMETERS

Part 3 : Sectional specification : Single-turn rotary wirewound and non-wirewound precision potentiometers Selection of methods of test and general requirements

SECTION ONE – GENERAL

1. Scope

This standard relates to single-turn rotary precision potentiometers intended for use in electronic equipment. These may be either servo or manually operated.

Other types of potentiometers are dealt with in separate sectional specifications.

2. Object

The object of the standard is to prescribe preferred ratings and characteristics, to select from IEC Publication 393-1 the appropriate methods of test and to give general performance requirements for potentiometers falling within its scope.

Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification have to be of equal or higher performance level, because degradations are normally not permitted.

3. Related documents

This standard shall be used in conjunction with other IEC publications, such as:

- Publication 62: Marking Codes for Resistors and Capacitors.
- Publication 63: Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.
- Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- Publication 393-1: Potentiometers, Part 1: Terms and Methods of Test.
- Publication 393-1A: First supplement to IEC Publication 393-1.
- Publication 393-1B: Second supplement to IEC Publication 393-1.

4. Terminology

In addition to the appropriate terms and definitions given in IEC Publication 393-1, the following definitions apply:

4.1 Tension totale appliquée (E)

Tension appliquée entre les sorties a et c (définitions données au paragraphe 4.5 de la Publication 393-1 de la CEI).

4.2 Tension de sortie (e)

Tension mesurée entre la sortie b et le point de référence spécifié. Sauf spécification contraire, le point de référence spécifié est la sortie a (définition donnée au paragraphe 4.5 de la Publication 393-1 de la CEI).

4.3 Rapport de sortie (voir figure 1)

Rapport de la tension de sortie (e) à la tension totale appliquée (E).

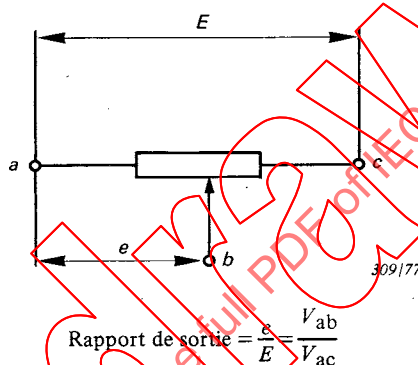


FIG. 1 – Rapport de sortie.

4.3.1 Rapport de sortie minimal

Les *rapports de sortie minimaux* sont l'expression des tensions résiduelles en pour-cent de la tension fixe ainsi appliquée.

Les tensions résiduelles sont les valeurs minimales de la tension qui peut être obtenue entre la sortie du curseur et l'une ou l'autre des sorties d'extrémité, lorsqu'une tension fixe est appliquée entre les deux sorties extrêmes.

4.4 Erreur due à la charge (voir figure 2)

Différence entre le rapport de sortie mesuré avec une charge infinie et le rapport de sortie mesuré avec une charge spécifiée, pour toute position de l'axe pour autant que cette position soit la même lors de la mesure des deux rapports de sortie.

Note. – L'élimination de l'erreur due à la charge, par compensation de l'élément résistant de façon à obtenir le rapport de sortie désiré pour une charge spécifiée, est appelée "compensation de charge".

4.5 Conformité (voir figure 3)

Fidélité de la loi de variation réalisée par rapport à la loi de variation théorique.

Note. – La conformité peut s'exprimer comme étant l'écart entre des rapports de tensions ou entre des valeurs de résistance.

4.1 Total applied voltage (E)

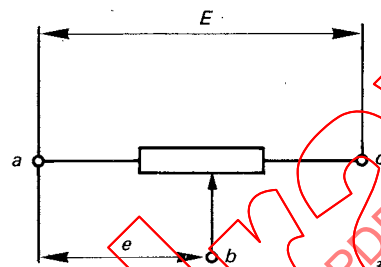
The voltage applied between input terminations (definitions given in IEC Publication 393-1, Clause 4.5), e.g. the voltage applied between input terminations a and c .

4.2 Output voltage (e)

The voltage measured between termination b and the specified reference point. Unless otherwise specified, the specified reference point is termination a (definition given in IEC Publication 393-1, Sub-clause 4.5).

4.3 Output ratio (see Figure 1)

The ratio of the output voltage (e) to the total applied voltage (E).



$$\text{Output ratio} = \frac{e}{E} = \frac{V_{ab}}{V_{ac}}$$

FIG. 1 – Output ratio.

4.3.1 Minimum output ratio

The *minimum output ratios* are an expression of the residual voltages as a percentage of a fixed voltage applied to the two end terminals.

The residual voltages are the minimum voltage values which can be obtained between the slider terminal and one or other of the end terminals, when a fixed voltage is applied to the two end terminals.

4.4 Loading error (see Figure 2)

The difference between the output ratio with an infinite load resistance and the output ratio with a specified finite load resistance, at any spindle position as long as it is the same position for both output ratio measurements.

Note. – Minimizing of loading error, by compensating the resistance element to give the desired output with a specified load resistance, is referred to as “load compensation”.

4.5 Conformity (see Figure 3)

The fidelity of the actual law with respect to the theoretical law of variation.

Note. – Conformity may be expressed in terms of resistance or voltage ratio.

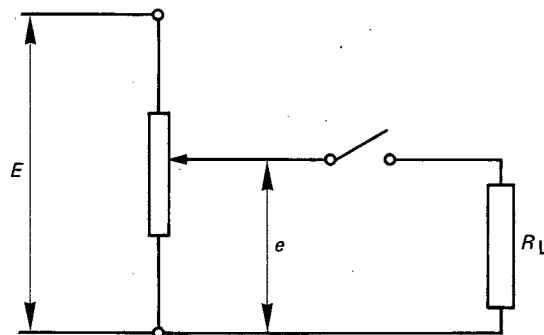


FIG. 2. — Erreur due à la charge.

4.6 Conformité absolue (voir figure 4)

Ecart maximal, exprimé en pourcentage de la tension totale appliquée, entre la loi de variation réalisée et la loi de variation théorique passant par les rapports de sortie minimal et maximal spécifiés, séparés par la course électrique utile théorique.

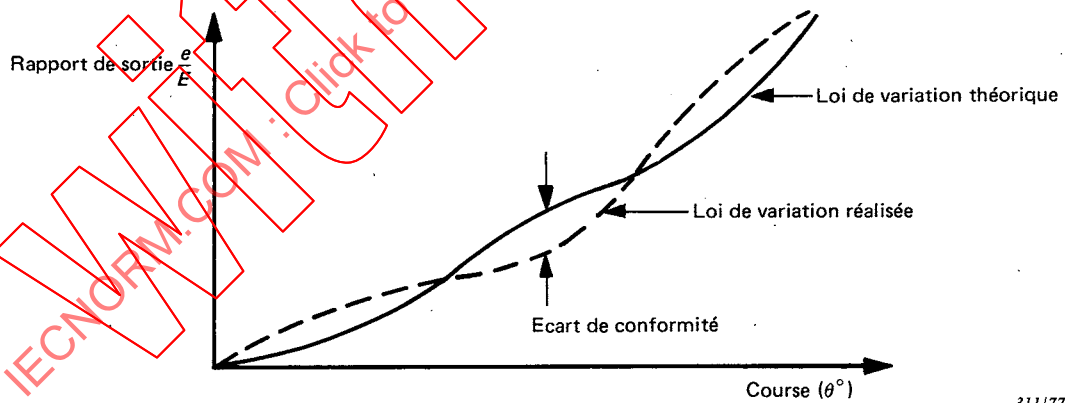


FIG. 3. — Conformité.

4.7 Linéarité (voir figure 5)

Cas particulier de la conformité dans lequel la loi de variation théorique est représentée par une droite.

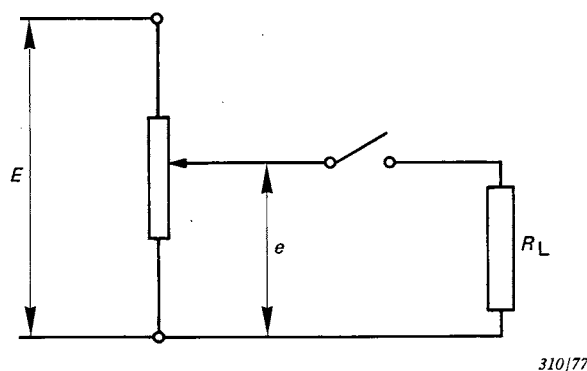


FIG. 2. — Loading error.

4.6 Absolute conformity (see Figure 4)

The maximum deviation, expressed as a percentage of the total applied voltage, of the actual law from the theoretical law passing through the specified minimum and maximum output ratios which are separated by the theoretical angle of effective rotation.

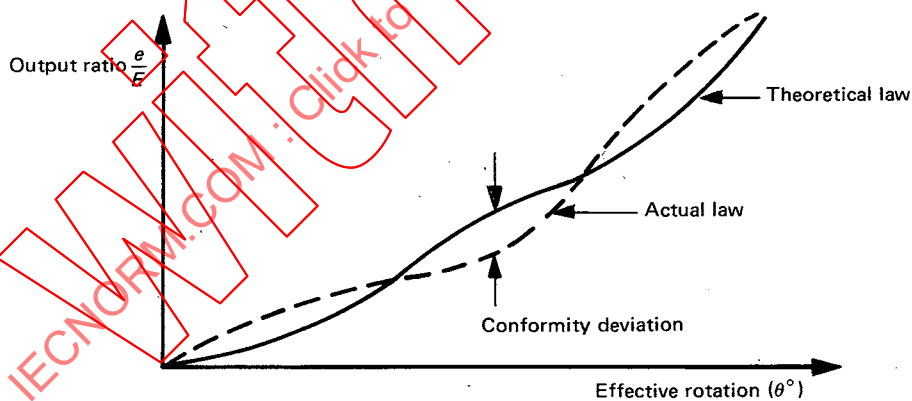
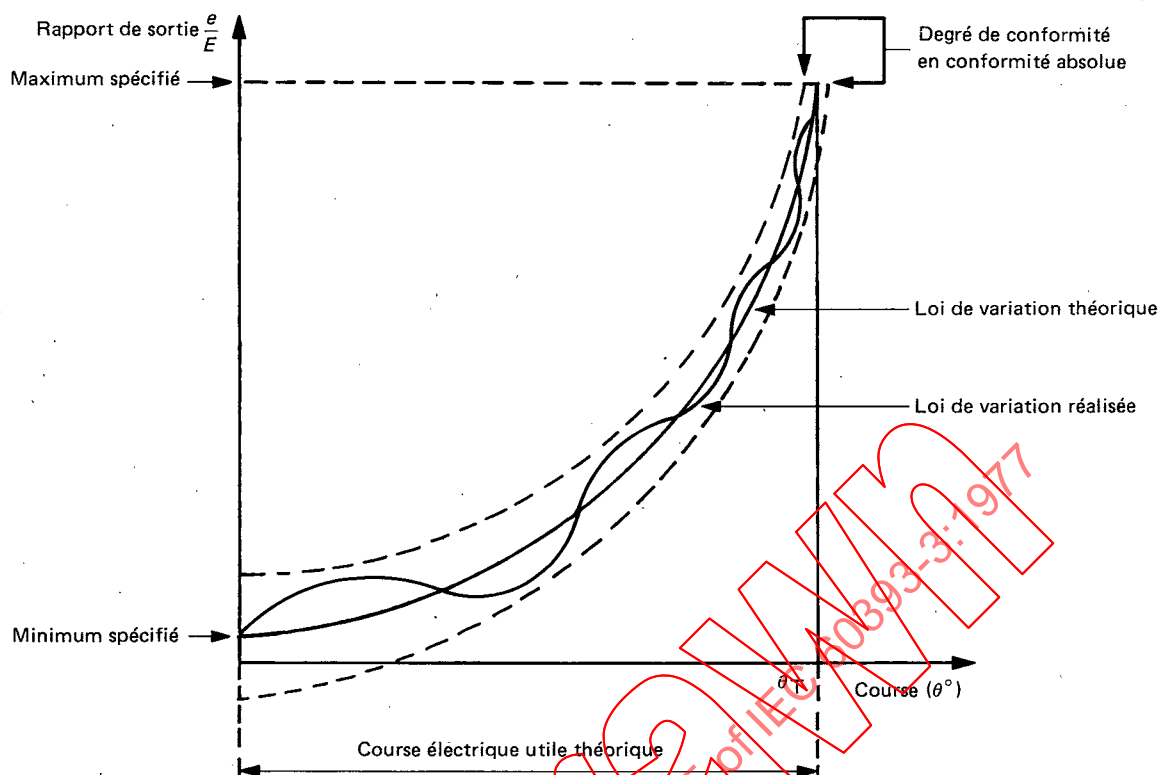


FIG. 3 – Conformity.

4.7 Linearity (see Figure 5)

The specific type of conformity where the theoretical law or voltage ratio is shown as a straight line.



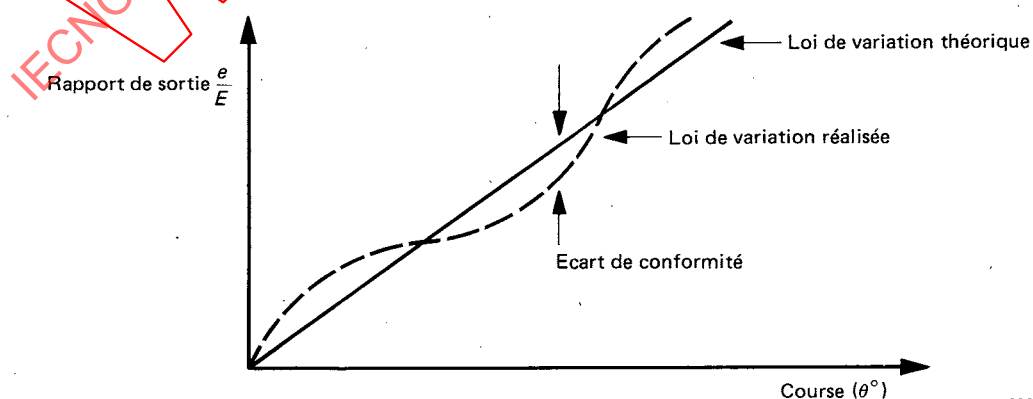
312/77

FIG. 4. — Conformité absolue.

4.8 Linéarité pondérée (selon la droite des moindres écarts) (voir figure 6)

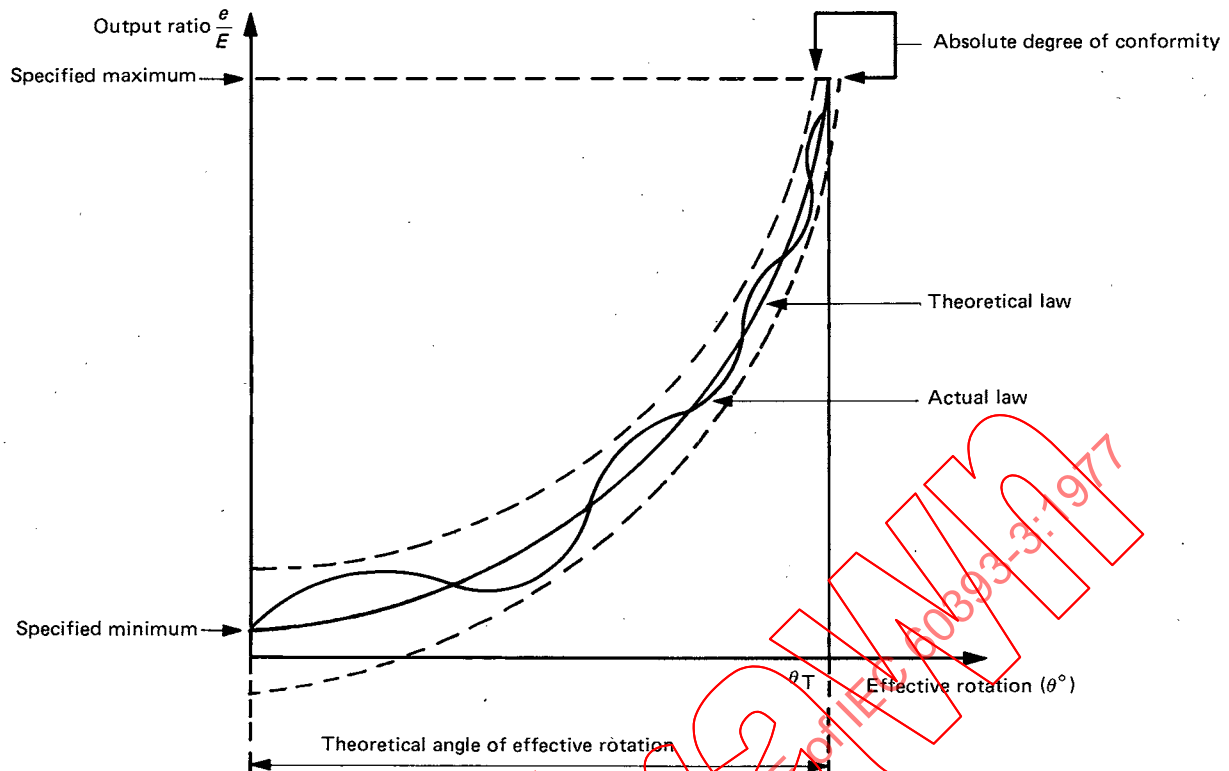
Écart maximal vertical, exprimé en pourcentage de la tension totale appliquée, entre la loi de variation réalisée et une droite de référence dont la pente et la position sont choisies de manière à minimiser les écarts sur l'étendue de la course électrique utile, ou sur toute portion spécifiée de celle-ci.

Note. — Des exigences concernant les valeurs minimale et maximale du rapport de sortie peuvent limiter la pente et la position de la droite de référence.



313/77

FIG. 5. — Linéarité.



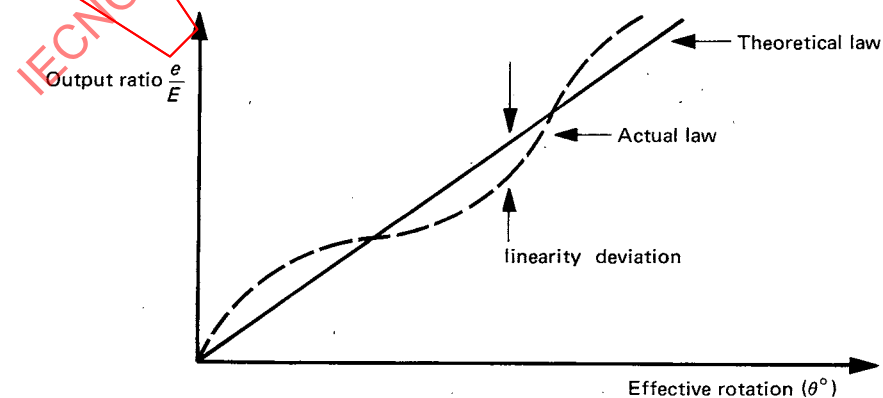
312/77

FIG. 4. — Absolute conformity.

4.8 Independent linearity (best straight line) (see Figure 6)

The maximum vertical deviation, expressed as a percentage of the total applied voltage, of the actual law from a straight reference line with its slope and position chosen to minimize deviations over the effective angle of rotation, or any specified portion thereof.

Note. — Requirements for minimum and maximum output ratio, when specified, will limit the slope and position of the reference line.



313/77

FIG. 5. — Linearity.

Mathématiquement :

$$\frac{e}{E} = P \left(\frac{\theta}{\theta_A} \right) + Q \pm C$$

expression dans laquelle :

P est la pente non spécifiée, Q est la valeur non spécifiée du rapport de sortie à l'origine de la course électrique utile ($\theta = 0$) et où P et Q sont choisis de façon à minimiser C tout en tenant compte des exigences concernant la tension en début ou fin de course et θ_A est la course électrique utile.

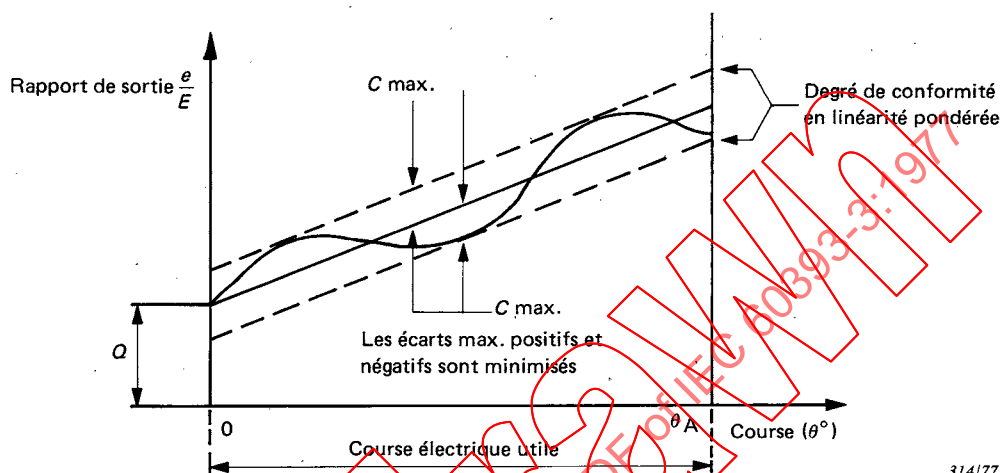


FIG. 6. — Linéarité pondérée.

4.9 Linéarité basée sur l'origine (voir figure 7) (pour les potentiomètres bobinés seulement)

Ecart maximal vertical, exprimé en pourcentage de la tension totale appliquée et relevé sur l'étendue de la course électrique utile, entre la loi de variation réalisée et la droite de référence passant par le rapport de sortie minimal spécifié, droite dont la pente est choisie de façon à minimiser les écarts. Toute exigence spécifiée concernant le rapport de sortie maximal peut limiter la possibilité de faire varier la pente de cette droite de référence. Sauf spécification contraire, le rapport de sortie minimal spécifié sera égal à zéro.

Mathématiquement :

$$\frac{e}{E} = P \left(\frac{\theta}{\theta_A} \right) + B \pm C$$

expression dans laquelle :

P est la pente non spécifiée mais dont les possibilités de variation sont limitées par les exigences relatives à la valeur du rapport de sortie maximal et θ_A est la course électrique utile.

Sauf spécification contraire $B = 0$.

4.10 Linéarité absolue (voir figure 8)

Ecart maximal vertical, exprimé en pourcentage de la tension totale appliquée, entre la loi de variation réalisée et la droite passant par les valeurs minimale et maximale spécifiées du rapport de sortie aux extrémités théoriques de la course électrique utile. Sauf spécification contraire, les valeurs minimale et maximale du rapport de sortie sont respectivement 0 et 100% de la tension totale appliquée.

Mathematically:

$$\frac{e}{E} = P\left(\frac{\theta}{\theta_A}\right) + Q \pm C$$

where:

P is the unspecified slope, Q is the unspecified intercept at $\theta = 0$, and where P and Q are chosen to minimize C but are limited by the output ratio requirements and θ_A is the angle of effective rotation.

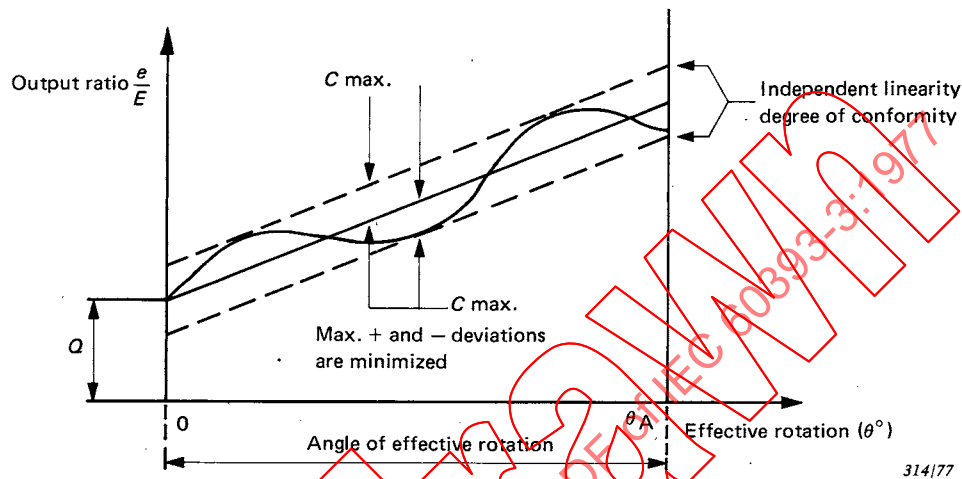


FIG. 6. — Independent linearity.

4.9 Zero-based linearity (see Figure 7) (for wirewound potentiometers only)

The maximum vertical deviation, expressed as a percentage of total applied voltage, of the actual law from a straight reference line drawn through the specified minimum output ratio extended over the angle of effective rotation, with its slope chosen to minimize the maximum deviations. Any specified requirement for maximum output ratio may limit the slope of the reference line. Unless otherwise specified, the specified minimum output ratio will be zero.

Mathematically:

$$\frac{e}{E} = P\left(\frac{\theta}{\theta_A}\right) + B \pm C$$

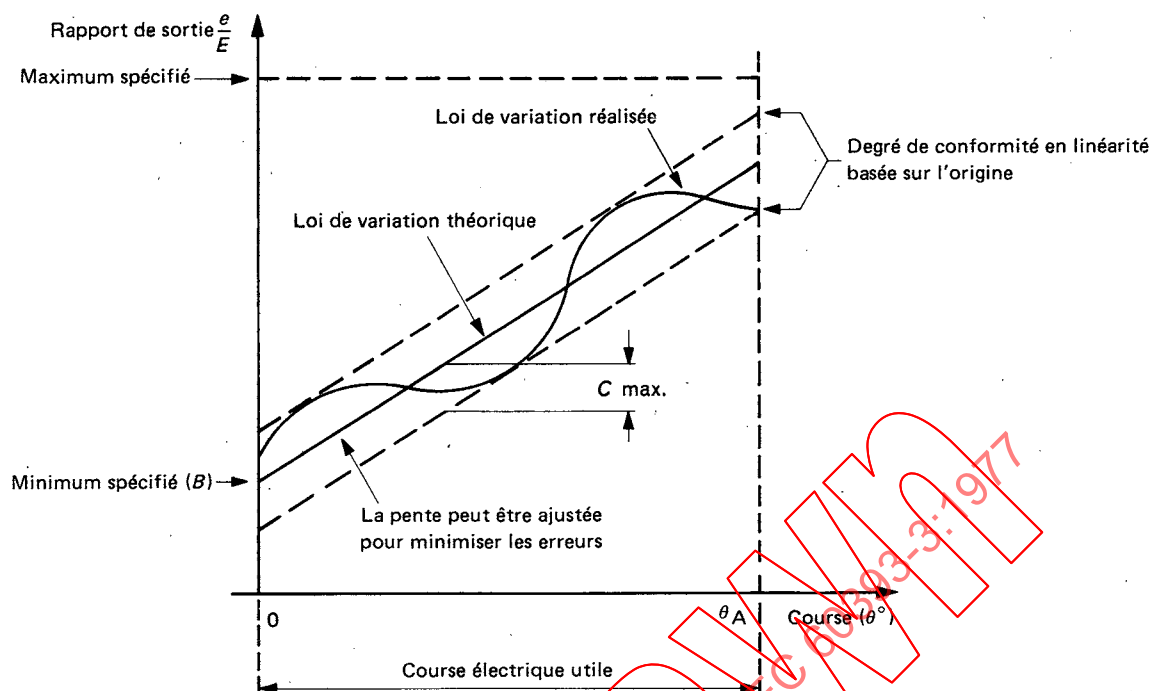
where:

P is the unspecified slope limited by the end voltage requirement, at the maximum output ratio end and θ_A is the angle of effective rotation.

Unless otherwise specified $B = 0$.

4.10 Absolute linearity (see Figure 8)

The maximum vertical deviation, expressed as a percentage of the total applied voltage, of the actual law from a straight reference line drawn through the specified minimum and maximum output ratios which are separated by the theoretical angle of effective rotation. Unless otherwise specified, minimum and maximum output ratios are respectively zero and 100% of the total applied voltage.



315/77

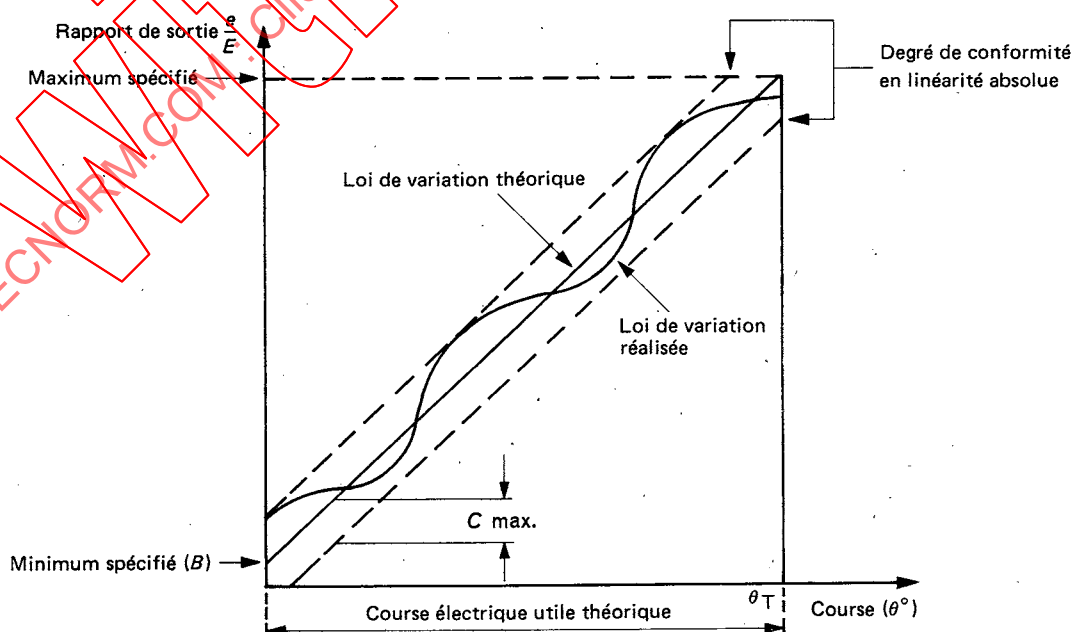
FIG. 7. — Linéarité basée sur l'origine.

Mathématiquement :

$$\frac{e}{E} = A \left(\frac{\theta}{\theta_T} \right) + B \pm C$$

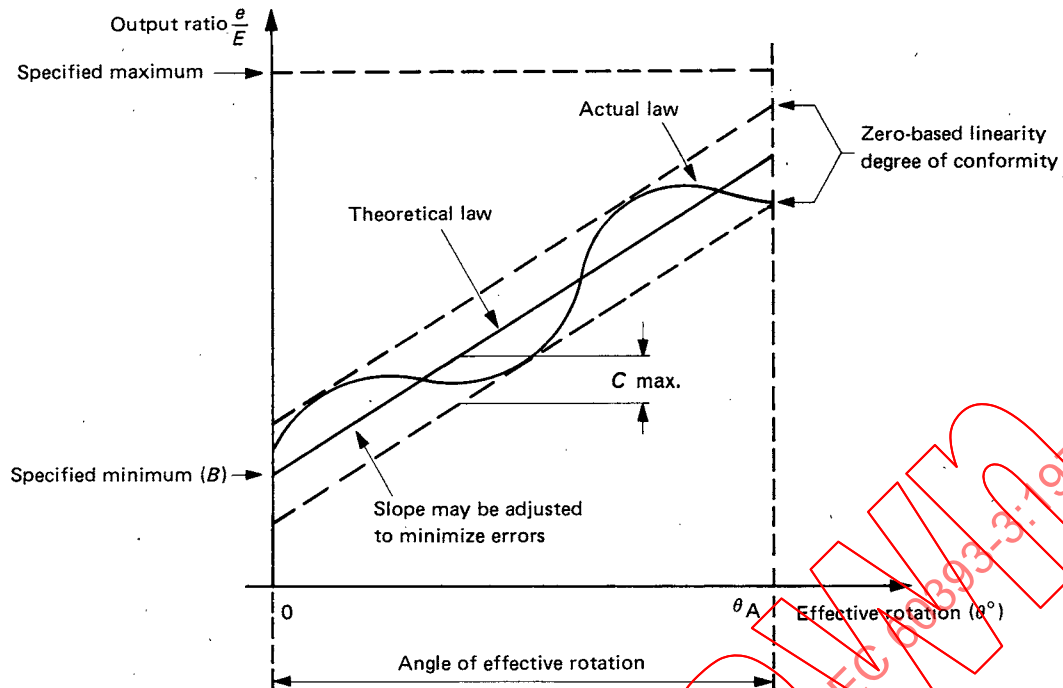
expression dans laquelle :

A est la pente donnée, B est la valeur du rapport de sortie donnée pour $\theta = 0$ et θ_T est la course électrique utile théorique. Sauf spécification contraire $A = 1$ et $B = 0$.



316/77

FIG. 8. — Linéarité absolue.



315/77

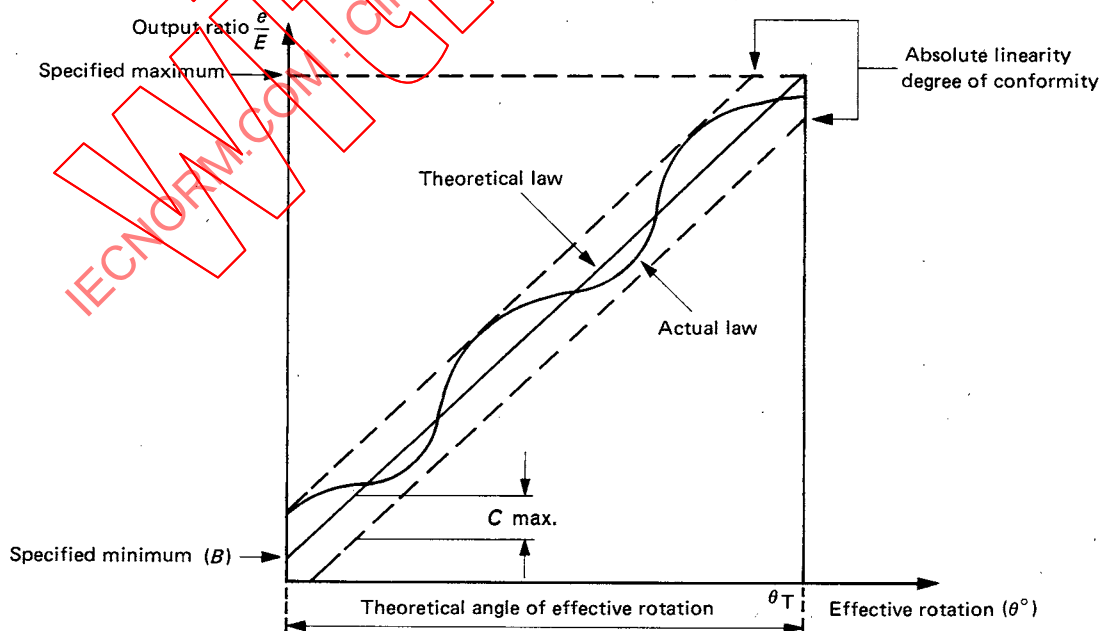
FIG. 7. — Zero-based linearity.

Mathematically:

$$\frac{e}{E} = A \left(\frac{\theta}{\theta_T} \right) + B \pm C$$

where:

A is the given slope, B is the given intercept at $\theta = 0$ and θ_T is the total theoretical angle of effective rotation. Unless otherwise specified $A = 1$ and $B = 0$.



316/77

FIG. 8. — Absolute linearity.

4.11 Linéarité basée sur les sorties (voir figure 9) (pour les potentiomètres bobinés seulement)

Ecart maximal vertical, exprimé en pourcentage de la tension totale appliquée, entre la loi de variation réalisée et la droite passant par les valeurs minimale et maximale spécifiées du rapport de sortie aux extrémités de la course électrique utile. Sauf spécification contraire, les valeurs minimale et maximale du rapport de sortie sont respectivement 0 et 100% de la tension totale appliquée.

Mathématiquement :

$$\frac{e}{E} = A \left(\frac{\theta}{\theta_A} \right) + B \pm C$$

expression dans laquelle :

A est la pente donnée, B est la valeur du rapport de sortie donnée pour $\theta = 0$ et θ_A est la course électrique utile. Sauf spécification contraire $A = 1$ et $B = 0$.

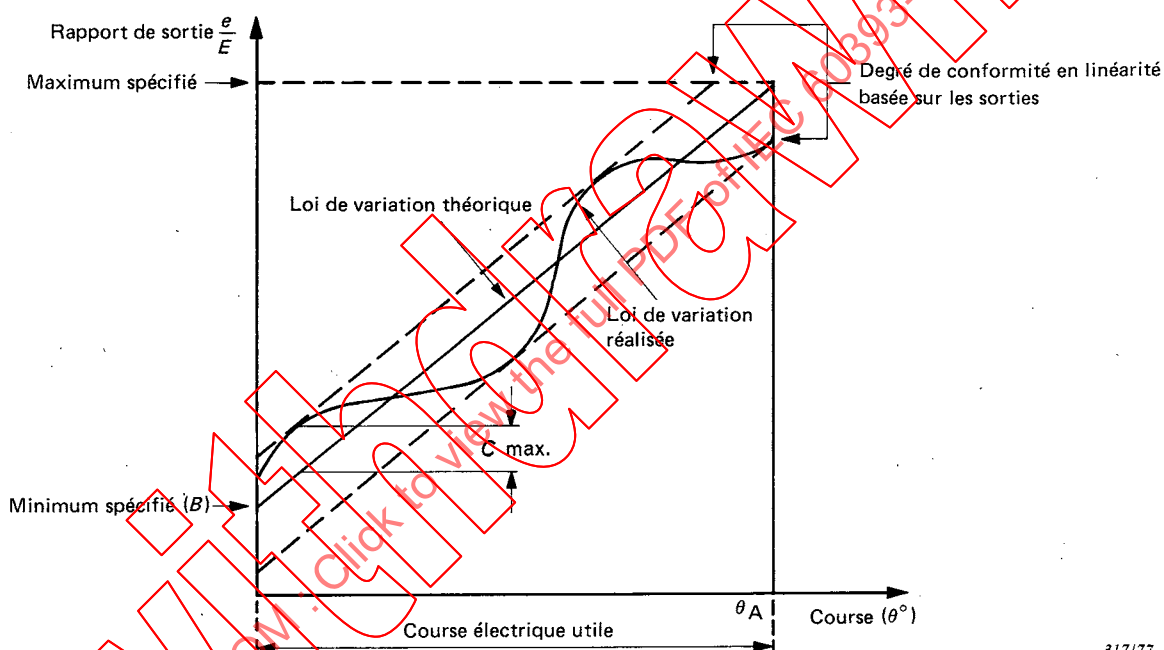


FIG. 9. — Linéarité basée sur les sorties.

4.12 Prise

Connexion électrique fixe faite sur l'élément résistant.

4.13 Position de prise (voir figure 10)

Position d'une prise par rapport à un point de référence. Cette position s'exprime habituellement en termes de: résistance, rapport de tension ou position d'axe. Lorsqu'on spécifie une position d'axe la position de prise est le centre de la largeur de prise effective.

4.11 Terminal-based linearity (see Figure 9) (for wirewound potentiometers only)

The maximum vertical deviation, expressed as a percentage of the total applied voltage, of the actual law from a straight reference line drawn through the specified minimum and maximum output ratios which are separated by the angle of effective rotation. Unless otherwise specified, minimum and maximum output ratios are respectively zero and 100% of total applied voltage.

Mathematically:

$$\frac{e}{E} = A \left(\frac{\theta}{\theta_A} \right) + B \pm C$$

where:

A is the given slope, B is the given intercept at $\theta = 0$ and θ_A is the angle of effective rotation. Unless otherwise specified $A = 1$ and $B = 0$.

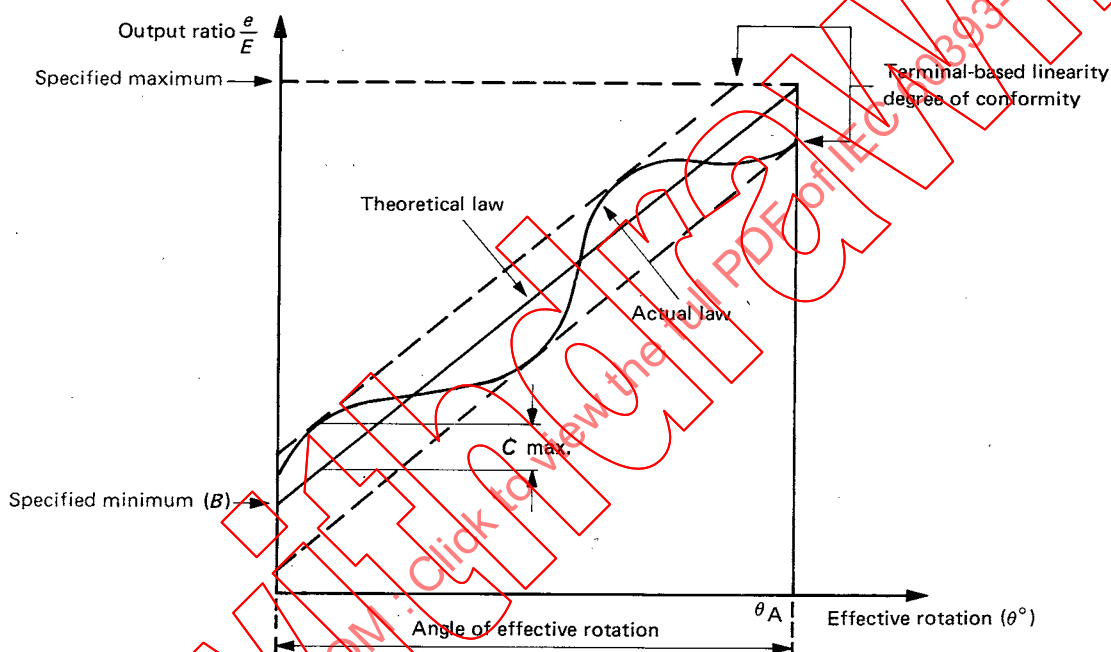


FIG. 9. — Terminal-based linearity.

4.12 Taps

A tap is a fixed electrical connection made to the resistance element.

4.13 Tap location (see Figure 10)

The tap location is the position of a tap relative to some reference. This is commonly expressed in terms of resistance, voltage ratio or spindle position. When a spindle position is specified, the tap position is the centre of the effective tap width.

4.14 Largeur de prise effective (voir figure 10)

La largeur de prise effective est la course de l'axe durant laquelle les tensions, mesurées à la sortie *b*, correspondant au contact mobile, et à la sortie correspondant à la prise, sont pratiquement identiques quand on fait passer le contact mobile devant la prise suivant un seul sens.

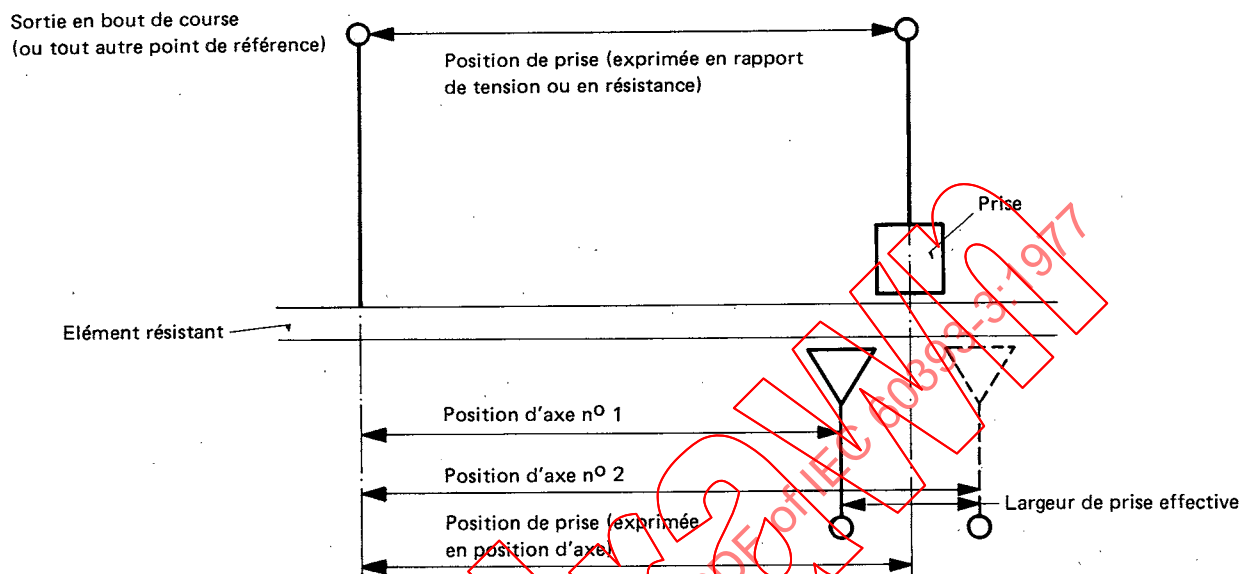


FIG. 10. — Largeur de prise effective.

4.15 Calage

Alignement relatif des points de calage de chaque section d'un ensemble potentiométrique.

4.16 Point de calage

Point de référence sur chaque section destiné à définir l'alignement relatif des sections de l'ensemble par rapport à la position des contacts mobiles.

4.17 Bruit en rotation (pour potentiomètres bobinés seulement)

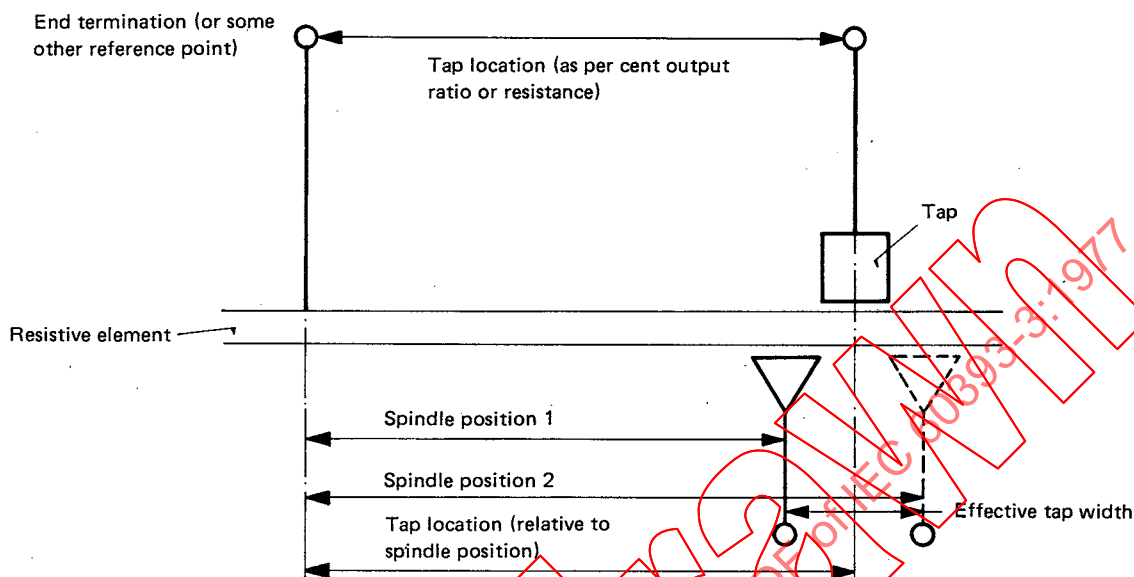
A l'étude.

4.18 Régularité de la tension de sortie (pour potentiomètres non bobinés seulement; pour les potentiomètres bobinés la "résistance équivalente au bruit en rotation" est applicable)

Toute variation anormale de la tension de sortie qui n'est pas présente dans la tension d'entrée. Elle est exprimée en pourcentage de la tension totale appliquée et mesurée dans un intervalle angulaire spécifié pris dans une fraction spécifiée de la course électrique. La régularité de la tension de sortie comprend les effets de variation de la résistance de contact, la résolution et d'autres micro-non-linéarités de tension de sortie.

4.14 Effective tap width (see Figure 10)

The effective tap width is the travel of the spindle during which the voltages at the moving contact termination b and the tap connection are essentially the same as the moving contact is moved past the tap in one direction.



318/77

FIG. 10 — Effective tap width.

4.15 Phasing

The relative alignment of the phasing points of each section of a ganged potentiometer.

4.16 Phasing point

The phasing point is a point of reference on each section to describe the relative alignment of the sections of a gang with respect to the position of the moving contacts.

4.17 Rotational noise (for wirewound types only)

Under consideration.

4.18 Output smoothness (for non-wirewound types only; for wirewound types, equivalent noise resistance is applicable)

Output smoothness is any spurious variation in the electrical output not present in the input. It is expressed as a percentage of the total applied voltage and measured for specified travel increments over the effective electrical travel. Output smoothness includes effects of contact resistance variations, resolution, and other micro-non-linearities in the output.

SECTION DEUX – CARACTÉRISTIQUES PRÉFÉRENTIELLES

5. Caractéristiques

5.1 Catégories climatiques préférentielles

Les potentiomètres couverts par cette norme sont classés en catégories climatiques conformément aux règles générales données en annexe de la Publication 68-1 de la CEI, Première partie: Généralités.

Les sévérités normales pour les essais de froid, de chaleur sèche et pour l'essai continu de chaleur humide devraient se situer, de préférence, dans les plages suivantes:

Froid (Essai A): -10°C à -65°C .

Chaleur sèche (Essai B): $+70^{\circ}\text{C}$ à $+125^{\circ}\text{C}$.

Essai continu de chaleur humide (Essai C): 4 à 56 jours.

Les valeurs choisies à l'intérieur de ces gammes doivent être prises parmi celles figurant dans les essais concernés de la Publication 68-2 de la CEI, Deuxième partie: Essais. Les sévérités pour les essais de froid et de chaleur sèche sont respectivement les températures minimale et maximale de catégorie.

Pour certains potentiomètres, ces températures peuvent se trouver entre deux des températures préférentielles données dans la Publication 68-2 de la CEI; dans ce cas, la température préférentielle la plus proche à l'intérieur de la plage des températures correspondant à la catégorie doit être choisie pour cette sévérité.

5.2 Coefficients de température et caractéristiques résistance/température de la résistance

Les limites de variations de résistance pour les essais de caractéristique résistance/température sont données dans le tableau I ci-après.

Chaque ligne du tableau donne le coefficient de température préférentiel ainsi que les limites correspondantes de variation de résistance pour la mesure des caractéristiques résistance/température (voir Publication 393-1 de la CEI) sur la base des plages de température des catégories indiquées au paragraphe 5.1 de la présente norme.

TABLEAU I

Coefficient de température (si applicable)		Caractéristiques résistance/température (limites en pour-cent de la variation de résistance)									
		Température de référence/ Température minimale de catégorie					Température de référence/ Température maximale de catégorie				
%/°C	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	+20/ -65	+20/ -55	+20/ -40	+20/ -25	+20/ -10	+20/ +70	+20/ +85	+20/ +100	+20/ +125	+20/ +155
± 0,100	± 1 000	± 8,5	± 7,5	± 6,0	± 4,5	± 3,0	± 5,0	± 6,5	± 8,0	± 10,5	± 13,5
± 0,050	± 500	± 4,25	± 3,75	± 3,00	± 2,25	± 1,50	± 2,50	± 3,25	± 4,00	± 5,25	± 6,75
± 0,025	± 250	± 2,13	± 1,88	± 1,50	± 1,12	± 0,75	± 1,25	± 1,62	± 2,00	± 2,62	± 3,38
± 0,020	± 200	± 1,7	± 1,50	± 1,20	± 0,90	± 0,60	± 1,00	± 1,30	± 1,60	± 2,10	± 2,70
± 0,015	± 150	± 1,28	± 1,13	± 0,90	± 0,68	± 0,45	± 0,75	± 0,98	± 1,20	± 1,58	± 2,03
± 0,010	± 100	± 0,85	± 0,75	± 0,60	± 0,45	± 0,30	± 0,50	± 0,65	± 0,80	± 1,05	± 1,35
± 0,005	± 50	± 0,43	± 0,375	± 0,300	± 0,225	± 0,150	± 0,250	± 0,325	± 0,400	± 0,525	± 0,675
± 0,0025	± 25	± 0,21	± 0,188	± 0,150	± 0,112	± 0,075	± 0,125	± 0,162	± 0,200	± 0,262	± 0,338
± 0,0010	± 10	± 0,085	± 0,075	± 0,060	± 0,045	± 0,030	± 0,050	± 0,065	± 0,080	± 0,105	± 0,135

SECTION TWO – PREFERRED RATINGS AND CHARACTERISTICS

5. Characteristics

5.1 Preferred climatic categories

The potentiometers covered by this standard are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC Publication 68-1, Part 1: General.

The severities for the cold, dry heat and damp heat steady state tests should preferably be within the following ranges:

Cold (Test A): -10°C to -65°C .

Dry heat (Test B): $+70^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$.

Damp heat, steady state (Test C): 4 to 56 days.

Values selected within these ranges shall be chosen from those listed in the relevant tests of IEC Publication 68-2, Part 2: Tests. The severities for the cold and dry heat tests are the lower and upper category temperatures respectively.

For some potentiometers, these temperatures will occur between two of the preferred temperatures given in IEC Publication 68-2; in this case, the nearest preferred temperature within the category temperature range of the potentiometers shall be chosen for this severity.

5.2 Temperature coefficients and temperature characteristics of resistance

The limits of change in resistance for the temperature characteristics of resistance tests are given in Table I below.

Each line in the table gives the preferred temperature coefficient and the corresponding limits of change in resistance for the measurement of the temperature characteristic of resistance (see IEC Publication 393-1) on the basis of the category temperature ranges of Sub-clause 5.1 of this standard.

TABLE I

Temperature coefficient (when applicable)		Temperature characteristic of resistance (limits of percentage change of resistance)									
		Reference temperature/ Lower category temperature					Reference temperature/ Upper category temperature				
$\%/^{\circ}\text{C}$	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	+20/ -65	+20/ -55	+20/ -40	+20/ -25	+20/ -10	+20/ +70	+20/ +85	+20/ +100	+20/ +125	+20/ +155
± 0.100	$\pm 1\,000$	± 8.5	± 7.5	± 6.0	± 4.5	± 3.0	± 5.0	± 6.5	± 8.0	± 10.5	± 13.5
± 0.050	± 500	± 4.25	± 3.75	± 3.00	± 2.25	± 1.50	± 2.50	± 3.25	± 4.00	± 5.25	± 6.75
± 0.025	± 250	± 2.13	± 1.88	± 1.50	± 1.12	± 0.75	± 1.25	± 1.62	± 2.00	± 2.62	± 3.38
± 0.020	± 200	± 1.7	± 1.50	± 1.20	± 0.90	± 0.60	± 1.00	± 1.30	± 1.60	± 2.10	± 2.70
± 0.015	± 150	± 1.28	± 1.13	± 0.90	± 0.68	± 0.45	± 0.75	± 0.98	± 1.20	± 1.58	± 2.03
± 0.010	± 100	± 0.85	± 0.75	± 0.60	± 0.45	± 0.30	± 0.50	± 0.65	± 0.80	± 1.05	± 1.35
± 0.005	± 50	± 0.43	± 0.375	± 0.300	± 0.225	± 0.150	± 0.250	± 0.325	± 0.400	± 0.525	± 0.675
± 0.0025	± 25	± 0.21	± 0.188	± 0.150	± 0.112	± 0.075	± 0.125	± 0.162	± 0.200	± 0.262	± 0.338
± 0.0010	± 10	± 0.085	± 0.075	± 0.060	± 0.045	± 0.030	± 0.050	± 0.065	± 0.080	± 0.105	± 0.135

5.3 Limites pour les variations de résistance

Les limites préférentielles pour les variations de résistance sont :

Variation de résistance	
Types bobinés	Types non bobinés
$\pm (3\% + 0,1 \Omega)$	$\pm (20\% + 0,5 \Omega)$
$\pm (2\% + 0,1 \Omega)$	$\pm (10\% + 0,5 \Omega)$
$\pm (1\% + 0,05 \Omega)$	$\pm (5\% + 0,1 \Omega)$
$\pm (0,5\% + 0,05 \Omega)$	$\pm (3\% + 0,1 \Omega)$
$\pm (0,25\% + 0,01 \Omega)$	$\pm (2\% + 0,1 \Omega)$
	$\pm (1\% + 0,05 \Omega)$

5.4 Limites des caractéristiques fonctionnelles ou des lois de variation

Les points de mesure et les valeurs associées du rapport de sortie définissant les lois de variation doivent être prescrits par la spécification particulière.

La spécification particulière doit également prescrire le type de conformité (absolue, pondérée, etc.) et les points de mesure spécifiques s'y rapportant.

5.5 Résistance d'isolement

Sauf prescription contraire de la spécification particulière, la valeur préférentielle de la résistance d'isolement minimale est de 1 G Ω .

6. Valeurs des caractéristiques assignées

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent de préférence être choisies parmi les suivantes :

6.1 Résistance nominale

Les valeurs préférentielles de la résistance nominale doivent être choisies dans une des séries de la Publication 63 de la CEI : Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.

6.2 Tolérance sur la résistance nominale

Les tolérances préférentielles sur la résistance nominale sont :
 $\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 3\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ et $\pm 20\%$.

6.3 Dissipation nominale

Les valeurs préférentielles de la dissipation nominale à 70 °C sont :
 0,1 W, 0,25 W, 0,5 W, 0,75 W, 1 W, 1,5 W, 2 W, 2,5 W, 4 W, 6,3 W.

5.3 Limits for change in resistance

The preferred limits for change in resistance are :

Change in resistance	
Wirewound types	Non-wirewound types
$\pm (3\% + 0,1 \Omega)$ $\pm (2\% + 0,1 \Omega)$ $\pm (1\% + 0,05 \Omega)$ $\pm (0,5\% + 0,05 \Omega)$ $\pm (0,25\% + 0,01 \Omega)$	$\pm (20\% + 0,5 \Omega)$ $\pm (10\% + 0,5 \Omega)$ $\pm (5\% + 0,1 \Omega)$ $\pm (3\% + 0,1 \Omega)$ $\pm (2\% + 0,1 \Omega)$ $\pm (1\% + 0,05 \Omega)$

5.4 Limits of functional characteristics or laws

The measuring points and associated values of the output ratio for resistance laws shall be prescribed in the detail specification.

When requirements exist for forms of conformity these shall also be prescribed in the detail specification and any specified measuring points.

5.5 Insulation resistance

The preferred limit for insulation resistance shall be 1 G Ω minimum, unless otherwise prescribed by the detail specification.

6. Values of ratings

The given values in the detail specifications shall be taken preferably from the following:

6.1 Rated resistance

The preferred values of rated resistance shall be taken from a series specified in IEC Publication 63, Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.

6.2 Tolerance on rated resistance

The preferred tolerances on rated resistance are :
 $\pm 0.5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 3\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ and $\pm 20\%$.

6.3 Rated dissipation

The preferred values of rated dissipation at 70 °C are:
0.1 W, 0.25 W, 0.5 W, 0.75 W, 1.0 W, 1.5 W, 2.0 W, 2.5 W, 4.0 W, 6.3 W.

Note. – Les dissipations nominales sont établies pour la course électrique totale de potentiomètres à lois de variation linéaire comportant un seul élément, tout changement vis-à-vis de l'un de ces paramètres entraîne une diminution de la puissance applicable.

6.4 Tension limite nominale

Les valeurs préférentielles de la tension limite nominale sont :
100 V, 160 V, 250 V, 400 V, 630 V et 1000 V courant continu ou alternatif efficace.

6.5 Tension d'isolement

La spécification particulière doit fixer la valeur de la tension d'isolement arrondie à la dizaine de volts la plus proche, la valeur numérique de la tension d'isolement doit être égale à :

A la pression atmosphérique normale: $\geq 1,5$ fois la tension limite nominale.

A basse pression: à 8,5 kPa (85 mbar): deux tiers de la tension fixée pour l'essai à pression atmosphérique normale.

6.6 Degré de conformité

Le degré de conformité doit être choisi parmi les valeurs suivantes:
 $\pm 0,025\%$, $\pm 0,05\%$, $\pm 0,1\%$, $\pm 0,25\%$, $\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$ et $\pm 2\%$.

6.7 Résolution (si applicable)

La résolution doit être indiquée dans la spécification particulière.

7. Marquage

Les informations contenues dans le marquage sont normalement prises dans la liste ci-après; l'importance relative de chaque information est indiquée par son rang dans la liste :

a) Résistance nominale.

b) Tolérance sur la résistance nominale.

Note. – Valeurs et tolérances peuvent être marquées en code mais dans ce cas le code utilisé doit être l'un de ceux de la Publication 62 de la CEI.

c) Dissipation nominale.

d) Loi de variation et degré de conformité.

e) Année et mois (ou semaine) de fabrication, éventuellement sous forme codée (voir Publication 62 de la CEI).

f) Modèle du potentiomètre.

g) Détails sur l'axe et le canon (si non définis par f) ci-dessus) éventuellement sous forme codée.

h) Désignation de type du fabricant.

i) Référence à la présente norme et/ou à la spécification appropriée au potentiomètre.

Note. – Lorsqu'une désignation CEI est utilisée, soit pour le marquage d'un produit, soit dans la description de ce produit, le fabricant a la responsabilité d'assurer que l'article satisfait aux exigences de la spécification correspondante.

La CEI en tant qu'organisme ne peut accepter aucune responsabilité en la matière.

Note. – Power ratings are based on total electrical function angle, linear function and single gang construction, any change of these parameters will reflect in derating.

6.4 Limiting element voltage

The preferred values of limiting element voltage are :
100 V, 160 V, 250 V, 400 V, 630 V and 1000 V d.c. or a.c. r.m.s.

6.5 Isolation voltage

The detail specification shall state the value of the isolation voltage, rounded off to the nearest 10 V. The numerical value of the isolation voltage shall be :

Normal air pressure: ≥ 1.5 times the limiting element voltage

Low air pressure: at 8.5 kPa (85 mbar), two-thirds the value at normal air pressure.

6.6 Degree of conformity

The degree of conformity shall be selected from the following:
 $\pm 0.025\%$, $\pm 0.05\%$, $\pm 0.10\%$, $\pm 0.25\%$, $\pm 0.50\%$, $\pm 1\%$, and $\pm 2\%$.

6.7 Resolution (where applicable)

The resolution shall be stated in the detail specification.

7. Marking

The information given in the marking is normally selected from the following list; the relative importance of each item is indicated by its position in the list:

- a) Rated resistance.
- b) Tolerance on rated resistance.

Note. – When values and tolerances are coded, one of the methods specified in IEC Publication 62 shall be used.

- c) Rated dissipation.
- d) Theoretical resistance law and degree of conformity.
- e) Year and month (or week) of manufacture. This may be in code form (see IEC Publication 62).
- f) Style of potentiometer.
- g) Details of spindle and bush (if not implicit in f) above). This may be in code form.
- h) Manufacturer's type designation.
- i) Reference to this standard and/or to the national specification appropriate to the potentiometer.

Note. – When an IEC designation is used, either for the marking of the product or in a description of the product, it is the responsibility of the manufacturer to ensure that the item meets the requirements of the relevant specification.

The IEC as a body can accept no responsibility in this matter.

- 7.2 Les potentiomètres doivent porter clairement les indications *a)* et *b)* ci-dessus et le plus possible des informations restantes. Toute redondance de l'information contenue dans le marquage sur le potentiomètre doit être évitée.
- 7.3 L'emballage contenant le(s) potentiomètre(s) doit (doivent) porter clairement toutes les informations énumérées ci-dessus.
- 7.4 Tout marquage supplémentaire doit être effectué de telle sorte qu'aucune confusion ne puisse se produire.

SECTION TROIS – CONDITIONS D'ESSAIS ET EXIGENCES

8. Essais de type

- 8.1 Cette norme ne s'applique qu'à la procédure relative aux essais de type.

L'échantillon doit être représentatif de la gamme des valeurs correspondant au type considéré (voir note).

Le nombre de pièces à essayer doit être tel que tout groupe soumis à une série d'essais ne comporte pas moins de six potentiomètres.

En outre, deux pièces de rechange doivent être prévues afin d'être utilisées en cas d'incidents non attribuables au fabricant.

Dans tous les cas l'échantillon doit être composé de pièces de la tolérance la plus serrée, du plus haut degré de conformité et de la longueur d'axe maximale pour lesquels l'homologation est demandée.

Cette norme ne fixe pas le nombre de défauts admissibles; ceci est en effet considéré comme une prérogative de l'autorité accordant l'homologation de type.

Note. – Une partie d'une gamme complète ou des valeurs isolées, prévues dans cette norme, peuvent être soumises à ces essais en vue d'obtenir une homologation partielle.

- 8.2 Ces essais peuvent être, en totalité ou en partie, répétés de temps en temps sur des échantillons prélevés dans la fabrication courante afin de s'assurer que la qualité du produit répond toujours aux exigences de la spécification.

Une défaillance mise en évidence au cours de ces derniers essais peut révéler des défauts de conception qui n'étaient pas apparus lors des essais originaux ou simplement des défauts de fabrication que l'on devra corriger.

- 8.3 Tout potentiomètre qui a été soumis à l'un quelconque des essais de type, qui peut être considéré comme destructif, ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil ni reversé aux stocks.

9. Programme des essais de type

- 9.1 Tous les potentiomètres doivent être soumis aux essais suivants dans l'ordre indiqué ci-après:

- 7.2 The potentiometers shall be clearly marked with *a)* and *b)* above and with as many of the remaining items as is practicable. Any duplication of information in the marking on the potentiometer shall be avoided.
- 7.3 The package containing the potentiometer(s) shall be clearly marked with all the information listed above.
- 7.4 Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

SECTION THREE – REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

8. Type tests

- 8.1 This standard covers procedures for type tests only.

The samples shall be representative of the range of values of the type under consideration (see note).

The number of specimens to be used shall be so chosen that any part subjected to a series of tests shall be not less than six.

In addition, two spare specimens shall be available to be used as replacements in case of possible incidents not attributable to the manufacturer.

In any case all samples shall be supplied with the closest tolerance, highest degree of conformity and maximum spindle lengths for which type approval is requested.

This standard does not specify the number of permissible failures; this is considered to be the prerogative of the authority giving type approval.

Note. – Part of a full range or individual values, shown in this standard, may be submitted to these tests in order to gain a limited approval.

- 8.2 Some, or all, of these tests may be repeated from time to time on samples drawn from current production to confirm that the quality of the product is still to the requirement of the specification.

Failure in the latter tests may show defects in design not apparent in the original tests or may merely indicate defects in production which need to be corrected.

- 8.3 Any potentiometer that has been subjected to any of the type tests which may be considered destructive shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

9. Schedule for type tests

- 9.1 All potentiometers shall be subjected to the following tests in the order stated.

TABLEAU II

Essai	Paragraphe de la Publication 393-1
Examen visuel et vérification des dimensions	6.1
Continuité	6.2
Résistance de l'élément	6.3
Résistance résiduelle	6.4
Course électrique utile	6.7
Loi de variation	6.8
Couple de démarrage	6.15
Tension de tenue (si applicable)	6.11
Bruit en rotation	6.14
Étanchéité (si applicable)	6.21

- 9.2 L'échantillon doit alors être divisé en quatre groupes. Les groupes peuvent contenir des quantités approximativement égales de pièces, mais chaque groupe doit être tel qu'il contienne au moins six pièces et chaque sous-groupe au moins trois pièces.

Le cas échéant, l'échantillon doit être divisé en cinq groupes et le cinquième groupe doit être utilisé pour vérifier la précision mécanique des potentiomètres au moyen des essais décrits dans les paragraphes 10.1 à 10.4 de cette norme.

- 9.3 Toutes les pièces de chaque groupe doivent être soumises aux essais prescrits dans le tableau III dans l'ordre indiqué, sauf lorsque des instructions dans ce tableau requièrent la division du groupe en parties plus petites.

- 9.4 Après la fin d'un essai chaque pièce doit être soumise aux contrôles et/ou mesures prescrites dans la méthode d'essai concernée.

Les exigences doivent être fixées soit dans la méthode d'essai, par exemple pour le contrôle visuel "aucun dommage visible", soit dans le tableau de la spécification particulière, par exemple pour l'endurance "Variation de résistance $\leq \pm (1\% + 0,05 \Omega)$ ".

- 9.5 Au cours de la séquence climatique, un intervalle ne dépassant pas trois jours est admis entre chaque essai; cependant l'essai de froid doit suivre immédiatement la période de reprise spécifiée pour le premier cycle de l'essai accéléré de chaleur humide.

TABLE II

Test	Sub-clause of IEC Publication 393-1
Visual examination and check of dimensions	6.1
Continuity	6.2
Element resistance	6.3
Terminal resistance	6.4
Angle of effective rotation	6.7
Resistance law	6.8
Starting torque	6.15
Voltage proof (where applicable)	6.11
Rotational noise	6.14
Sealing (where applicable)	6.21

- 9.2 The samples shall then be divided into four parts. These parts may contain approximately equal quantities of specimens, but each part shall be of such a size that the part or sub-part subjected to a particular test shall consist of not less than six or three specimens respectively.

When appropriate, the sample shall be divided into five parts and the fifth part shall be used to verify the mechanical accuracy of the potentiometers by use of the tests described in Sub-clauses 10.1 to 10.4 of this standard.

- 9.3 All specimens in each part shall undergo the tests called for in Table III in the order stated, except when instructions in this table require a division of the parts into smaller parts.

- 9.4 On completion of a test, the specimen shall be subjected to inspection and/or measurement as prescribed in the relevant test method.

The requirement shall be stated either in the test method, for example, in visual inspection “no visual damage”, or in the table in the detail specification, for example for endurance, “change in resistance $\leq \pm (1 \% + 0.05 \Omega)$ ”.

- 9.5 An interval of maximum three days is permitted between any of the tests in the climatic sequence, except that the cold test shall be applied immediately after the recovery period for the first cycle of the accelerated damp heat test.

TABLEAU III

Groupe	Essai	Paragraphe de la Publication 393-1 de la CEI	Paragraphe de cette publication
1	Robustesse des sorties	6.20	
	– Traction		
	– Pliage (si applicable)		
	Soudure (résistance à la chaleur seulement)	6.22.4	
	Variations rapides de température (voir note 2)	6.25 ou 6.32*	11.1 ou 11.2
	Secousses ou chocs (voir note 5)	6.24	11.3
	Vibrations (voir note 1)	6.23	11.5
	Séquence climatique	6.26	
	– Chaleur sèche		
	– Essai accéléré de chaleur humide (premier cycle) (voir note 3)		
2	– Froid		
	– Basse pression atmosphérique (voir note 2)		
	– Essai accéléré de chaleur humide (cycles restants) (voir note 3)		
	Mesures finales		
	Etanchéité (si applicable)	6.21	
3A	Endurance électrique à la température maximale de catégorie	6.31	
3B	Endurance électrique à 70 °C	6.30	
	Etanchéité (si applicable)	6.21	
4	Soudabilité	6.22.3	
	Caractéristique résistance/température	6.13	
	Couple de butée (si applicable)	6.17	
	Poussée et traction sur l'axe	6.19	
	Endurance mécanique	6.28	
	Etanchéité (si applicable)	6.21	

* Référence au paragraphe 6.32 de la Publication 393-1A de la CEI.

Notes 1. – Le degré de sévérité de l'essai de froid indique si l'essai de vibrations est applicable.

2. – Cet essai est applicable aux potentiomètres des catégories climatiques 40/–/– et 55/–/–.

3. – Cet essai est applicable aux potentiomètres des catégories climatiques –/–/21 et –/–/56.

4. – Les essais ou mesures de couple de butée, tension de tenue et résistance d'isolement, ne sont pas applicables à tous les types de potentiomètres. Lorsque ces essais ou mesures sont requis, ils doivent être prescrits dans la spécification particulière.

5. – La spécification particulière doit indiquer l'essai applicable.

10. Essais mécaniques

Aux méthodes d'essai figurant dans la Publication 393-1 il convient d'ajouter les méthodes d'essai décrites ci-après. L'appareillage requis pour l'exécution de ces essais est décrit à l'annexe B.

TABLE III

Part	Test	Sub-clause of IEC Publication 393-1	Sub-clause of this publication
1	Robustness of terminations	6.20	
	– Tensile		
	– Bending (not applicable for screw and similar terminations)		
	Soldering (resistance to soldering heat only)	6.22.4	
	Rapid change of temperature (see Note 2)	6.25 or 6.32 *	11.1 or 11.2
	Bump or shock (see Note 5)	6.24	11.3
	Vibration (see Note 1)	6.23	11.5
	Climatic sequence	6.26	
	– Dry heat		
	– Damp heat, accelerated (first cycle) (see Note 3)		
	– Cold		
	– Low air pressure (see Note 2)		
	– Damp heat, accelerated (remaining cycles) (see Note 3)		
	Final measurements	6.21	11.4
2	Damp heat, steady state	6.27	
	Sealing (where applicable)	6.21	
3A	Endurance, electrical, at upper category temperature	6.31	
3B	Endurance, electrical, at 70 °C	6.30	
	Sealing (where applicable)	6.21	
4	Solderability	6.22.3	
	Temperature characteristic of resistance	6.13	
	End-stop torque (where applicable)	6.17	
	Thrust and pull on the spindle	6.19	
	Endurance, mechanical	6.28	
	Sealing (where applicable)	6.21	

* Refers to Sub-clause 6.32 of IEC Publication 393-1A.

Note 1. – The degree of severity of the cold test decides if the vibration test is applicable.

2. – This test is applicable to 40/–/– and 55/–/– potentiometers.

3. – This test is applicable to –/–/21 and –/–/56 potentiometers.

4. – End-stop torque, voltage proof and insulation resistance tests or measurements are not applicable to all types of potentiometers. When these tests or measurements are required, they shall be prescribed in the detail specification.

5. – The detail specification shall state which test applies.

10. Mechanical tests

In addition to the methods of test given in IEC Publication 393-1, the following tests are applicable. The apparatus required for these tests are described in Appendix B.

10.1 Excentricité de l'axe de commande

L'excentricité de l'axe de commande, par rapport à son axe de rotation, doit être conforme aux exigences prescrites par la spécification particulière. Elle doit être mesurée à une distance spécifiée de son extrémité, le potentiomètre étant maintenu et l'axe de commande entraîné tout en lui appliquant perpendiculairement une charge spécifiée.

Le potentiomètre doit être fixé solidement avec l'axe de commande en position horizontale et tenu de façon rigide par rapport au capteur de déplacement (voir figure 11). Le capteur de déplacement est positionné de telle manière que son palpeur soit en contact avec l'axe de commande à moins de 3 mm de l'extrémité de l'axe de commande ou de toute interruption de la surface cylindrique régulière de cet axe.

Lorsque l'essai est spécifié pour des axes à surfaces non cylindriques, telles que méplats, fentes, ou cannelures, un adaptateur d'axe cylindrique doit être utilisé.

Le palpeur est abaissé suffisamment pour assurer une indication correcte positive et négative sur le cadran durant la rotation de l'axe.

Une force de 2,5 N est appliquée radialement à l'axe de commande, de façon à éliminer le jeu radial de cet axe, aussi près que possible du palpeur du capteur de déplacement. Pour les axes de diamètre faible, l'amplitude de la force devrait être réduite de façon à ne jamais dépasser la force provoquant une flexion de l'axe de commande supérieure au dixième de la limite spécifiée pour l'excentricité. L'axe de commande est alors manœuvré lentement sur une course égale à 360° ou à la course mécanique totale (la plus faible de ces deux valeurs). L'excentricité de l'axe de commande est déterminée en additionnant les écarts maximaux positif et négatif lus sur le cadran sans tenir compte de leur signe algébrique et en divisant cette somme par la longueur d'axe allant de la face de montage du potentiomètre au point de mesure.

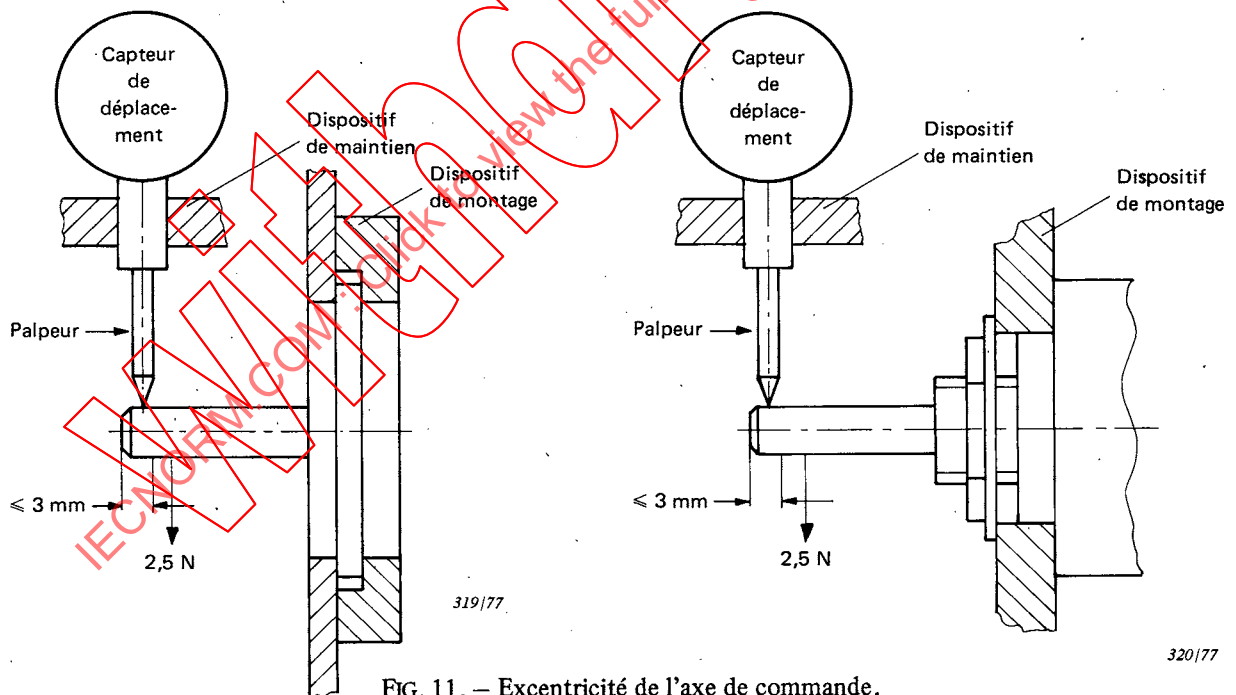


FIG. 11. — Excentricité de l'axe de commande.

10.2 Voilage de l'axe de commande (voir figure 12)

La perpendicularité de la face de montage du potentiomètre par rapport à l'axe de rotation de l'axe de commande doit être conforme aux exigences prescrites par la spécification particulière. Elle doit être mesurée sur la face de montage, l'axe de commande étant maintenu et le corps du potentiomètre mis en rotation tandis que des forces spécifiées sont appliquées radialement et axialement au corps du potentiomètre.

10.1 Spindle run-out

The eccentricity of the spindle diameter with respect to the rotational axis of the spindle shall be as specified in the detail specification. It shall be measured at a specified distance from the end of the spindle when the body of the potentiometer is held and the spindle rotated with a specified load applied radially to the spindle.

The potentiometer shall be mounted firmly with the spindle axis in a horizontal position and held rigidly with respect to the dial indicator (see Figure 11). The dial indicator is positioned so that its probe contacts the spindle within 3 mm from the end of the spindle or the edge of any interruption of the smooth cylindrical surface of the spindle.

When the test is specified for spindles with non-cylindrical surfaces such as flats, slots, or splines, a cylindrical shaft adaptor shall be used.

The probe is depressed sufficiently to ensure a proper positive and negative indication of the dial during rotation of the spindle.

A force of 2.5 N is applied radially to the spindle to remove spindle radial play and is positioned as close to the indicator probe as is practicable. For small diameter spindles, the magnitude of the load applied should be reduced so that it never exceeds that which would cause the spindle to deflect more than one-tenth the spindle run-out limit. The spindle is then rotated slowly through 360° or through its total mechanical travel whichever is less. The spindle run-out is the total indicated reading determined by adding the maximum positive and negative readings, without regard to algebraic signs, divided by the length of shaft extensions measured from the mounting surface to the point of measurement, and shall not exceed the value prescribed in the detail specification.

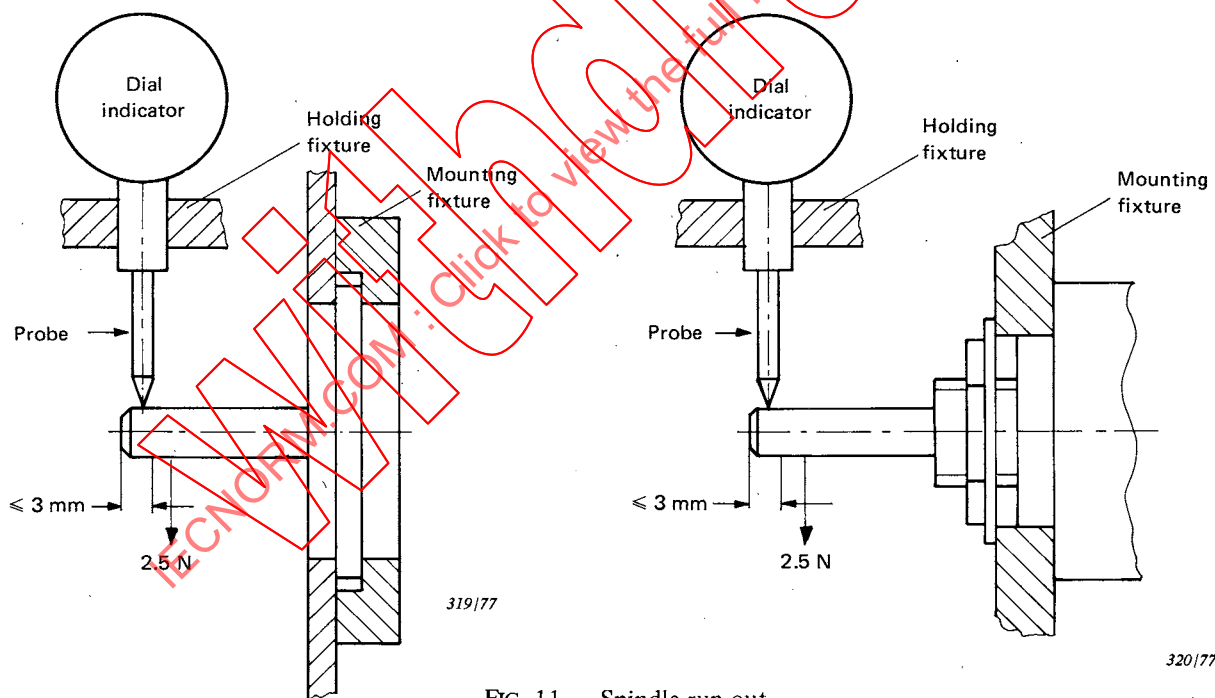


FIG. 11. — Spindle run-out.

10.2 Lateral run-out (see Figure 12)

The perpendicularity of the mounting surface of the potentiometer with respect to the rotational axis of the spindle shall be as prescribed in the detail specification. It shall be measured on the mounting surface when the spindle is held and the body of the potentiometer is rotated while specified loads are applied radially and axially to the body of the potentiometer.

Le potentiomètre doit être fixé solidement dans le dispositif de maintien de l'axe de commande, ce dernier étant placé verticalement (voir figure 12). L'axe de commande doit être immobilisé par serrage à moins de 3 mm de l'avant du potentiomètre, sans toutefois toucher le corps du potentiomètre, et maintenu rigidement par rapport au capteur de déplacement. Le corps du potentiomètre doit rester libre de tourner. Il faut prendre soin que le mode de serrage, ou le poids propre du potentiomètre, n'entraîne une déformation de l'axe de commande.

Le capteur de déplacement doit être placé de manière telle que le palpeur touche la portion plane de la face de montage du potentiomètre à moins de 3 mm du bord extérieur de la face de montage. Une force de 2 N doit être appliquée, perpendiculairement à l'axe de commande, sur le corps du potentiomètre à moins de 3 mm de la face de montage.

Simultanément une force de 2,5 N doit être appliquée, suivant l'axe du potentiomètre, au milieu du potentiomètre. Ces forces servent à éliminer le jeu radial et le jeu longitudinal de l'axe de commande. Pour les axes de diamètre faible, l'amplitude de la force devrait être réduite de façon à ne jamais dépasser la force provoquant une flexion de l'axe de commande supérieure au dixième de la limite spécifiée pour le voilage de l'axe de commande. Le palpeur est abaissé suffisamment pour assurer une indication correcte positive et négative sur le cadran durant la rotation du potentiomètre. Le corps du potentiomètre doit alors être tourné lentement d'un angle égal à 360° ou à la course mécanique totale (la plus faible de ces deux valeurs). Le voilage de l'axe de commande est déterminé en additionnant les écarts maximaux positif et négatif, lus sur le capteur de déplacement, sans tenir compte de leur signe algébrique et en divisant cette somme par le rayon de la face de montage pris au point de mesure.

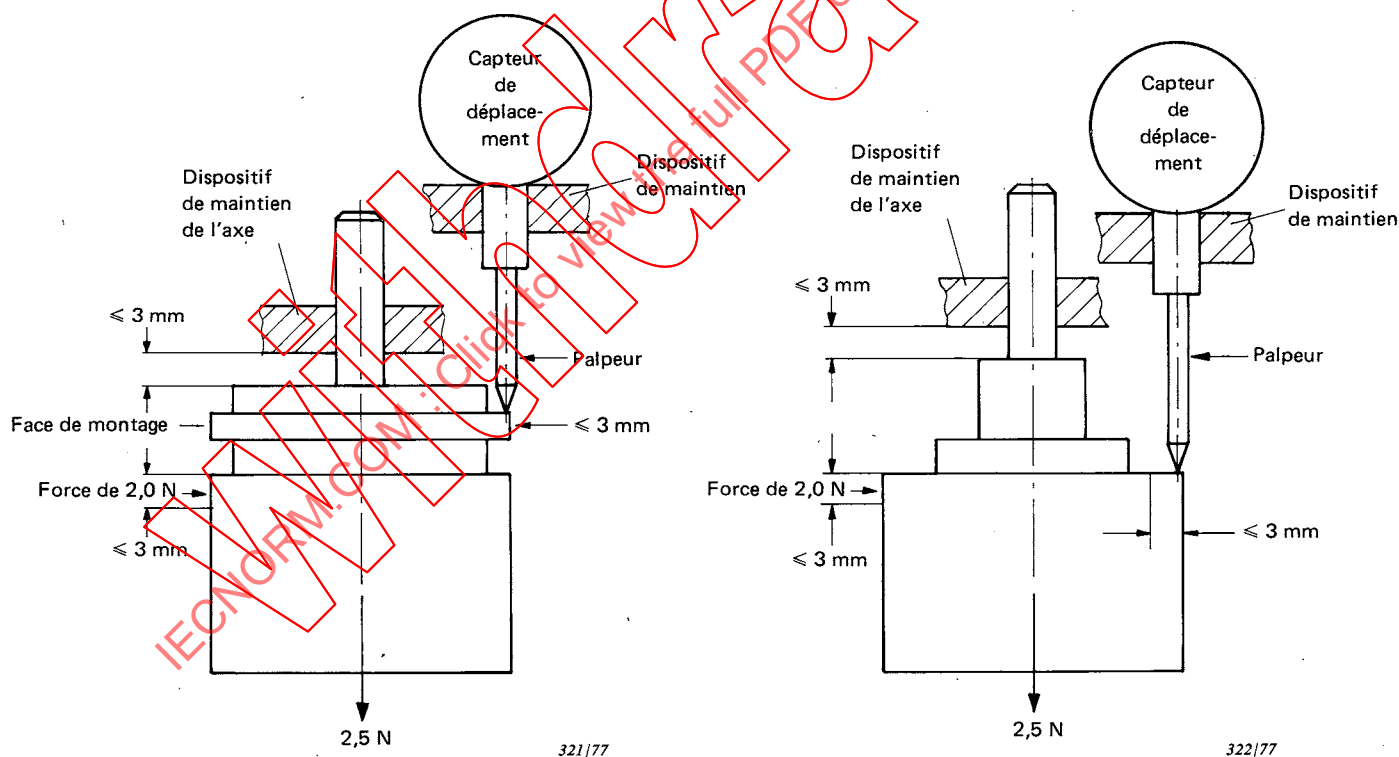


FIG. 12. — Voilage de l'axe de commande.

10.3 Excentricité de la portée de centrage

L'excentricité de la portée de centrage par rapport à l'axe de rotation de l'axe de commande doit être conforme aux exigences prescrites par la spécification particulière. L'excentricité est mesurée sur la portée de centrage, l'axe de commande étant maintenu et le corps du potentiomètre étant mis en rotation tandis qu'une force spécifiée est appliquée radialement au corps du potentiomètre.

The potentiometer shall be mounted firmly in the spindle holding fixture with the spindle in a vertical position (see Figure 12). The spindle shall be clamped within 3 mm of the front surface of the potentiometer without interference and held rigidly with respect to the dial indicator. The potentiometer body shall remain free to rotate. Care shall be taken to ensure that the spindle is not distorted in any way by the mode of clamping or the inherent weight of the potentiometer body.

The dial indicator shall be positioned so that its probe contacts the smooth portion of the mounting surface of the potentiometer less than 3 mm from the outside edge of the mounting surface. A 2.0 N force shall be applied normally to the centre line of the spindle axis, on the potentiometer body within 3 mm of the mounting surface.

Simultaneously a force of 2.5 N shall be applied axially on the centre line of the potentiometer. These loads serve to remove radial play and end play of the spindle. For small diameter spindles, the magnitude of the force applied shall be reduced so that it never exceeds that which would cause the spindle to deflect more than one-tenth the spindle run-out limit. The probe shall be depressed sufficiently to ensure a proper positive and negative indication during rotation of the potentiometer. The body of the potentiometer shall then be slowly rotated through 360° or through the total mechanical travel whichever is less. The lateral run-out is the total indicator reading determined by adding the maximum positive and negative readings, without regard to algebraic signs, divided by the mounting surface radius to the point of measurement and shall not exceed the value prescribed in the detail specification.

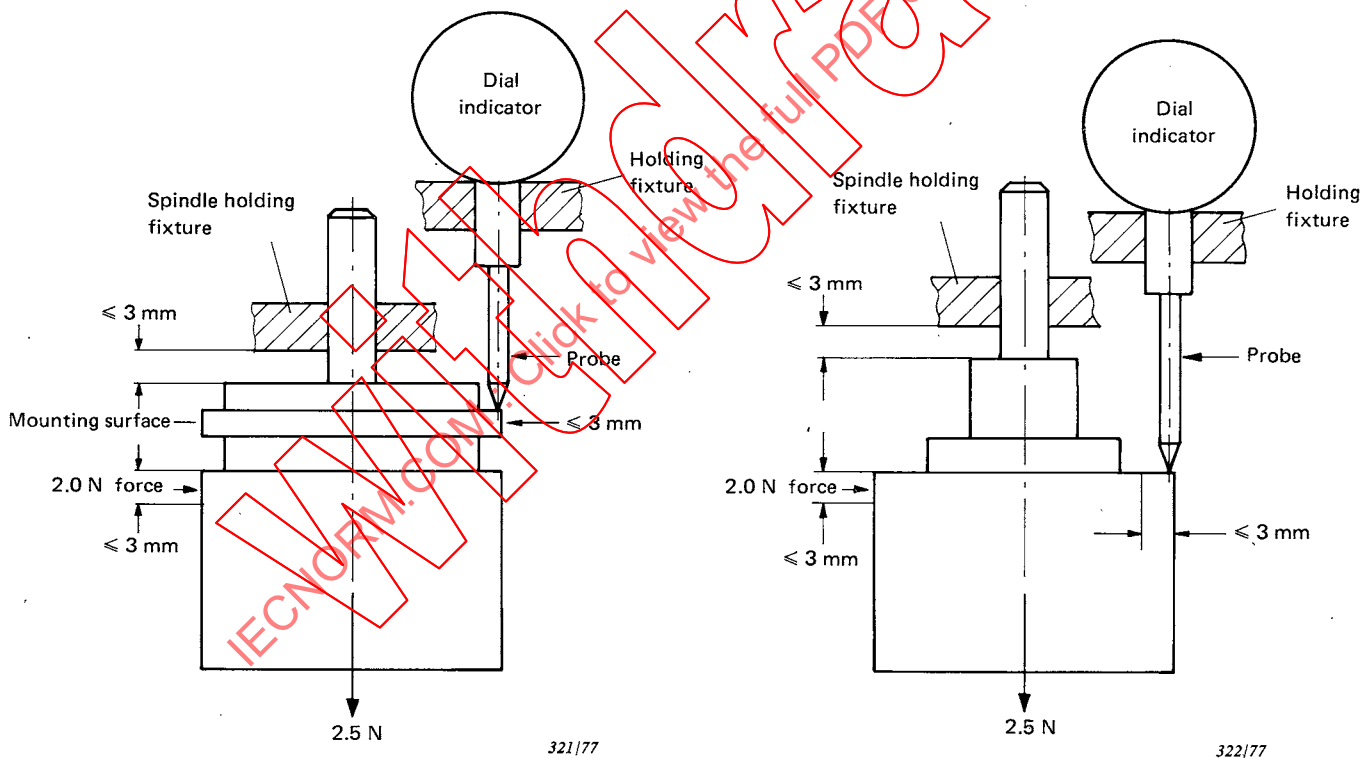


FIG. 12. – Lateral run-out.

10.3 Spigot diameter run-out

The eccentricity of the spigot diameter with respect to the rotational axis of the spindle shall be as prescribed in the detail specification. It shall be measured on the spigot diameter when the spindle is held and the body of the potentiometer is rotated while a specified load is applied radially to the body of the potentiometer.

Le potentiomètre doit être fixé solidement dans le dispositif de maintien de l'axe de commande, ce dernier étant placé verticalement (voir figure 13). L'axe de commande doit être immobilisé par serrage à moins de 3 mm de l'avant du potentiomètre, et maintenu rigidement par rapport au capteur de déplacement.

Le corps du potentiomètre doit rester libre de tourner. Il faut prendre soin que le mode de serrage, ou le poids propre du potentiomètre, n'entraîne une déformation de l'axe de commande. Le capteur de déplacement doit être placé de telle manière que le palpeur touche la périphérie de la portée de centrage près de son milieu. Une force de 2 N est appliquée sur le corps du potentiomètre perpendiculairement à son axe de commande à moins de 3 mm de la face de montage afin d'éliminer le jeu radial de l'axe de commande. Pour les axes de commande de grande longueur ou de faible diamètre l'amplitude de la force appliquée devrait être réduite de façon à ne jamais dépasser la valeur de la force provoquant une flexion de l'axe supérieure au dixième de la limite spécifiée pour le voilage de l'axe de commande. Le palpeur est abaissé suffisamment pour assurer une indication correcte positive et négative sur le cadran durant la rotation du potentiomètre.

Le corps du potentiomètre doit alors être tourné lentement d'un angle égal à 360° ou à la course mécanique totale (la plus faible de ces deux valeurs). L'excentricité de la portée de centrage est déterminée en additionnant les écarts maximaux positif et négatif, lus sur le capteur de déplacement, sans tenir compte de leur signe algébrique.

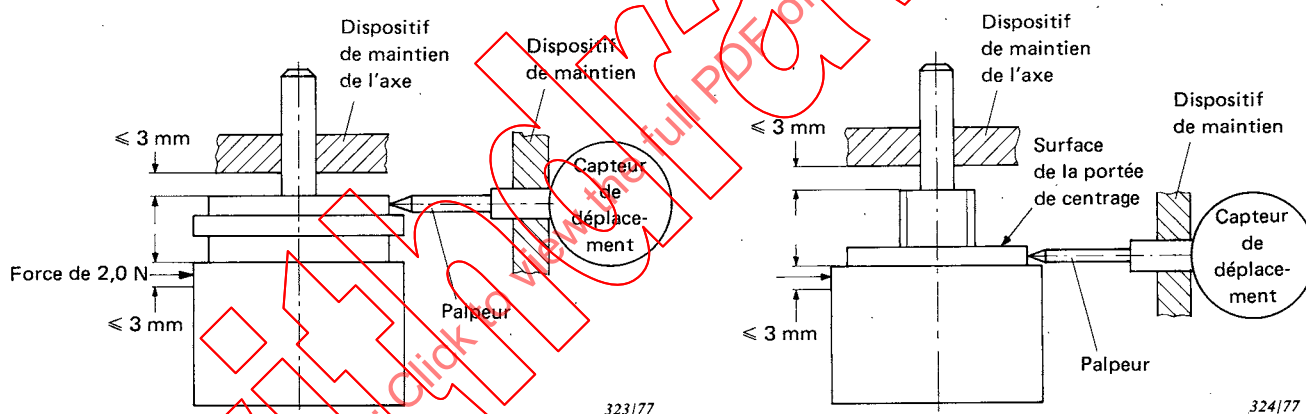


FIG. 13. — Excentricité de la portée de centrage.

10.4 Jeu longitudinal de l'axe de commande

Le déplacement longitudinal total de l'axe de commande, par rapport au corps du potentiomètre, mesuré à l'extrémité de l'axe de commande lorsqu'une force lui est appliquée selon son axe, alternativement dans des directions opposées, doit être conforme aux exigences prescrites par la spécification particulière.

Le potentiomètre doit être monté solidement, par l'intermédiaire de son dispositif normal de fixation, l'axe de commande étant placé verticalement; le corps du potentiomètre doit être monté de façon rigide par rapport au capteur de déplacement et l'axe de commande doit être libre de tourner (voir la figure 14). Le capteur de déplacement doit être placé de telle manière que son palpeur soit parallèle à l'axe de commande (ou perpendiculaire si un capteur de déplacement à palpeur monté sur pivot est utilisé) et affrayant en son milieu.

Le palpeur est abaissé suffisamment pour assurer une indication correcte positive et négative. Une force de 2,0 N est appliquée alternativement dans un sens puis dans l'autre le long de l'axe de commande.

The potentiometer shall be mounted firmly in the spindle holding fixture with the spindle axis in a vertical position (see Figure 13). The spindle shall be clamped within 3 mm of the front surface of the potentiometer without interference and shall be held rigidly with respect to the dial indicator.

The potentiometer body shall remain free to rotate. Care should be taken to ensure that the spindle is not distorted in any way by the mode of clamping or the inherent weight of the potentiometer body. The dial indicator shall be positioned so that its probe contacts the periphery of the spigot surface near the midpoint of the surface. A 2.0 N force shall be applied normally to the centre line of the spindle axis on the potentiometer body within 3 mm of the mounting surface to remove the spindle radial play. For small diameter and/or long spindles the magnitude of the force applied should be reduced so that it never exceeds that which would cause the shaft to deflect more than one-tenth the spindle run-out limit. The probe shall be depressed sufficiently to ensure a proper positive and negative indication of the dial during rotation of the potentiometer.

The body of the potentiometer shall then be slowly rotated through 360° or through the total mechanical travel, whichever is less. The spigot diameter run-out is the total indicated reading determined by adding the maximum positive and negative readings, without regard to algebraic signs, and shall not exceed the value prescribed in the detail specification.

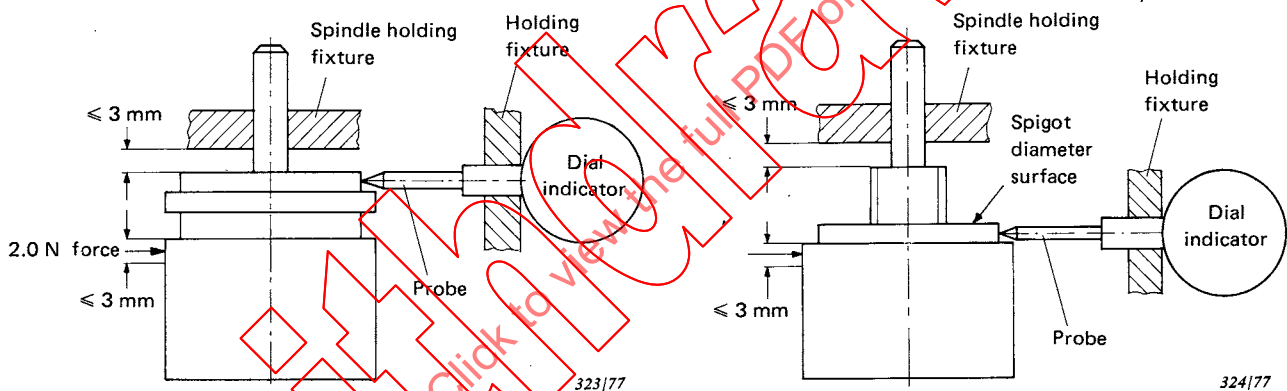


FIG. 13. — Spigot diameter run-out.

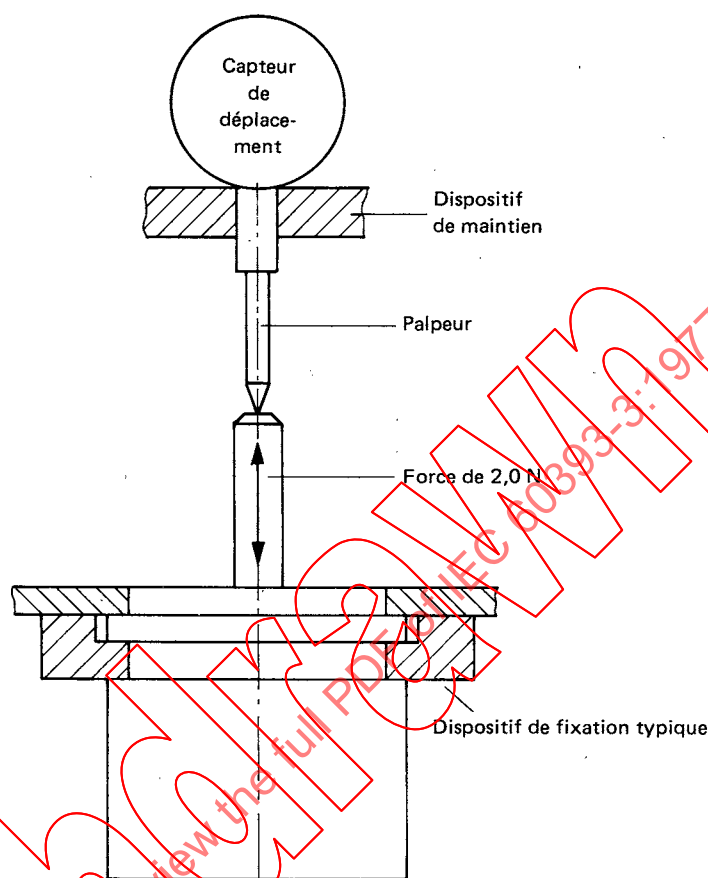
10.4 Spindle end play

The total axial excursion of the spindle with respect to the potentiometer body, indicated at the end of the spindle with a specified axial load applied alternately in opposite directions shall be as prescribed in the detail specification.

The potentiometer shall be mounted firmly by its normal means with the spindle axis in a vertical position and held rigidly with respect to the dial indicator, leaving the shaft free to rotate (see Figure 14). The dial indicator shall be positioned with its probe parallel (or normal if pivot pointer indicator is used) to the axis of the spindle on the centre line.

The probe shall be depressed sufficiently to ensure a proper positive and negative indication. A 2.0 N force shall be applied alternately in opposite directions along the axis of the spindle.

Le jeu longitudinal de l'axe de commande est déterminé en additionnant les écarts maximaux positif et négatif, lus sur le capteur de déplacement, sans tenir compte de leur signe algébrique.



325/77

FIG. 14. — Jeu longitudinal de l'axe de commande.

11. Essais d'environnement

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent de préférence être choisies parmi les suivantes :

11.1 Secousses

La spécification particulière doit spécifier lequel des deux essais, secousses ou chocs, doit être appliqué.

Selon le paragraphe 6.25 de la Publication 393-1 de la CEI compte tenu des modalités suivantes :

Accélération : 390 m/s^2 .

Nombre total de secousses : 4 000.

Exigences pour les variations de résistance, voir article 12.

11.2 Chocs

La spécification particulière doit spécifier lequel des deux essais, chocs ou secousses, doit être appliqué.

Selon le paragraphe 6.32 de la Publication 393-1A (1977) de la CEI, compte tenu des modalités suivantes :