

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60190

Première édition
First edition
1966-01

Potentiomètres non bobinés Type 2

Non-wirewound potentiometers Type 2



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60190: 1966

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
60190**

Première édition
First edition
1966-01

Potentiomètres non bobinés Type 2

Non-wirewound potentiometers Type 2

© IEC 1966 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

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Terminologie	8
4. Classification en catégories	16
5. Valeurs normales de la résistance nominale	16
6. Tolérances sur la résistance nominale	16
7. Valeurs normales de la dissipation nominale	16
8. Valeurs normales de la tension limite de l'élément	18
9. Valeurs normales de la tension d'isolation	18
10. Marquage	18

SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES POUR LES MÉTHODES D'ESSAIS ET DE MESURES

11. Essais de type	20
12. Programme des essais de type	20
13. Conditions normales d'essais	22
14. Examen visuel et vérifications dimensionnelles	24
15. Essais électriques	24
15.1 Continuité	24
15.2 Résistance	24
15.3 Résistances résiduelles	26
15.4 Atténuation	28
15.5 Loi de variation de la résistance	28
15.6 Equilibrage de la loi de variation	30
15.7 Résistance de contact de l'interrupteur	30
15.8 Rigidité diélectrique	32
15.9 Résistance d'isolement	34
15.10 Bruit rotationnel	34
15.11 Caractéristique résistance-température	34
16. Essais mécaniques	36
16.1 Couple d'entraînement	36
16.2 Couple de butée	36
16.3 Traction et poussée sur l'axe de commande	38
16.4 Robustesse des sorties	38
17. Étanchéité	40
17.1 Étanchéité de l'axe et de la fixation	40
17.2 Étanchéité du boîtier	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7

SECTION ONE — GENERAL

Clause	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Terminology	9
4. Classification into categories	17
5. Standard values of rated resistance	17
6. Tolerances on rated resistance	17
7. Standard values of rated dissipation	17
8. Standard values of limiting element voltage	19
9. Standard values of isolation voltage	19
10. Marking	19

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

11. Type tests	21
12. Schedule for type tests	21
13. Standard conditions for testing	23
14. Visual examination and check of dimensions	25
15. Electrical tests	25
15.1 Continuity	25
15.2 Resistance	25
15.3 Minimum resistance	27
15.4 Attenuation	29
15.5 Resistance law	29
15.6 Matching of the resistance law	31
15.7 Switch-contact resistance	31
15.8 Voltage proof	33
15.9 Insulation resistance	35
15.10 Rotational noise	35
15.11 Temperature characteristic	35
16. Mechanical tests	37
16.1 Operating torque	37
16.2 End stop torque	37
16.3 Thrust and pull on the control spindle	39
16.4 Robustness of terminations	39
17. Sealing	41
17.1 Spindle sealed and panel sealed potentiometers	41
17.2 Container sealed potentiometers	41

18. Soudure	40
19. Variations rapides de température	42
20. Vibrations	42
21. Secousses	42
22. Séquence climatique	42
22.1 Mesures initiales	42
22.2 Chaleur sèche	42
22.3 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	44
22.4 Froid	44
22.5 Basse pression atmosphérique.	44
22.6 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	44
22.7 Mesures finales	46
23. Chaleur humide (essai de longue durée)	46
24. Endurance mécanique	50
24.1 Potentiomètre	50
24.2 Interrupteur	50
25. Endurance électrique	52
 ANNEXE: Une méthode convenant à la mesure du bruit rotationnel	 56

18. Soldering	41
19. Rapid change of temperature	43
20. Vibration	43
21. Bumping	43
22. Climatic sequence	43
22.1 Initial measurements	43
22.2 Dry heat	43
22.3 Damp heat (accelerated) first cycle	45
22.4 Cold	45
22.5 Low air pressure	45
22.6 Damp heat (accelerated) remaining cycles	45
22.7 Final tests and measurements	47
23. Damp heat (long term exposure)	47
24. Endurance, mechanical	51
24.1 Potentiometer	51
24.2 Switch	51
25. Endurance, electrical	53
APPENDIX: A suitable method for measuring rotational noise	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

POTENTIOMÈTRES NON BOBINÉS TYPE 2

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

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Un projet élaboré après la réunion de Munich, en 1956, fut discuté au cours des réunions tenues à Stockholm en 1958, à Ulm en 1959 et à Interlaken en 1961. A la suite de cette dernière réunion, un document révisé fut soumis à l'approbation des Comités nationaux selon la Règle des Six Mois en février 1962.

Des modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en mars 1963 et en octobre 1963:

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

Afrique du Sud
Autriche
Belgique
Canada
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
France
Japon
Norvège
Pays-Bas

Pologne
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Yougoslavie

Cette recommandation doit être utilisée conjointement avec les Publications 65: Règles de sécurité pour les récepteurs radiophoniques reliés à un réseau de distribution d'énergie, et 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NON-WIREWOUND POTENTIOMETERS TYPE 2

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

PREFACE

This Recommendation was prepared by IEC Technical Committee No. 40, Capacitors and Resistors for Electronic Equipment.

A draft prepared after the meeting held in Munich in 1956, was discussed during the meetings held in Stockholm in 1958, in Ulm in 1959 and in Interlaken in 1961. As a result of the latter meeting, a revised document was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1962.

Amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in March 1963 and in October 1963.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Romania
Belgium	South Africa
Canada	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
France	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America
Norway	Yugoslavia
Poland	

This Recommendation is intended to be used in conjunction with IEC Publication 65, Safety Requirements for Electric Mains-operated Radio Receiving Apparatus, and IEC Publication 68, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment.

POTENTIOMÈTRES NON BOBINÉS TYPE 2

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Cette recommandation est relative aux potentiomètres non bobinés Type 2 munis ou non d'interrupteur, ayant une résistance nominale inférieure ou égale à $2,2 \text{ M}\Omega$ et destinés à être utilisés dans le matériel de télécommunication et dans des appareils électroniques utilisant des techniques analogues. Elle ne s'applique ni aux potentiomètres conçus spécifiquement pour être utilisés en tant que résistances ajustables ni aux potentiomètres incorporés au bouton de commande (potentiomètres bouton).

Notes 1. — Les potentiomètres peuvent être constitués par un ou plusieurs éléments résistants commandés par un même axe ou par des axes concentriques. Dans cette recommandation, chaque élément résistant doit être traité séparément sauf en ce qui concerne les prescriptions relatives à l'équilibrage.

2. — Cette recommandation s'applique aux interrupteurs lorsque ces derniers sont inclus dans le potentiomètre.

3. — Lorsque l'interrupteur est relié au réseau de distribution d'énergie, les règles de sécurité de la Publication 65 de la CEI doivent être respectées.

2. Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés électriques, mécaniques, et climatiques des potentiomètres, décrire les méthodes d'essai et donner des recommandations pour la normalisation de leurs dimensions et pour leur classification en catégories d'après leur aptitude à supporter des conditions extrêmes de température, d'humidité, de pression ou des contraintes mécaniques.

3. Terminologie

3.1 Potentiomètre Type 2

Un potentiomètre Type 2 est un potentiomètre d'un type spécifiquement adapté à l'utilisation dans les circuits où une haute stabilité de la résistance n'a pas une importance majeure.

3.2 Potentiomètre Type 1 (à titre d'information seulement)

Un potentiomètre Type 1 est un potentiomètre d'un type spécifiquement adapté à l'utilisation dans des circuits où une haute stabilité de la résistance est essentielle.

3.3 Loi de variation de la résistance

Les potentiomètres non bobinés Type 2 sont classés en :

- | | |
|---|---------|
| – Potentiomètres à loi de variation linéaire | : Loi A |
| – Potentiomètres à loi de variation logarithmique | : Loi B |
| – Potentiomètres à loi de variation logarithmique inverse | : Loi C |

NON-WIREWOUND POTENTIOMETERS TYPE 2

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation relates to non-wirewound potentiometers Type 2 with or without switch, with a nominal resistance value up to and including 2.2 M Ω for use in equipment for telecommunication and in electronic devices employing similar techniques. It does not apply to potentiometers designed specifically for use only as pre-set potentiometers or to rim controlled (button) potentiometers.

Notes 1. — Potentiometers may consist of one or more resistor units controlled by one spindle or by separate concentric spindles. Each resistor unit shall be treated as a separate potentiometer for the purpose of this Recommendation, except where a matching requirement exists.

2. — This Recommendation covers switches when these are fitted to potentiometers.

3. — When the switch is connected to the mains supply, safety rules, laid down in IEC Publication 65, should be followed.

2. Object

To establish uniform requirements for judging the electrical, mechanical, and climatic properties of non-wirewound potentiometers, to describe test methods and to give recommendations for standard dimensions and for classification into categories according to their ability to withstand extremes of temperature, humidity, pressure or mechanical stress.

3. Terminology

3.1 *Potentiometer Type 2*

A potentiometer Type 2 is a potentiometer of a type suitable for application in circuits where high stability of the resistance is not of major importance.

3.2 *Potentiometer Type 1 (for information only)*

A potentiometer Type 1 is a potentiometer especially suitable for application in circuits where high stability of resistance is essential.

3.3 *Resistance law*

Non-wirewound potentiometers Type 2 are classified as follows:

- | | |
|--|---------|
| – Potentiometers with linear law | : Law A |
| – Potentiometers with logarithmic law | : Law B |
| – Potentiometers with reversed logarithmic law | : Law C |

Les figures 1 à 3 indiquent les lois approximatives, les limites d'essai étant données au paragraphe 15.5.

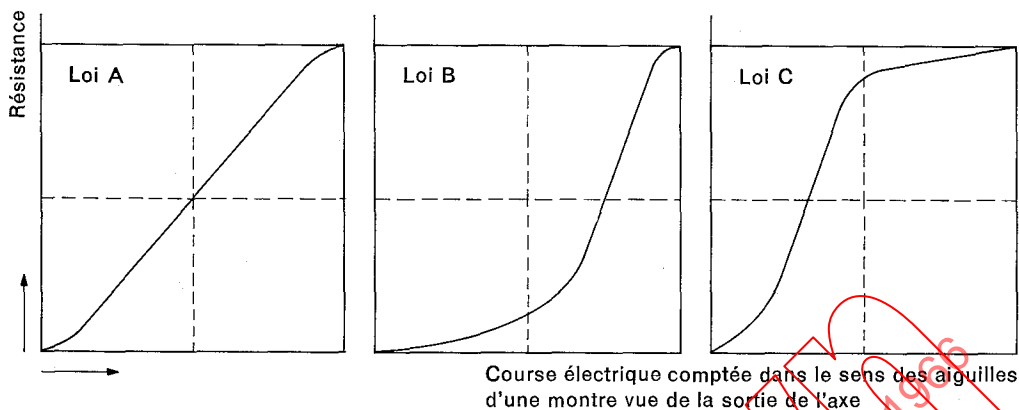


FIGURE 1

FIGURE 2

FIGURE 3

3.4 Désignation des sorties

Dans cette recommandation les trois sorties du potentiomètre sont désignées comme suit:

- a) est la sortie la plus près électriquement du contact mobile lorsque l'axe est tourné complètement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre vue de la sortie de l'axe;
- b) est la sortie reliée au contact mobile (curseur);
- c) est l'autre sortie.

3.5 Résistance nominale

La résistance nominale d'un potentiomètre non bobiné est la valeur nominale de la résistance entre les sorties *a* et *c* lorsque le curseur est placé en fin de course dans un sens ou dans l'autre.

3.6 Dissipation nominale

La dissipation nominale d'un potentiomètre non bobiné Type 2 est la dissipation maximale admissible lorsque, le potentiomètre étant monté comme spécifié au paragraphe 25.3, une tension est appliquée en permanence entre ses sorties *a* et *c* à la température ambiante de 40°C, à condition que cette tension ne soit pas supérieure à la tension limite de l'élément.

Note. — Lorsque l'on choisit un potentiomètre pour un usage particulier, il faut tenir compte des considérations suivantes:

- i) le potentiomètre, en fonctionnant, peut contribuer à l'élévation de température de l'appareil;
- ii) le potentiomètre peut être chauffé par rayonnement issu des pièces voisines;
- iii) la façon dont le potentiomètre est monté influence la distribution de sa température de surface et, par suite, sa température maximale;
- iv) des conditions défavorables de température, de pression atmosphérique et de sources d'alimentation peuvent accroître l'élévation de température de l'appareil.

3.7 Dissipation de catégorie

La dissipation de catégorie d'un potentiomètre non bobiné Type 2 est la dissipation maximale admissible lorsque, le potentiomètre étant monté comme spécifié au paragraphe 25.3, une

Figures 1 to 3 below indicate the approximate laws, the test limits being given in Sub-clause 15.5.

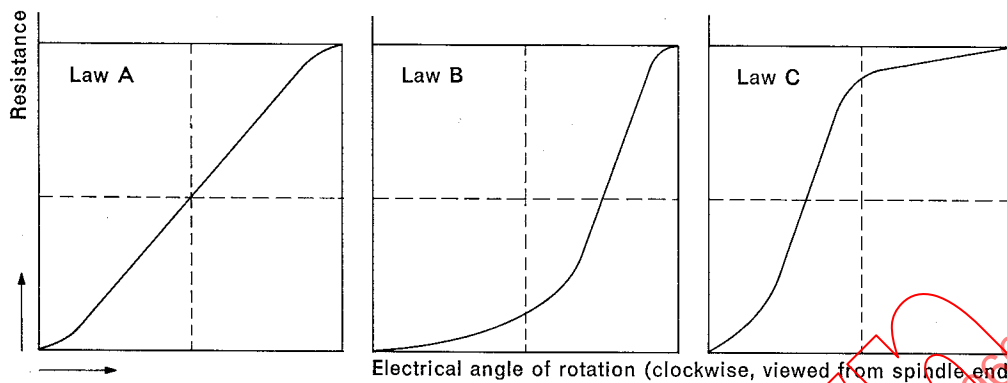


FIGURE 1

FIGURE 2

FIGURE 3

3.4 Designation of terminations

In this Recommendation, the three terminations of the potentiometer are designated as follows:

- a) is the end termination electrically nearest to the movable contact with the spindle set fully anti-clockwise as viewed from the shaft end;
- b) is the termination of the moving contact (slider);
- c) is the other end termination.

3.5 Rated resistance

The rated resistance of a non-wirewound potentiometer is the nominal value of the resistance between end terminations *a* and *c* when the control spindle is set at either end of electrical rotation.

3.6 Rated dissipation

The rated dissipation of a non-wirewound potentiometer Type 2 is the maximum allowable dissipation when the potentiometer, mounted as specified in Sub-clause 25.3, is continuously loaded between the end terminations *a* and *c*, at an ambient temperature of 40°C, subject to the limiting element voltage not being exceeded.

Note. — When choosing a potentiometer for a certain application the following must be taken into account:

- i) the potentiometer when working may contribute to the temperature rise of the apparatus.
- ii) the potentiometer may be heated by radiation from neighbouring parts;
- iii) the way of mounting of the potentiometer influences the temperature distribution on the surface of the resistor, and therewith the maximum temperature of the resistor;
- iv) unfavourable conditions of temperature, atmospheric pressure and supply voltage may increase the temperature rise of the apparatus.

3.7 Category dissipation

The category dissipation of a non-wirewound potentiometer Type 2 is the maximum allowable dissipation when the potentiometer, mounted as specified in Sub-clause 25.3, is continuously

tension est appliquée en permanence entre ses sorties *a* et *c*, à la température maximale de sa catégorie, à condition que cette tension ne soit pas supérieure à la tension limite de l'élément. La dissipation de catégorie doit être au moins égale à 25 % de la dissipation nominale.

3.8 Tension limite de l'élément

Pour les potentiomètres de faible valeur, la tension maximale qui peut être appliquée à la résistance est calculée à partir de la dissipation nominale et de la valeur de la résistance.

Pour les potentiomètres de forte valeur, la tension calculée de cette manière ne peut être appliquée à la résistance car la tension maximale, pouvant être appliquée à une résistance, dépend des dimensions et de la construction de la résistance. Cette tension maximale est appelée tension limite de l'élément.

3.9 Tension d'isolation

La tension d'isolation est la tension de crête maximale qui peut être appliquée en service entre les sorties du potentiomètre et les autres parties externes reliées entre elles lorsque le potentiomètre est normalement monté.

3.10 Courant de curseur limite

Le courant de curseur limite est le courant maximal qui peut circuler entre l'élément et le curseur.

3.11 Plage nominale de température

La plage nominale de température est la plage des températures ambiantes pour lesquelles le potentiomètre a été étudié en vue d'un fonctionnement permanent, en tenant compte des prescriptions des paragraphes 3.6 et 3.7. Cette plage correspond aux températures limites de la catégorie du potentiomètre.

3.12 Potentiomètres à fixation et/ou à passage d'axe étanches

Les potentiomètres à fixation et/ou à passage d'axe étanches sont ceux munis de joints d'étanchéité de la fixation et/ou de l'axe destinés à éviter que l'humidité ne pénètre dans tout appareil sur lequel ils sont montés.

3.13 Potentiomètre en boîtier étanche

Un potentiomètre en boîtier étanche est un potentiomètre dans lequel le boîtier qui l'entoure et le canon sont étanches aux gaz.

3.14 Angle de rotation

La course (angle total de rotation) mécanique du curseur pour tous les types de potentiomètres et la course électrique du curseur pour les potentiomètres munis ou non d'interrupteur sont indiquées sur la figure 4.

La course électrique des potentiomètres munis d'interrupteurs est égale à l'angle de rotation depuis la butée opposée à l'interrupteur jusqu'au point où le mécanisme de déclenchement s'engage pour ouvrir l'interrupteur.

loaded between the end terminations *a* and *c*, at an ambient temperature equal to its rated maximum category temperature, subject to the limiting element voltage not being exceeded. The category dissipation shall be $\geq 25\%$ of the rated dissipation.

3.8 *Limiting element voltage*

At low values of resistance the maximum voltage that may be applied to a potentiometer is calculated from the rated dissipation and the resistance value.

At high values of resistance the voltage calculated in this way may not be applicable to a potentiometer because the maximum voltage that may be applied to a potentiometer is dependent on its size and construction. This maximum voltage is described as the limiting element voltage.

3.9 *Isolation voltage*

The isolation voltage is the maximum peak voltage which may be applied in use between the potentiometer terminations and other external parts connected together when the potentiometer is normally mounted.

3.10 *Limiting slider current*

The limiting slider current is the maximum current that may be passed between element and slider.

3.11 *Rated temperature range*

The rated temperature range is the range of ambient temperatures for which the potentiometer is designed for continuous operation, taking into account Sub-clauses 3.6 and 3.7; this corresponds to the temperature limits of the appropriate category.

3.12 *Potentiometers with a panel seal, a spindle seal or both*

Panel sealed and/or spindle sealed potentiometers are those in which a spindle seal and/or a panel seal are provided to prevent moisture from entering any equipment in which they are mounted.

3.13 *Container sealed potentiometer*

A container sealed potentiometer is one in which the spindle bearing and the container housing of the potentiometer itself are gas-tight.

3.14 *Angle of rotation*

The total mechanical rotation for all potentiometers and the electrical rotation for potentiometers with switch and for potentiometers without switch are as shown in Figure 4.

The electrical rotation of potentiometers with switches shall be equal to the rotation from the stop at the end opposite the switch to the point where the members engage to actuate the switch to the off position.

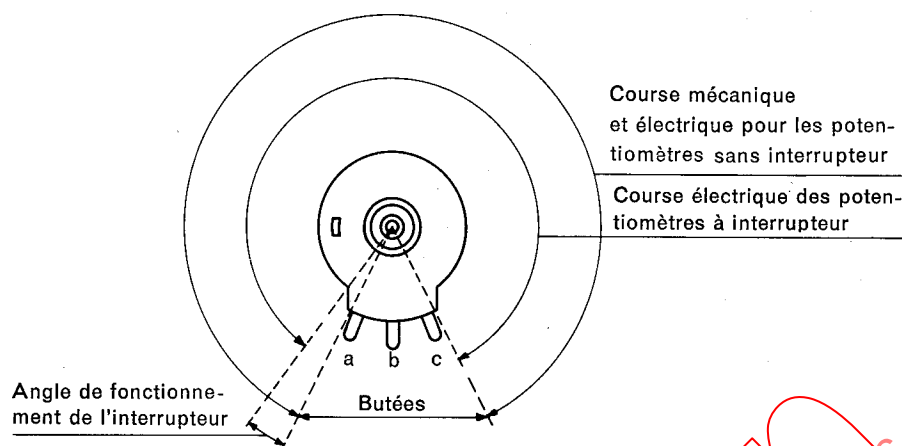


FIG. 4. — Définition des angles de rotation (vu de la sortie de l'axe).

3.15 Type

Un type comprend des produits de conception identique, fabriqués selon les mêmes techniques, et dont les caractéristiques nominales sont comprises dans la gamme usuelle du fabricant.

Notes 1. — On ne tient pas compte des accessoires de fixation, pour autant qu'ils n'ont pas d'influence sensible sur les résultats des essais.

2. — Les caractéristiques nominales comprennent une combinaison:

- a) des caractéristiques électriques nominales;
- b) des dimensions;
- c) de la catégorie climatique.

3. — Les limites de la gamme des caractéristiques nominales feront l'objet d'un accord entre client et fabricant.

3.16 Essais de type

Les essais de type d'un produit sont constitués par l'ensemble des essais à effectuer sur un nombre de spécimens représentatifs du type, dans le but de déterminer si un fabricant particulier peut être considéré comme capable de fabriquer des produits satisfaisant à la spécification.

3.19 Approbation de type *

L'approbation de type est la décision prise par l'autorité compétente (le client ou son représentant) suivant laquelle un fabricant donné peut être considéré comme capable de produire en quantités raisonnables le type conforme à la spécification correspondante.

3.18 Essais d'acceptation *

Les essais d'acceptation sont les essais effectués pour décider de l'acceptation d'une fourniture, par accord entre le fabricant et le client. L'accord couvrira:

- a) la taille de l'échantillon;
- b) le choix des essais;
- c) la mesure dans laquelle les spécimens d'essais devront être conformes aux exigences des essais choisis dans la spécification.

Note. — En cas de désaccord sur les résultats d'essais, les méthodes d'essais normalisées de la CEI seront utilisées pour les essais d'acceptation.

* Cette recommandation ne concernant que les essais de type, ces définitions ne sont données qu'à titre d'information.

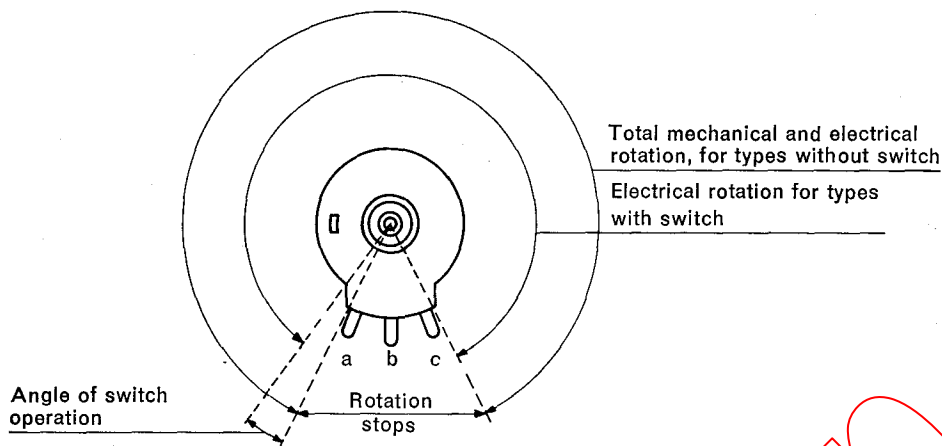


FIG. 4. — Definition of rotation (spindle-end view).

3.15 Type

A type comprises products having similar design features manufactured by the same techniques and falling within the manufacturer's usual range of ratings for these products.

Notes 1. — Mounting accessories are ignored, provided they have no significant effect on the test results.

2. — Ratings cover the combination of:

- a) electrical ratings;
- b) sizes;
- c) environmental category.

3. — The limits of the range of ratings shall be agreed between customer and manufacturer.

3.16 Type test

The type test of a product is the complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer can be considered to be able to produce products meeting the specification.

3.17 Type approval *

Type approval is the decision by the proper authority (the customer himself or his nominee) that a particular manufacturer can be considered to be able to produce in reasonable quantities the type meeting the specification.

3.18 Acceptance tests *

Acceptance tests are tests carried out to determine the acceptability of a consignment on a basis of an agreement between customer and manufacturer. The agreement shall cover:

- a) the sample size;
- b) the selection of tests;
- c) the extent to which the test specimens shall conform to the requirements for the selected tests of the specification.

Note. — In cases of divergent test results, the IEC standard test methods shall be used for acceptance tests.

* As this Recommendation only covers type tests, these definitions are included solely for information.

3.19 Essais de contrôle de fabrication *

Les essais de contrôle de fabrication sont les essais effectués par le fabricant pour s'assurer que ses produits satisfont à la spécification.

4. Classification en catégories

4.1 Les potentiomètres non bobinés sont classés en catégories conformément aux règles générales données à cet effet dans la Publication 68 de la CEI.

4.2 Les catégories préférentielles suivantes ont été choisies :

55/085/56
25/070/21
10/070/21
25/070/04
10/070/04

4.3 Les plages nominales de températures et les durées de l'essai de longue durée de chaleur humide sont les suivantes :

Catégorie	Plage nominale de températures	Chaleur humide, longue durée
55/085/56	-55 °C à +85 °C	56 jours
25/070/21	-25 °C à +70 °C	21 jours
10/070/21	-10 °C à +70 °C	21 jours
25/070/04	-25 °C à +70 °C	4 jours
10/070/04	-10 °C à +70 °C	4 jours

5. Valeurs normales de la résistance nominale

Les valeurs normales de la résistance nominale sont :

100 – 220 – 470 – 1 000 – 2 200 – 4 700 – 10 000 – 22 000 – 47 000 Ω
0,1 – 0,22 – 0,47 – 1 – 2,2 MΩ.

6. Tolérances sur la résistance nominale

Les tolérances sur la résistance nominale sont :

Résistance nominale (mégohm)	Tolérance normale	Tolérance spéciale
< 0,22	± 20%	± 10%
≥ 0,22	± 30%	± 20%

7. Valeurs normales de la dissipation nominale

Les valeurs normales de la dissipation nominale sont: 0,1 – 0,25 – 0,5 – 1 et 2 W.

* Cette recommandation ne concernant que les essais de type, ces définitions ne sont données qu'à titre d'information.

3.19 Factory tests *

Factory tests are those tests carried out by the manufacturer to verify that his products meet the specification.

4. Classification into categories

4.1 Non-wirewound potentiometers are classified into categories, according to the general rules which are given for this in IEC Publication 68.

4.2 The following preferred categories have been selected:

55/085/56
25/070/21
10/070/21
25/070/04
10/070/04

4.3 The temperature ranges and the durations of the long term damp heat test thus are:

Category	Rated temperature range	Damp heat, long term
55/085/56	—55 °C to +85 °C	56 days
25/070/21	—25 °C to +70 °C	21 days
10/070/21	—10 °C to +70 °C	21 days
25/070/04	—25 °C to +70 °C	4 days
10/070/04	—10 °C to +70 °C	4 days

5. Standard values of rated resistance

The standard values of the rated resistance are:

100 – 220 – 470 – 1 000 – 2 200 – 4 700 – 10 000 – 22 000 – 47 000 Ω
0.1 – 0.22 – 0.47 – 1 – 2.2 MΩ.

6. Tolerances on rated resistance

The tolerances on rated resistance are:

Rated resistance (megohm)	Standard tolerance	Special tolerance
< 0.22	± 20%	± 10%
≥ 0.22	± 30%	± 20%

7. Standard values of rated dissipation

The standard values of rated dissipation are: 0.1 – 0.25 – 0.5 – 1 and 2 W.

* As this Recommendation only covers type tests, these definitions are included solely for information.

8. Valeurs normales de la tension limite de l'élément (voir paragraphe 3.8)

Les valeurs normales de la tension limite de l'élément sont:

Diamètre		Tension limite de l'élément en V	
mm	in	Loi A	Loi B et Loi C
≤ 16	≤ 5/8	150	100
> 16 ≤ 25	> 5/8 ≤ 1	250	200
> 25	> 1	500	350

9. Valeurs normales de la tension d'isolation

Les valeurs normales de la tension d'isolation sont indiquées dans le tableau suivant:

Diamètre		Tension d'isolation V
mm	in	
≤ 16	≤ 5/8	250
> 16	> 5/8	500

10. Marquage

10.1 Le marquage des indications suivantes, dans l'ordre indiqué ci-après, est requis:

- Résistance nominale et loi de variation;
- Dissipation nominale ou tension limite de l'élément suivant que l'une ou l'autre est applicable;
- Catégorie climatique et dissipation de catégorie;
- Tolérance sur la valeur de la résistance nominale (si elle est différente de la tolérance préférentielle);
- Courant de curseur limite;
- Nom du fabricant ou marque de fabrique;
- Tension d'isolation;
- Semaine (ou mois) et année de fabrication (éventuellement sous forme codifiée);
- Désignation de type du fabricant;
- Référence à cette recommandation et/ou à la spécification nationale applicable au potentiomètre;
- Indication que les résistances sont équilibrées (dans le cas de potentiomètres doubles équilibrés seulement).

Lorsque le potentiomètre est muni d'interrupteur:

- Tension nominale (caractéristiques en courant continu et alternatif suivant le cas);
- Courant nominal (caractéristiques en courant continu et alternatif suivant le cas);
- Correspondance des sorties dans le cas d'interrupteurs bipolaires et sorties à connecter au réseau de distribution d'énergie.

10.2 Le potentiomètre doit porter lisiblement les informations *a)*, *b)*, *k)*, *l)*, *m)* et *n)* et le plus possible des autres indications.

10.3 L'emballage du ou des potentiomètre(s) doit porter lisiblement toutes les informations énumérées ci-dessus.

10.4 Tout marquage supplémentaire doit être effectué de telle sorte qu'il ne puisse y avoir aucune confusion.

8. Standard values of limiting element voltage (see Sub-clause 3.8)

The standard values of limiting element voltage are:

Diameter		Limiting element voltage in V	
mm	in	Law A	Law B and Law C
≤ 16	$\leq \frac{5}{8}$	150	100
> 16 ≤ 25	$> \frac{5}{8}$ ≤ 1	250	200
> 25	> 1	500	350

9. Standard values of isolation voltage

The standard values of isolation voltage are given in the following table:

Diameter		Isolation voltage V
mm	in	
≤ 16	$\leq \frac{5}{8}$	250
> 16	$> \frac{5}{8}$	500

10. Marking

10.1 The following marking information, in the order given below, is required:

- Rated resistance and resistance law;
- Rated dissipation or limiting element voltage, whichever is applicable;
- Appropriate category and category dissipation;
- Tolerance on rated resistance value (if other than standard tolerance);
- Limiting slider current;
- Manufacturer's name or trade mark;
- Isolation voltage;
- Week (or month) and year of manufacture (may be in code);
- Manufacturer's type designation;
- Reference to this Recommendation and/or to the National specification appropriate to the potentiometer;
- Indication that the potentiometers are matched (only in the case of matched potentiometers).

When a switch is fitted to the potentiometer:

- Rated voltage (a.c. and d.c. ratings when appropriate);
- Rated current (a.c. and d.c. ratings when appropriate);
- Corresponding terminals (in the case of double-pole switches), and terminals to be connected to mains supply.

10.2 The component shall be clearly marked with *a)*, *b)*, *k)*, *l)*, *m)* and *n)* above and with as many as possible of the remaining items.

10.3 The package containing the potentiometer(s) shall be clearly marked with all the information listed above.

10.4 Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES POUR LES MÉTHODES D'ESSAIS ET DE MESURES

11. Essais de type

11.1 Cette recommandation ne s'applique qu'à la procédure relative aux essais de type.

Les échantillons seront représentatifs de la gamme des valeurs correspondant au type considéré.

Le nombre approprié de composants à essayer fera l'objet d'un accord entre client et fournisseur (voir note).

Le nombre de composants doit être choisi de telle façon que tout lot soumis à une séquence d'essais ne comprenne pas moins de cinq composants de mêmes valeurs, caractéristiques nominales et type. Lorsqu'il est spécifié dans un essai quelconque de subdiviser le lot en fractions pour différentes procédures d'essai, chaque fraction doit comprendre au moins cinq composants.

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

Note. — Une partie d'une gamme complète, ou des valeurs isolées, prévues dans cette recommandation, peuvent être soumises aux essais en vue d'obtenir une approbation limitée.

11.2 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 composant répond toujours aux exigences de la spécification.

Des défauts mis en évidence au cours de ces derniers essais peuvent 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.

11.3 Tout potentiomètre qui a subi les essais d'approbation de type ou certains d'entre eux ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil ni reversé aux stocks.

12. Programme des essais de type

12.1 Tous les potentiomètres sont soumis aux essais suivants dans l'ordre indiqué ci-après :

Essai	Article
Examen visuel	14
Continuité	15.1
Résistance	15.2
Equilibrage des résistances*	15.6
Résistances résiduelles	15.3
Atténuation	15.4
Loi de variation de la résistance	15.5
Résistance de contact de l'interrupteur	15.7
Couple d'entraînement	16.1
Rigidité diélectrique	15.8
Résistance d'isolement	15.9
Bruit rotationnel	15.10
Étanchéité *	17.

* Si applicable.

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

11. Type tests

11.1 This Recommendation covers procedures for type tests only.

The samples shall be representative of the range of values of the type under consideration.

The appropriate number of specimens to be tested shall be agreed upon between customer and supplier (see Note).

The number of specimens shall be so chosen that any lot subjected to a series of tests shall be not less than five of a particular value, rating and type. Where it is specified in any test that the lot shall be subdivided into parts for different test procedures, then each part shall contain not less than five specimens.

This Recommendation 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 Recommendation may be submitted to these tests in order to gain a limited approval.

11.2 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 requirements 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.

11.3 Any potentiometer that has been subjected to the type tests or any part of them shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

12. Schedule for type tests

12.1 All the potentiometers shall be subjected to the following tests in the order stated below:

Test	Clause
Visual examination	14
Continuity	15.1
Resistance	15.2
Resistance matching *	15.6
Minimum resistances	15.3
Attenuation	15.4
Resistance law	15.5
Switch-contact resistance	15.7
Operating torque	16.1
Voltage proof	15.8
Insulation resistance	15.9
Rotational noise	15.10
Sealing *	17

* Where applicable.

12.2 Les potentiomètres sont alors divisés en quatre lots. Tous les potentiomètres de chaque lot doivent subir les essais suivants dans l'ordre indiqué ci-après :

Essai	Degré de sévérité					Article de la recommandation
	55/085/56	25/070/21	10/070/21	25/070/04	10/070/04	
<i>Premier lot</i>						
Robustesse des sorties	×	×	×	×	×	16.4
Soudure	×	×	×	×	×	18
Variations rapides de température	Na	—	—	—	—	19
Vibrations	Fb IV	Fb VI	—	—	—	20
Secousses	×	×	×	×	×	21
Séquence climatique						22
Chaleur sèche	B V	B VI	B VI	B VI	B VI	22.2
Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	D IV	D V	D V	—	—	22.3
Froid	A IV	A VI	A VII	A VI	A VII	22.4
Basse pression atmosphérique	M IV	—	—	—	—	22.5
Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	D IV	D V	D V	—	—	22.6
Etanchéité (si applicable)	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	17
<i>Deuxième lot</i>						
Chaleur humide (essai de longue durée)	C IV	C V	C V	C VI	C VI	23
Etanchéité (si applicable)	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	17
<i>Troisième lot</i>						
Caractéristiques résistance-température	×	×	×	×	×	15.11
Couple de butée	×	×	×	×	×	16.2
Traction et poussée sur l'axe	×	×	×	×	×	16.3
Endurance mécanique	×	×	×	×	×	24
Etanchéité (si applicable)	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	17
<i>Quatrième lot</i>						
Endurance électrique	×	×	×	×	×	25
Etanchéité (si applicable)	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	Qa et/ou Qc	17

Dans la série des essais effectués sur le premier lot, un intervalle de 3 jours au plus est admis entre chaque essai, à l'exception de l'intervalle séparant le premier cycle de l'essai accéléré de chaleur humide et l'essai de froid; dans ce cas, l'essai de froid doit suivre immédiatement la période de reprise spécifiée pour l'essai de chaleur humide.

Note. — Dans le tableau ci-dessus, le signe « × » indique que la méthode d'essai et les conditions imposées sont fixées à l'article mentionné.

Le tiret (—) indique que l'essai n'est pas effectué.

Les autres indications sont conformes à celles de la Publication 68 de la CEI.

13. Conditions normales d'essais

13.1 Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai fixées dans la Publication 68 de la CEI.

Avant les mesures, les potentiomètres sont stockés à la température de mesure pendant un temps suffisant pour leur permettre d'atteindre en tous leurs points cette température. La période de reprise requise après chaque épreuve est normalement suffisante pour satisfaire ces conditions.

12.2 The potentiometers shall then be divided into four lots. All potentiometers in each lot shall undergo the following tests in the order stated hereafter:

Test	Degree of severity					Clause of this Recommendation
	55/085/56	25/070/21	10/070/21	25/070/04	10/070/04	
<i>First lot</i>						
Robustness of terminations	×	×	×	×	×	16.4
Soldering	×	×	×	×	×	18
Rapid change of temperature	Na	—	—	—	—	19
Vibration	Fb IV	Fb VI	—	—	—	20
Bumping	×	×	×	×	×	21
Climatic sequence						22
Dry heat	B V	B VI	B VI	B VI	B VI	22.2
Damp heat (accelerated) first cycle	D IV	D V	D V	—	—	22.3
Cold	A IV	A VI	A VII	A VI	A VII	22.4
Low air pressure	M IV	—	—	—	—	22.5
Damp heat (accelerated) remaining cycles	D IV	D V	D V	—	—	22.6
Sealing (where applicable)	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	17
<i>Second lot</i>						
Damp heat (long term exposure)	C IV	C V	C V	C VI	C VI	23
Sealing (where applicable)	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	17
<i>Third lot</i>						
Temperature characteristic	×	×	×	×	×	15.11
End stop torque	×	×	×	×	×	16.2
Thrust and pull	×	×	×	×	×	16.3
Mechanical endurance	×	×	×	×	×	24
Sealing (where applicable)	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	17
<i>Fourth lot</i>						
Electrical endurance	×	×	×	×	×	25
Sealing (where applicable)	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	Qa and/or Qc	17

In the series of tests applied to the first lot, an interval of not more than 3 days is permitted between any of these tests, except between accelerated damp heat first cycle and dry cold; in this case the cold test shall follow immediately after the recovery period specified for the damp heat test.

Note. — The sign “×” in the above table indicates that the test procedure and the requirements are laid down in the clause mentioned.

The dash (—) in the table indicates that no test is made.

The other indications are in accordance with those of IEC Publication 68.

13. Standard conditions for testing

13.1 Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in IEC Publication 68.

Before the measurements are made, the potentiometers shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire potentiometer to reach this temperature. The recovery period called for after conditioning is normally sufficient for this purpose.

Lorsque les mesures sont effectuées à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être ramenés à la température spécifiée. La température ambiante à laquelle ont été effectuées les mesures doit être mentionnée sur le procès-verbal d'essai.

Note. — Pendant les mesures, le potentiomètre ne doit pas être exposé aux courants d'air, au rayonnement solaire direct ou à d'autres influences susceptibles de causer des erreurs.

- 13.2 Lorsque dans cette recommandation, il est question de séchage, le potentiomètre doit être conditionné, avant les mesures, par un séjour de 96 ± 4 heures à la température de 55 ± 2 °C et avec une humidité relative ne dépassant pas 20%.

Dès la sortie de l'étuve de conditionnement et jusqu'au début des essais spécifiés, le potentiomètre est alors mis à refroidir dans un dessiccateur contenant un déshydratant approprié, tel que de l'alumine activée ou du silicagel et il doit y rester depuis la sortie de l'étuve jusqu'au début des essais spécifiés.

14. Examen visuel et vérifications dimensionnelles

- 14.1 Les dimensions doivent être vérifiées et être conformes aux valeurs spécifiées.
- 14.2 L'examen visuel doit montrer que l'état de la pièce, l'exécution, le marquage et le fini sont satisfaisants.
- 14.3 Le marquage doit rester lisible et durable.

15. Essais électriques

15.1 Continuité

- 15.1.1 La variation de la résistance entre les sorties *a* et *b* pour les potentiomètres de Lois A et B et entre les sorties *c* et *b* pour les potentiomètres de Loi C doit être raisonnablement uniforme et unidirectionnelle lorsque l'axe de commande est manœuvré lentement.

- 15.1.2 Une tension ne dépassant pas les limites nominales est appliquée aux bornes *a* et *c* du potentiomètre. La variation de la résistance entre les sorties *a* et *b* ou entre *c* et *b* pour les potentiomètres de Loi C est observée au cours d'une manœuvre lente et continue de l'axe de commande sur toute la course électrique dans un sens et dans l'autre.

15.2 Résistance

- 15.2.1 La résistance à 20 °C entre les sorties *a* et *c*, le curseur étant en position de butée, doit être égale à la résistance nominale compte tenu de la tolérance spécifiée.
- 15.2.2 La méthode utilisée pour la mesure des potentiomètres ne doit pas introduire une erreur supérieure à 1%.

La mesure de résistance doit être exécutée en appliquant une source de tension continue pendant un temps aussi bref que possible mais n'excédant en aucun cas 5 secondes de façon que la température ne s'élève pas d'une manière appréciable pendant la mesure.

When measurements are made at a temperature other than the specified temperature, the results shall, where necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

Note. — During measurements the potentiometer shall not be exposed to draughts, direct sun-rays or other influences likely to cause error.

- 13.2 Where drying is called for in this Recommendation, the potentiometer shall be conditioned before measurement is made for 96 ± 4 hours in a dry oven at a temperature of 55 ± 2 °C and with a relative humidity not exceeding 20%.

The potentiometer shall then be allowed to cool in a desiccator using a suitable desiccant, such as activated alumina or silica gel, and shall be kept therein from the time of removal from the oven to the beginning of the specified tests.

14. Visual examination and check of dimensions

- 14.1 The dimensions shall be checked and they shall comply with the specified values.
- 14.2 The condition, workmanship, marking and finish shall be satisfactory as determined by visual examination.
- 14.3 The marking shall be legible and durable.

15. Electrical tests

15.1 *Continuity*

- 15.1.1 The resistance variation between terminations *a* and *b* for Law A and Law B potentiometers and between *c* and *b* for Law C potentiometers shall be reasonably smooth and uni-directional when the control spindle is rotated slowly.
- 15.1.2 The potentiometers shall be loaded in such a way that none of its ratings is exceeded throughout the measurement. The resistance variation between terminations *a* and *b* or between *c* and *b* for Law C potentiometers is observed whilst the control spindle is operated slowly and steadily in each direction through the total angle of rotation.

15.2 *Resistance*

- 15.2.1 The resistance at 20 °C between the end terminations *a* and *c* with the control spindle set in an end position shall correspond with the rated resistance, taking into account the tolerance.
- 15.2.2 The method employed for the measurement shall be such that the error does not exceed 1%.

Measurement of resistance shall be made by using a direct potential applied for as short a time as practicable, but in no case for more than 5 seconds, in order that the temperature of the resistance element will not rise appreciably during measurement.

La tension appliquée à la résistance pendant la mesure doit correspondre au tableau suivant :

Résistance nominale (ohms)	Tension d'essai (volts)
100 à 999	0,5 — 1
1 000 à 9 999	2,5 — 3
10 000 à 99 999	8 — 10
100 000 à 2,2 mégohms	20 — 25

Note. — Pour les potentiomètres de résistance nominale inférieure à 100 Ω la tension de mesure doit être telle que la puissance dissipée pendant la mesure ne soit pas supérieure à 10% de la dissipation nominale.

15.3 Résistances résiduelles

15.3.1 Les résistances résiduelles (résistances minimales) correspondant aux positions de l'axe spécifiées ne doivent pas être supérieures aux valeurs données dans les tableaux du paragraphe 15.3.3.

15.3.2 La méthode de mesure doit avoir une précision de $\pm 5\%$ et la tension appliquée au potentiomètre doit être choisie de façon que le courant traversant la résistance ne dépasse pas le courant limite du curseur.

15.3.3 L'axe de commande est placé en fin de course électrique après rotation en sens inverse des aiguilles d'une montre et la résistance entre les sorties *a* et *b* est mesurée. L'axe de commande est ensuite placé sur l'autre extrémité de la course électrique et la résistance entre les sorties *b* et *c* est mesurée.

Les résistances résiduelles ne doivent pas être supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau suivant :

Résistance nominale		Valeur maximale de la résistance résiduelle				
Supérieure ou égale à	Inférieure à	A chaque fin de course	Fin de course dans le sens des aiguilles d'une montre		Fin de course en sens inverse des aiguilles d'une montre	
		Loi A	Loi B	Loi C	Loi B	Loi C
		ohms	ohms	ohms	ohms	ohms
—	500 Ω	10	20	5	5	20
500 Ω	1 000 Ω	10	50	10	10	50
1 000 Ω	5 000 Ω	25	100	25	25	100
5 000 Ω	10 000 Ω	25	200	25	25	200
10 000 Ω	25 000 Ω	35	250	35	35	250
25 000 Ω	50 000 Ω	35	500	35	35	500
50 000 Ω	0,1 M Ω	50	1 000	35	35	1 000
0,1 M Ω	0,25 M Ω	125	2 500	50	50	2 500
0,25 M Ω	0,5 M Ω	250	5 000	100	100	5 000
0,5 M Ω	1 M Ω	500	10 000	200	200	10 000
1 M Ω	2,2 M Ω	1 000	25 000	500	500	25 000

The voltage applied to the potentiometer during measurement shall be in accordance with the following table:

Rated resistance (ohms)	Test voltage (volts)
100 to 999	0.5 — 1
1 000 to 9 999	2.5 — 3
10 000 to 99 999	8 — 10
100 000 to 2.2 megohms	20 — 25

Note. — For potentiometers below 100 Ω the measuring voltage shall be such that the power dissipated during measurement does not exceed 10% of the rated dissipation.

15.3 Minimum resistance

15.3.1 The minimum resistance with the control spindle in the specified position shall not exceed the value listed in the tables of Sub-clause 15.3.3.

15.3.2 The measuring method shall give an accuracy of $\pm 5\%$ and the voltage applied to the potentiometer shall be so chosen that the limiting slider current is not exceeded.

15.3.3 The control spindle shall be set to its extreme counterclockwise position and the resistance between *a* and *b* shall be measured. The control spindle shall then be set to its extreme clockwise position and the resistance between *b* and *c* shall be measured.

The minimum resistance shall not exceed the values listed in the following table:

		Maximum value of minimum resistance				
Rated resistance		Clockwise and counterclockwise maximum value of minimum resistance	Clockwise maximum value of minimum resistance		Counterclockwise maximum value of minimum resistance	
Equal to or greater than	Less than		Law B	Law C	Law B	Law C
		ohms	ohms	ohms	ohms	ohms
—	500 Ω	10	20	5	5	20
500 Ω	1 000 Ω	10	50	10	10	50
1 000 Ω	5 000 Ω	25	100	25	25	100
5 000 Ω	10 000 Ω	25	200	25	25	200
10 000 Ω	25 000 Ω	35	250	35	35	250
25 000 Ω	50 000 Ω	35	500	35	35	500
50 000 Ω	0.1 M Ω	50	1 000	35	35	1 000
0.1 M Ω	0.25 M Ω	125	2 500	50	50	2 500
0.25 M Ω	0.5 M Ω	250	5 000	100	100	5 000
0.5 M Ω	1 M Ω	500	10 000	200	200	10 000
1 M Ω	2.2 M Ω	1 000	25 000	500	500	25 000

15.4 *Atténuation* (pour les potentiomètres de Loi B et de Loi C de 2 200 Ω et plus lorsqu'ils sont destinés à être utilisés en atténuateurs)

15.4.1 L'atténuation mesurée dans les conditions indiquées ci-après ne doit pas être inférieure à 60 dB.

La mesure est effectuée :

- pour les potentiomètres de Loi B entre les sorties *a* et *b*, l'axe de commande étant placé en fin de course électrique dans le sens inverse des aiguilles d'une montre;
- pour les potentiomètres de Loi C entre les sorties *b* et *c*, l'axe de commande étant placé en fin de course électrique dans le sens des aiguilles d'une montre.

15.4.2 Une tension alternative de fréquence égale à $1\,000 \pm 200$ Hz est appliquée entre les sorties *a* et *c* du potentiomètre en essai. La valeur efficace de cette tension ne doit pas être supérieure à la tension continue spécifiée au paragraphe 15.2. La tension entre les sorties *a* et *b* pour les potentiomètres de Loi B (ou entre les sorties *b* et *c* pour les potentiomètres de Loi C) est mesurée avec un appareil de résistance interne d'au moins 1 M Ω . Cette tension, exprimée en décibels au-dessous de la tension appliquée, est l'atténuation à mesurer.

15.5 *Loi de variation de la résistance*

Une tension n'excédant pas la valeur donnée au paragraphe 15.2 est appliquée entre les sorties *a* et *c* du potentiomètre et la tension apparaissant entre les sorties *a* et *b* (ou entre les sorties *b* et *c* pour les potentiomètres de Loi C) est mesurée avec un voltmètre à haute impédance.

Le rapport $\frac{V_{ab}}{V_{ac}}$ (ou $\frac{V_{bc}}{V_{ac}}$ pour les potentiomètres de Loi C) doit être compris dans les limites indiquées ci-après pour au moins une position de l'axe de commande donnant un point de la course électrique compris dans les limites correspondantes indiquées dans le tableau ci-après :

Potentiomètres de Loi A

Tolérance	Limites de la course électrique en %	Limites du rapport en % $\frac{V_{ab}}{V_{ac}}$	
		Résistance nominale	
		< 0,22 M Ω	$\geq$ 0,22 M Ω
Normale	47 à 53	40 – 60	35 – 65
Spéciale	30 à 36	29,7 – 36,3	
	47 à 53	45 – 55	
	64 à 70	60,3 – 73,7	

15.4 *Attenuation* (for Law B and Law C potentiometers of 2 200 Ω and above, where required for use as an attenuator)

15.4.1 The attenuation, measured under the conditions given below, shall not be less than 60 dB.

Measurement is made:

- for Law B potentiometers between *a* and *b*, with the control spindle set at the counter-clockwise end of the electrical rotation;
- for Law C potentiometers between *b* and *c*, with the control spindle set at the clockwise end of the electrical rotation.

15.4.2 A supply at $1\,000 \pm 200$ Hz (c/s) shall be applied across the terminals *a* and *c* of the potentiometer under test. The r.m.s. voltage shall not exceed the d.c. voltages specified in Sub-clause 15.2. The voltage from *a* to *b* for Law B potentiometers (or *b* to *c* for Law C potentiometers) shall be measured by an instrument having an internal impedance of at least 1 M Ω and this voltage, expressed as decibels below the applied voltage, is the attenuation to be measured.

15.5 *Resistance law*

A voltage not exceeding the voltage given in Sub-clause 15.2 shall be applied to the terminations *a* and *c* of the potentiometer and the voltage between *a* and *b* (or *b* and *c* for Law C potentiometers) shall be measured with a high impedance voltmeter.

The ratio $\frac{V_{ab}}{V_{ac}}$ (or $\frac{V_{bc}}{V_{ac}}$ for Law C potentiometers) shall be within the limits given below when the control spindle is set at some point of the electrical rotation within the limits given in the following table.

For Law A potentiometers

Tolerance	Setting in % of the total angle of electrical rotation	Resistance ratio in % $\frac{V_{ab}}{V_{ac}}$	
		Rated resistance	
		< 0.22 M Ω	≥ 0.22 M Ω
Standard	47 to 53	40 – 60	35 – 65
Special	30 to 36	29.7 – 36.3	
	47 to 53	45 – 55	
	64 to 70	60.3 – 73.7	

Potentiomètres de Loi B ou de Loi C

Tolérance	Limites de la course électrique en %	Limites du rapport en %	
		Loi B	Loi C
Normale	30 à 36	1,5 – 8	10 – 40
	64 à 70	10 – 40	1,5 – 8
Spéciale	30 à 36	2,5 – 7,5	17 – 33
	47 à 53	6 – 14	6 – 14
	64 à 70	17 – 33	2,5 – 7,5

15.6 *Equilibrage de la loi de variation* (pour les potentiomètres doubles seulement)

15.6.1 Une tension n'excédant pas la valeur donnée au paragraphe 15.2 est appliquée entre les sorties *a* et *c* des deux potentiomètres simultanément.

La tension entre les sorties *a* et *b* et la tension entre les sorties *c* et *b* pour les potentiomètres de Loi A,
entre les sorties *a* et *b* pour les potentiomètres de Loi B,
ou entre les sorties *c* et *b* pour les potentiomètres de Loi C,

de l'un des potentiomètres est comparée à la tension correspondante de l'autre potentiomètre pour la même position de l'axe de commande.

15.6.2 Le rapport entre ces deux tensions pour les potentiomètres de Loi A ou la différence des atténuations exprimées en décibels, doit être compris dans les limites indiquées ci-après.

Potentiomètres de Loi A

En tous points compris entre 10% et 90% de la résistance totale, les rapports $\frac{V_{ab}}{V_{ac}}$ (ou $\frac{V_{cb}}{V_{ac}}$) de l'un des deux potentiomètres ne doivent pas excéder 1,25 fois le rapport correspondant de l'autre potentiomètre.

Potentiomètres de Lois B et C

Atténuation $20 \log \frac{V_{ac}}{V_{ab}}$	Différence d'atténuation permise
0 à 20 dB	2 dB
20 à 30 dB	3 dB
30 à 40 dB	4 dB
Plus de 40 dB	Pas de prescription

15.7 *Résistance de contact de l'interrupteur*

15.7.1 La résistance de contact ne doit pas être supérieure à 20 m Ω.

Law B and Law C potentiometers

Tolerance	Setting in % of the total angle of electrical rotation	Resistance ratio in %	
		Law B	Law C
Standard	30 to 36	1.5 – 8	10 – 40
	64 to 70	10 – 40	1.5 – 8
Special	30 to 36	2.5 – 7.5	17 – 33
	47 to 53	6 – 14	6 – 14
	64 to 70	17 – 33	2.5 – 7.5

15.6 *Matching of the resistance law (for tandem potentiometers only)*

15.6.1 A voltage not exceeding the voltage given in Sub-clause 15.2 shall be applied to the terminations *a* and *c* of both potentiometers of the pair.

The voltage across *a* and *b* and *c* and *b* for Law A potentiometers,

or across *a* and *b* for Law B potentiometers,

or across *c* and *b* for Law C potentiometers,

on *one* of the potentiometers shall be compared with the corresponding voltage on the other potentiometer at the identical setting of the control spindle.

15.6.2 The ratio of these two voltages or the difference expressed in decibels shall be within the limits given hereafter.

Law A potentiometers

At any point between 10% and 90% of the total resistance value, the momentary ratio $\frac{V_{ab}}{V_{ac}}$ (or $\frac{V_{cb}}{V_{co}}$) of either of the two potentiometers shall not exceed 1.25 times the corresponding momentary ratio of the other potentiometer.

Law B and Law C potentiometers

Attenuation $20 \log \frac{V_{ac}}{V_{ab}}$	Maximum permissible difference
0 – 20 dB	2 dB
20 – 30 dB	3 dB
30 – 40 dB	4 dB
Over 40 dB	No requirements

15.7 *Switch-contact resistance*

15.7.1 The contact resistance shall not exceed 20 m Ω .

15.7.2 Prescriptions générales pour la mesure

Les mesures peuvent être effectuées en courant continu ou en courant alternatif. En cas de contestation la mesure en courant continu fera foi.

La résistance d'un contact doit normalement être déduite de la chute de tension entre les points prévus pour l'exécution du câblage des contacts. Le contact doit être établi avant que la tension de mesure ne soit appliquée.

Dans le but d'éviter la destruction des pellicules isolantes se trouvant sur les contacts, la force électromotrice du circuit ne doit pas excéder 20 mV (tension continue ou valeur de crête de la tension alternative).

Dans le but d'éviter l'échauffement excessif des contacts, le courant les traversant ne doit pas excéder 1 A ou la valeur spécifiée par la feuille particulière. Dans le cas de mesures en courant alternatif la fréquence doit être de: $1\text{ kHz} \pm 200\text{ Hz}$.

L'appareillage de mesure doit assurer une précision de $\pm 10\%$.

15.7.3 Cycle de mesure

15.7.3.1 Mesure en courant continu

Un cycle de mesure consiste à :

- a) établir le contact;
- b) connecter la source de tension;
- c) effectuer la mesure, le courant circulant dans un sens *;
- d) déconnecter la source de tension;
- e) interrompre le contact.

15.7.3.2 Mesure en courant alternatif

Un cycle de mesure consiste à :

- a) établir le contact;
- b) connecter la source de tension;
- c) effectuer la mesure;
- d) déconnecter la source de tension;
- e) interrompre le contact.

15.7.3.3 Ces cycles de mesure doivent être exécutés en succession immédiate.

15.7.4 Mesure

La résistance de contact doit être mesurée entre chacune des sorties qui sont à connecter par l'organe de commutation.

Sauf spécification contraire, il y a deux cycles de mesure. La moyenne des valeurs ainsi obtenues pour chaque contact est la résistance de contact. La valeur obtenue pour toute mesure individuelle ne doit pas excéder deux fois celle d'une autre mesure quelconque.

15.8 Rigidité diélectrique

15.8.1 Le potentiomètre doit supporter cet essai sans perforation ni contournement.

15.8.2 Le potentiomètre doit être monté normalement sur une plaque métallique dépassant en tous points le contour du potentiomètre d'au moins 6 mm (0,25 in).

* La moitié des spécimens en essai sont essayés avec le courant circulant dans un sens, l'autre moitié avec le courant circulant dans l'autre sens.

15.7.2 General measuring requirements

Measurement may be carried out with d.c. or a.c. In the case of dispute the d.c. measurement shall govern.

The contact resistance shall normally be calculated from the potential difference measured between the points intended for connection of the wiring. The contact shall be made before the measuring voltage is applied.

In order to prevent the breakdown of insulating films on the contacts, the e.m.f. of the measuring circuit shall not exceed 20 mV (d.c. or a.c. peak).

In order to prevent undue heating of the contacts, the current flowing shall not exceed 1 A or the value specified by the relevant data sheet. For a.c. measurements the frequency shall be 1 kHz (kc/s) $\pm$ 200 Hz (c/s).

The measuring apparatus shall be such as to ensure an accuracy of $\pm$ 10%.

15.7.3 Measuring cycle

15.7.3.1 Measurement with d.c.

One measuring cycle consists of:

- a) making the contact;
- b) connection of voltage source;
- c) measurement with current flowing in one direction*;
- d) disconnection of voltage source;
- e) breaking the contact.

15.7.3.2 Measurement with a.c.

One measuring cycle consists of:

- a) making the contact;
- b) connection of voltage source;
- c) measurement;
- d) disconnection of voltage source;
- e) breaking the contact.

15.7.3.3 Measuring cycles shall be carried out in immediate succession.

15.7.4 Measurement

The contact resistance shall be measured between any two terminations that are to be connected by the contacting device.

Unless otherwise specified there shall be two measuring cycles. The average of the values thus obtained per contact is the contact resistance. The value of one measurement shall not exceed twice that of the other.

15.8 Voltage proof

15.8.1 The potentiometer shall withstand this test without breakdown or flashover.

15.8.2 The potentiometer shall be mounted in the normal manner on a metal plate which shall project not less than 6 mm (0.25 in) beyond the potentiometer at all points.

* Half the number of test specimens shall have the voltage connected in one sense and the other half in the other sense.

- 15.8.2.1 Une tension alternative de 40 à 60 Hz et de valeur efficace égale à deux fois la tension d'isolation est appliquée pendant 1 minute $\pm$ 5 secondes, entre toutes les sorties reliées entre elles, d'une part et l'axe, les parties métalliques du boîtier et la plaque de montage reliés entre eux, d'autre part.
- 15.8.2.2 Une tension alternative de 40 à 60 Hz et de valeur efficace égale à 900 volts pour les interrupteurs reliés à un réseau de distribution d'énergie de tension $\leq$ 120 volts et $2 U_R + 1000$ V pour les interrupteurs reliés à un réseau de distribution d'énergie de tension $>$ 120 volts, est appliquée pendant 1 minute $\pm$ 5 secondes entre toutes les sorties de l'interrupteur reliées entre elles, d'une part, et l'axe, les parties métalliques du boîtier et la plaque de montage reliés entre eux, d'autre part.

Note. — U_R est la tension nominale de l'interrupteur.

15.9 Résistance d'isolement

- 15.9.1 La résistance d'isolement est mesurée entre:

- toutes les sorties du potentiomètre reliées entre elles et toutes les autres parties métalliques;
- tous les contacts de l'interrupteur reliés entre eux et toutes les autres parties métalliques;
- les contacts de l'interrupteur ouverts.

Elle ne doit pas être inférieure à 5 000 M Ω .

- 15.9.2 La résistance d'isolement est mesurée au moyen d'une tension continue de 100 ± 15 V. La tension est appliquée pendant 1 minute $\pm$ 5 secondes et la valeur de la résistance d'isolement est lue à la fin de cette période.

15.10 Bruit rotationnel

- 15.10.1 La tension de bruit mesurée entre les sorties *a* et *b* pour les potentiomètres de Lois A et B ou entre les sorties *b* et *c* pour les potentiomètres de Loi C, ne doit pas être supérieure à 47 mV, le potentiomètre étant essayé comme indiqué au paragraphe 15.10.2.

- 15.10.2 Une source de résistance interne égale à 1 000 Ω fournit une tension continue de 20 V appliquée entre les sorties *a* et *c* du potentiomètre. L'axe de commande est manœuvré sur toute la course électrique dans un sens puis dans l'autre à la cadence de 10 à 15 cycles de manœuvres complètes par minute.

La tension de bruit est mesurée sur un appareil d'essai tel que celui décrit dans l'annexe.

15.11 Caractéristique résistance-température

- 15.11.1 La variation de résistance entre la valeur mesurée à 20 °C et les températures données dans le tableau ci-après, calculée comme indiqué au paragraphe 15.11.5 ne doit pas être supérieure au pourcentage correspondant suivant:

Température	-55°	-40°	-25°	-10°	55°	70°	85°
Variation de résistance	15%	12%	9%	6%	7%	10%	13%

- 15.11.2 Le potentiomètre doit être séché (voir paragraphe 13.2).

- 15.11.3 Le potentiomètre doit être alors maintenu successivement à chacune des températures ambiantes suivantes:

- 20 ± 5 °C;
- température minimale de la catégorie ± 2 °C;
- 20 ± 5 °C;
- température maximale de la catégorie ± 2 °C.

- 15.8.2.1 An alternating voltage of 40 to 60 Hz (c/s) and with a r.m.s. value of twice the isolation voltage shall be applied for 1 minute $\pm$ 5 seconds between all potentiometer terminations connected together as one pole and the spindle, metal parts of the case and the plate connected together as the other pole.
- 15.8.2.2 An alternating voltage of 40 to 60 Hz (c/s) with a value of 900 V r.m.s. for switches for supply mains $\leq$ 120 V and $2 U_R + 1\,000$ V r.m.s. for switches for supply mains $>$ 120 V shall be applied for 1 minute $\pm$ 5 seconds between all switch terminations connected together as one pole and the spindle, metal parts of the case and plate connected together as the other pole.

Note. — U_R is the rated voltage of the switch.

15.9 Insulation resistance

- 15.9.1 The insulation resistance shall be measured between:

- all potentiometer terminations, connected together, and all other external metal parts;
- all switch contacts, connected together, and all other external metal parts;
- open switch contacts;

It shall not be less than 5 000 M Ω .

- 15.9.2 The insulation resistance shall be measured with a direct voltage of 100 ± 15 V. The voltage shall be applied for 1 minute $\pm$ 5 seconds, the insulation resistance being read at the end of that period.

15.10 Rotational noise

- 15.10.1 The noise output between terminations *a* and *b* for Law A and Law B potentiometers or between *b* and *c* for Law C potentiometers, shall not exceed 47 mV when the resistor is measured in accordance with Sub-clause 15.10.2.

- 15.10.2 A direct voltage of 20 V, with a source resistance of 1 000 ohms, shall be applied to the end terminations *a* and *c* of the potentiometer. The control spindle shall be operated through the angle of electrical rotation in one direction and back at 10–15 complete cycles per minute.

The noise output shall be measured on a test set such as is described in the Appendix.

15.11 Temperature characteristic

- 15.11.1 The change in resistance in either direction between the value at 20 °C and at the temperatures given in the table below shall not exceed the percentages given in the table below:

Temperature	–55°	–40°	–25°	–10°	55°	70°	85°
Change in resistance	15%	12%	9%	6%	7%	10%	13%

- 15.11.2 The potentiometers shall be dried (see Sub-clause 13.2).

- 15.11.3 The potentiometer shall then be maintained at each of the following ambient temperatures in turn:

- 20 ± 5 °C;
- minimum category temperature ± 2 °C;
- 20 ± 5 °C;
- maximum category temperature ± 2 °C.

- 15.11.4 Les mesures de résistance sont effectuées conformément aux méthodes du paragraphe 15.2 à chacune des températures mentionnées au paragraphe 15.11.3, 30 à 45 minutes après que le potentiomètre ait atteint cette température. Le cycle complet est effectué deux fois, un intervalle d'au moins 2 heures étant observé entre les deux cycles.

La température de la chambre, mesurée avec une précision de 1 °C, est notée.

- 15.11.5 La caractéristique résistance-température exprimée en pour-cent de variation de résistance est calculée par la formule suivante:

$$\text{variation de résistance en \%} = 100 \frac{\Delta R}{R}$$

ΔR étant la différence entre la valeur de la résistance à la température d'essai et la valeur R ;
 R étant la valeur mesurée en a) pour la caractéristique à la température b) et celle mesurée en c) pour la caractéristique à la température d).

16. Essais mécaniques

16.1 Couple d'entraînement

- 16.1.1 Le couple nécessaire pour manœuvrer à partir d'une position quelconque, de l'angle électrique de rotation, dans un sens ou dans l'autre, l'axe de commande des potentiomètres simples munis ou non d'interrupteur doit être compris dans les limites suivantes:

	Couple		
	mN. m	gf. cm	oz. in
Potentiomètre à axe étanche	7,5 – 90	75 – 900	1 – 12,5
Autres potentiomètres	3,5 – 50	35 – 500	0,5 – 7

Les couples d'entraînement des potentiomètres de même fabrication et de même type ne doivent pas différer les uns des autres de plus d'un facteur cinq.

- 16.1.2 Pour les potentiomètres multiples les limites requises doivent être agréées entre le client et le fabricant.

- 16.1.3 Le couple nécessaire pour manœuvrer l'interrupteur ne doit pas être supérieur à 200 mN.m (2000 gf. cm or 28 oz. in) mais il doit être égal à au moins deux fois le couple d'entraînement mesuré aux paragraphes 16.1.1 et 16.1.2.

16.2 Couple de butée

Le couple, dont la valeur est spécifiée ci-après, est appliqué pendant 10 secondes à l'axe de commande, le curseur étant placé contre l'une ou l'autre des butées; il ne doit y avoir aucune déformation ni autre dommage visible:

Diamètre du potentiomètre		Couple		
mm	in	mN. m	kgf. cm	oz. in
> 16	> $\frac{5}{8}$	800	8	112
≤ 16	≤ $\frac{5}{8}$	350	3,5	49

- 15.11.4 Resistance measurements shall be made according to the method of Sub-clause 15.2 at each of the temperatures mentioned in Sub-clause 15.11.3, 30 to 45 minutes after the potentiometer has reached that temperature. This complete cycle shall be carried out twice with an interval between cycles of at least 2 hours.

The temperature of the chamber at the time of resistance measurement shall be recorded. The measurement of temperature shall be accurate to 1 °C.

- 15.11.5 The temperature characteristic expressed as a percentage of the change in resistance shall be computed from the following formula:

$$\text{change in resistance in \%} = 100 \frac{\Delta R}{R}$$

where ΔR is the difference between R and the resistance value at the test temperature and, R is the resistance value at a) for the temperature characteristic at temperature b); and the resistance value at c) for the temperature characteristic at temperature d).

16. Mechanical tests

16.1 Operating torque

- 16.1.1 When set at a random position within the angle of electrical rotation, the torque necessary to operate the control spindle of single unit potentiometers, shall be:

	Torque		
	mN. m	gf. cm	oz. in
Potentiometers with spindle seals	7.5 – 90	75 – 900	1 – 12.5
Other potentiometers	3.5 – 50	35 – 500	0.5 – 7

The operating torque of potentiometers of one make and type shall not differ from each other more than a factor five.

- 16.1.2 The value for multiple unit potentiometers shall be agreed upon between manufacturer and customer.
- 16.1.3 The torque necessary to operate the switch shall not exceed 200 mN. m (2 000 gf. cm or 28 oz. in), but it shall be at least twice the torque necessary to operate the potentiometer measured in Sub-clauses 16.1.1 or 16.1.2.

16.2 End stop torque

There shall be no deformation or other visible damage when the control spindle is set against each end stop in turn and a torque as specified below is applied to the control spindle for 10 seconds:

Potentiometer diameter		Torque		
mm	inch	mN. m	kgf. cm	oz. in
> 16	> 5/8	800	8	112
≤ 16	≤ 5/8	350	3.5	49

16.3 Traction et poussée sur l'axe de commande

16.3.1 Le potentiomètre est fixé rigidement par ses moyens normaux de fixation.

16.3.2 Une force de traction suivie par une force de poussée, de la valeur spécifiée ci-après, est appliquée à l'axe de commande dans la direction de son axe et l'on vérifie dans ces conditions la continuité électrique.

Dans les deux cas les prescriptions spécifiées dans le paragraphe 15.1 doivent être satisfaites.

Diamètre du potentiomètre		Traction ou poussée		
mm	in	N	kgf	lbs
> 16	> 5/8	25	2,5	5,5
≤ 16	≤ 5/8	10	1	2,2

16.3.3 L'axe de commande est placé approximativement à mi-course et la résistance entre les sorties *a* et *b* pour les potentiomètres de Lois A et B ou entre les sorties *b* et *c* pour les potentiomètres de Loi C est mesurée. Une force de traction de la valeur donnée dans le tableau du paragraphe 16.3.2 est appliquée à l'axe de commande dans la direction de son axe et dans ces conditions la résistance entre les sorties *a* et *b* pour les potentiomètres de Lois A et B ou entre les sorties *b* et *c* pour les potentiomètres de Loi C est mesurée. L'essai est répété avec une force de poussée sur l'axe de la valeur donnée dans le tableau du paragraphe 16.3.2, dans la direction de son axe. La variation de résistance par rapport aux valeurs mesurées sans traction ni poussée ne doit pas être supérieure à 2%.

16.3.4 Une force de traction de la valeur spécifiée ci-après est appliquée à l'axe dans la direction de son axe pendant 10 secondes, puis une force de poussée de même valeur est appliquée dans la même direction pendant 20 secondes. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

Diamètre du potentiomètre		Poussée ou traction		
mm	in	N	kgf	lbs
> 16	> 5/8	125	12,5	27,5
≤ 16	≤ 5/8	50	5	11

16.4 Robustesse des sorties

Les potentiomètres sont soumis aux conditions des essais Ua, Ub et Ud de la Publication 68 de la CEI qui s'y rapportent.

16.4.1 Essai Ua – Traction

La charge à appliquer pendant 10 secondes est:

- potentiomètres à sorties autres que par fils: 20 N (4,4 lbs);
- potentiomètres à sortie par fils: voir le tableau ci-après:

16.3 Thrust and pull on the control spindle

16.3.1 The potentiometer shall be rigidly mounted by its normal means.

16.3.2 A thrust followed by a pull as specified below shall be applied to the control spindle in the direction along its axis and under these conditions the continuity shall be checked.

In both cases the requirements for the continuity specified in Sub-clause 15.1 shall be fulfilled.

Potentiometer diameter		Thrust/pull		
mm	in	N	kgf	lbs
> 16	> $\frac{5}{8}$	25	2.5	5.5
≤ 16	≤ $\frac{5}{8}$	10	1	2.2

16.3.3 The control spindle shall be set at approximately mid-travel and the resistance between termination *a* and *b* for Law A and Law B potentiometers, or between *c* and *b* for Law C potentiometers, shall be measured. A thrust with a value given in the table of Sub-clause 16.3.2 shall be applied to the control spindle in the direction along its axis and under these conditions the resistance between terminations *a* and *b* for resistors Law A and Law B, or between *c* and *b* for potentiometers Law C shall again be measured. The test shall be repeated with a pull with a value given in the table of Sub-clause 16.3.2 in the direction along its axis of the control spindle. The change of resistance compared with the value measured without thrust or pull shall not exceed 2%.

16.3.4 A thrust as specified below shall be applied to the control spindle in the direction along its axis for 10 seconds, followed by a pull in the direction of the axis of the control spindle for 20 seconds. There shall be no visible damage.

Potentiometer diameter		Thrust/pull		
mm	in	N	kgf	lbs
> 16	> $\frac{5}{8}$	125	12.5	27.5
≤ 16	≤ $\frac{5}{8}$	50	5	11

16.4 Robustness of terminations

The potentiometers shall be subjected to the procedure of tests *Ua*, *Ub* and *Ud* of IEC Publication 68 as appropriate.

16.4.1 Test *Ua* – Tensile

The weight to be applied for 10 seconds shall be:

- for all types of terminations except wire terminations: 20 N (4.4 lbs);
- for wire terminations: see table below:

Surface de la section du fil (le diamètre du fil rond correspondant est donné entre parenthèses)		Charge			
mm ²		in ²		N	lbs
Au-dessus de	0,5 (0,8 mm)	Au-dessus de	0,000 78 (0,032 in)	20	4,4
Au-dessus de	0,2 (0,5 mm)	Au-dessus de	0,000 31 (0,020 in)	10	2,2
Inférieur ou égal	0,5 (0,8 mm)	Inférieur ou égal	0,000 78 (0,032 in)		
Inférieur ou égal	0,2 (0,5 mm)	Inférieur ou égal	0,000 31 (0,020 in)	5	1,1

16.4.2 Essai *Ub* – Pliage

On effectue deux pliages consécutifs.

16.4.3 Essai *Ud* – Couple (pour sorties à bornes filetées)

En accord avec la Publication 68 de la CEI.

16.4.4 Examen visuel

Après chacun de ces essais, le potentiomètre est examiné visuellement. Il ne doit pas présenter de dommage visible.

17. Etanchéité

17.1 Etanchéité de l'axe et de la fixation

17.1.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai *Qa* de la Publication 68 de la CEI applicables aux passages étanches du type B (essai normal).

17.1.2 La vitesse de fuite de l'air doit être inférieure à 1 cm³ par heure.

17.2 Etanchéité du boîtier

17.2.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai *Qc* de la Publication 68 de la CEI.

17.2.2 Il ne doit pas y avoir de dégagement de bulles d'air.

18. Soudure

18.1 Les potentiomètres sont séchés (voir paragraphe 13.2) et la résistance totale est mesurée.

18.2 Les potentiomètres sont alors soumis aux conditions de l'essai *T* de la Publication 68 de la CEI.

18.3 Lorsque la méthode du bain de soudure n'est pas appropriée, la méthode du fer à souder sera appliquée et ce, en utilisant un fer de forme A.

18.4 Quatre heures ($\pm \frac{1}{2}$ heure) après la fin de l'épreuve (sauf s'il peut être démontré que la stabilité thermique a été atteinte plus tôt), la résistance totale est mesurée conformément aux prescriptions du paragraphe 15.2 et les résistances résiduelles sont mesurées conformément aux prescriptions du paragraphe 15.3.

18.5 Les résistances résiduelles ne doivent pas excéder les valeurs spécifiées au paragraphe 15.3.

18.6 La variation de la résistance totale par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 18.1 ne doit pas excéder 2%.

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)				Load	
mm ²		in ²		N	lbs
Exceeding	0.5 (0.8 mm)	Exceeding	0.000 78 (0.032 in)	20	4.4
Exceeding	0.2 (0.5 mm)	Exceeding	0.000 31 (0.020 in)		
Up to and including	0.5 (0.8 mm)	Up to and including	0.000 78 (0.032 in)	10	2.2
Up to and including	0.2 (0.5 mm)	Up to and including	0.000 31 (0.020 in)	5	1.1

16.4.2 Test Ub – Bending

Two consecutive bends shall be applied.

16.4.3 Test Ud – Torque (nuts and threaded terminations)

In accordance with IEC Publication 68.

16.4.4 Visual examination

The potentiometer shall be visually examined. There shall be no visible damage.

17. Sealing

17.1 Spindle sealed and panel sealed potentiometers

17.1.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test Qa of IEC Publication 68 for type B seals (normal test).

17.1.2 The rate of leakage of air shall not exceed 1 cm³ per hour.

17.2 Container sealed potentiometers

17.2.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test Qc of IEC Publication 68.

17.2.2 No bubbling shall occur.

18. Soldering

18.1 The potentiometers shall be dried (see Sub-clause 13.2) and the resistance shall then be measured.

18.2 The potentiometers shall then be subjected to the solder bath test according to Test T of IEC Publication 68 as appropriate.

18.3 Where the solder bath method is not appropriate, the soldering iron test with soldering iron size A shall be used.

18.4 Four hours ($\pm \frac{1}{2}$ hour) after the completion of the test (unless it can be demonstrated that stability is reached earlier), the resistance shall be measured in accordance with Sub-clause 15.2 and the minimum resistance shall be measured in accordance with Sub-clause 15.3.

18.5 The minimum resistance shall not exceed the values specified in Sub-clause 15.3.

18.6 The change of resistance compared with the value measured in Sub-clause 18.1 shall not exceed 2%.

19. Variations rapides de température

- 19.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai Na de la Publication 68 de la CEI pendant un cycle.
- 19.2 Après la période de reprise, les potentiomètres sont examinés visuellement et ne doivent pas présenter de dommage visible.
- 19.3 La résistance est alors mesurée 1 heure ou 2 après la fin de l'essai.
- 19.4 La variation de résistance par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 18.6 ne doit pas être supérieure à 5%.

20. Vibrations

- 20.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai Fb de la Publication 68 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable (voir le tableau du paragraphe 12.2).
- 20.2 Pendant l'épreuve, l'axe de commande est placé approximativement à mi-course. La continuité effective entre le curseur et la piste doit être vérifiée par une méthode oscillographique ou par toute autre méthode convenable. Cette continuité doit rester assurée.
- 20.3 De plus, les potentiomètres munis de dispositifs de blocage doivent être placés et bloqués approximativement à mi-course.
Pendant l'épreuve, toute variation transitoire de la résistance entre les bornes *a* et *b*, ou entre les bornes *b* et *c* si cette dernière valeur est plus petite, ne doit pas être supérieure à 10%.
- 20.4 Après l'épreuve, les potentiomètres sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.
- 20.5 La résistance totale est mesurée et la variation par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 19.4 ne doit pas être supérieure à 2%.

21. Secousses

A l'étude.

22. Séquence climatique

22.1 Mesures initiales

- 22.1.1 Les potentiomètres sont séchés (voir paragraphe 13.2).
- 22.1.2 La résistance totale est mesurée.

22.2 Chaleur sèche

- 22.2.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai B de la Publication 68 de la CEI compte tenu du degré de sévérité applicable.

Note. — Le but de cet essai est de déterminer si le séjour à la température maximale de sa catégorie n'a pas d'effets nuisibles sur la protection éventuelle du potentiomètre contre l'humidité.

19. Rapid change of temperature

- 19.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test Na of IEC Publication 68 for one cycle.
- 19.2 After recovery, the potentiometers shall be visually examined. There shall be no visible damage.
- 19.3 The resistance shall be measured between 1 and 2 hours after the completion of the test.
- 19.4 The change of resistance compared with the value measured in Sub-clause 18.6 shall not exceed 5%.

20. Vibration

- 20.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test Fb of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity (see Table in Sub-clause 12.2).
- 20.2 During the test the control spindle shall be set at approximately the middle of the electrical angle of rotation. Effective continuity between slider and track shall be checked by oscillographic or other suitable means and shall be maintained.
- 20.3 In addition, those potentiometers provided with an integral locking device shall be set and locked at approximately the middle of the total angle of electrical rotation.
- During the test, any transient resistance change shall not exceed 10% of the resistance between terminations *a* and *b* or, if the resistance between *b* and *c* is smaller, between these latter terminations.
- 20.4 After the test, the potentiometers shall be visually examined. There shall be no visible damage.
- 20.5 The change of resistance compared with the value measured in Sub-clause 19.4 shall not exceed 2%.

21. Bumping

Under consideration.

22. Climatic sequence

22.1 Initial measurements

- 22.1.1 The potentiometers shall be dried (see Sub-clause 13.2).
- 22.1.2 The resistance shall be measured.

22.2 Dry heat

- 22.2.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test B of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity.

Note. — The object of this test is to determine if exposure to the maximum temperature of the rated temperature range has any ill effects on the protection, if any, of the potentiometer against humidity.

22.2.2 Après la période de reprise, les potentiomètres sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit rester lisible.

22.3 *Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle*

22.3.1 Les potentiomètres de catégorie $-/-/56$ et $-/-/21$ sont soumis aux conditions de l'essai D de la Publication 68 de la CEI pendant un cycle de 24 heures.

22.3.2 Après la période de reprise, les potentiomètres sont immédiatement soumis à l'essai de froid.

22.4 *Froid*

22.4.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai A de la Publication 68 de la CEI compte tenu du degré de sévérité applicable.

22.4.2 Les potentiomètres étant encore à basse température et à la fin du séjour à basse température, le couple d'entraînement est mesuré, sauf pour ceux de catégorie $-/-/04$.

Le couple d'entraînement est mesuré après une manœuvre complète aller et retour de l'axe sur toute sa course.

Le couple d'entraînement ne doit pas être supérieur à :

- 3 fois les limites supérieures spécifiées au paragraphe 16.1.1 ou au paragraphe 16.1.2 pour les potentiomètres, ou
- 2 fois la limite supérieure spécifiée au paragraphe 16.1.3 pour les interrupteurs.

22.5 *Basse pression atmosphérique*

22.5.1 Les potentiomètres de catégorie $55/-/$ sont soumis aux conditions de l'essai M de la Publication 68 de la CEI compte tenu du degré de sévérité applicable.

22.5.2 L'essai est effectué à une température comprise entre 15°C et 35°C . La durée de l'essai est une heure.

22.5.3 Pendant que les potentiomètres sont encore à basse pression et au cours des cinq dernières minutes de l'épreuve un essai de rigidité diélectrique est effectué conformément aux prescriptions du paragraphe 15.8 entre les sorties du potentiomètre reliées entre elles d'une part et l'axe, les parties métalliques du boîtier et la plaque de montage reliées entre elles, d'autre part.

La tension d'essai, qui dépend de la construction de la résistance, doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

22.5.4 Pendant et après l'essai, il ne doit pas y avoir de perforation ni de contournement.

22.6 *Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants*

22.6.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai D de la Publication 68 de la CEI pour le nombre suivant de cycles de 24 heures :

Catégories	Nombre de cycles
$-/-/56$	5
$-/-/21$	1
$-/-/04$	Aucun

22.2.2 After recovery, the potentiometers shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

22.3 Damp heat (accelerated) first cycle

22.3.1 The potentiometers of categories -/-/56 and -/-/21 shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68 for one cycle of 24 hours.

22.3.2 After recovery, the potentiometers shall be subjected immediately to the cold test.

22.4 Cold

22.4.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test A of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity.

22.4.2 While still at the specified low temperature and at the end of the period of low temperature, the operating torque shall be measured, except for those of categories -/-/04.

The operating torque shall be measured after the control spindle has been moved once over the whole angle of rotation and back.

The operating torque shall not exceed:

- for potentiometers: 3 times the value specified in Sub-clauses 16.1.1 or 16.1.2, or;
- for switches: twice the value specified in Sub-clause 16.1.3.

22.5 Low air pressure

22.5.1 The potentiometers of categories 55/-/- shall be subjected to the procedure of Test M of IEC Publication 68 using the appropriate degree of severity.

22.5.2 The test shall be carried out between 15 °C and 35 °C and the duration of the test shall be one hour.

22.5.3 While still at the specified low pressure and during the last five minutes of the one hour period a voltage proof test in accordance with Sub-clause 15.8 shall be carried out between all potentiometer terminations connected together as one pole and the control spindle, metal parts of the case and plate connected together as the other pole.

The test voltage will depend on the construction of the potentiometer, and its value shall be agreed between the customer and the manufacturer.

22.5.4 During and after this test, there shall be no sign of breakdown or flashover.

22.6 Damp heat (accelerated) remaining cycles

22.6.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68, for the following number of 24-hour cycles:

Categories	Number of cycles
-/-/56	5
-/-/21	1
-/-/04	None

22.6.2 Après le nombre de cycles spécifiés, les potentiomètres sont retirés de la chambre, secoués de façon à enlever les gouttelettes d'eau, et dans les 15 minutes qui suivent, l'essai de rigidité diélectrique est effectué entre les sorties reliées entre elles et l'axe de commande, dans les conditions spécifiées au paragraphe 15.8, sauf que la valeur efficace de la tension d'essai à appliquer doit être égale à la tension d'isolation. Il ne doit pas y avoir de perforation.

22.7 Mesures finales

22.7.1 Après la période de reprise, les potentiomètres sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit rester lisible.

22.7.2 La résistance de contact de l'interrupteur est mesurée dans les conditions du paragraphe 15.7. Elle ne doit pas dépasser 40 mΩ.

22.7.3 La résistance d'isolement et la résistance entre les sorties *a* et *c* sont mesurées.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées ci-après :

Catégories	Résistance d'isolement
-/-/56	5 000 MΩ
-/-/21	25 MΩ
-/-/04	1 000 MΩ

La variation de la résistance totale par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 22.1.2 ne doit pas être supérieure à :

Catégories	Variation de résistance
-/-/56	10%
-/-/21	20%
-/-/04	10%

22.7.4 La continuité est vérifiée et les conditions requises au paragraphe 15.1 doivent être satisfaites.

22.7.5 Le couple d'entraînement est alors mesuré et les conditions requises au paragraphe 16.1 doivent être satisfaites.

22.7.6 L'essai de rigidité diélectrique est effectué dans les conditions prescrites au paragraphe 15.8 et les prescriptions de ce paragraphe doivent être satisfaites.

22.7.7 Les potentiomètres de catégorie -/-/21 sont placés pendant 24 heures dans les conditions atmosphériques normales de reprise. La résistance d'isolement est alors mesurée; elle ne doit pas être inférieure à 100 MΩ.

23. Chaleur humide (essai de longue durée)

23.1 Les potentiomètres sont soumis aux conditions de l'essai C de la Publication 68 de la CEI compte tenu du degré de sévérité applicable. Une tension continue égale à 20 V est appliquée sur la moitié des spécimens entre le contact mobile (sortie *b*) et le boîtier (la sortie *b* étant reliée au pôle positif).

Aucune tension n'est appliquée sur l'autre moitié des spécimens.

- 22.6.2 After the specified number of cycles, the potentiometers shall be removed from the chamber, shaken so as to remove droplets of water, and within 15 minutes the voltage proof test in accordance with Sub-clause 15.8, except that the r.m.s. value of the test voltage to be applied shall be equal to the isolation voltage, shall be carried out between the terminations connected together and the control spindle. There shall be no breakdown.

22.7 Final tests and measurements

- 22.7.1 After recovery, the potentiometers shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.
- 22.7.2 The switch contact resistance measured in accordance with Sub-clause 15.7 shall not exceed 40 mΩ.
- 22.7.3 The insulation resistance and the resistance between terminations *a* and *c* shall be measured. The insulation resistance shall be not less than:

Categories	Insulation resistance
-/-/56	5 000 MΩ
-/-/21	25 MΩ
-/-/04	1 000 MΩ

The change of resistance compared with the value measured in Sub-clause 22.1.2 shall not exceed:

Categories	Change of resistance
-/-/56	10%
-/-/21	20%
-/-/04	10%

- 22.7.4 The continuity shall then be checked. The requirements of Sub-clause 15.1 shall be fulfilled.
- 22.7.5 The operating torque shall then be measured. The requirements of Sub-clause 16.1 shall be fulfilled.
- 22.7.6 The voltage proof test shall be carried out in accordance with Sub-clause 15.8. The requirements of that clause shall be fulfilled.
- 22.7.7 Potentiometers of categories -/-/21 are then allowed to remain under standard atmospheric conditions for recovery for a further period of 24 hours. After that period, the insulation resistance shall be measured and shall not be less than 100 MΩ.

23. Damp heat (long term exposure)

- 23.1 The potentiometers shall be subjected to the procedure of Test C of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity. For half the number of specimens a direct voltage of 20 V shall be applied between the movable contact *b* and the case (contact *b* being positive).

For the other half of specimens, no voltage shall be applied.

- 23.2 Après l'épreuve, les potentiomètres sont retirés de la chambre, secoués de façon à enlever les gouttelettes d'eau, et dans les 15 minutes qui suivent, l'essai de rigidité diélectrique est effectué entre les sorties reliées entre elles et l'axe de commande, dans les conditions spécifiées au paragraphe 15.8, sauf que la valeur efficace de la tension d'essai à appliquer doit être égale à la tension d'isolation. Il ne doit pas y avoir de perforation.
- 23.3 Les potentiomètres sont alors placés dans les conditions atmosphériques normales de reprise pendant une à deux heures.
- 23.4 Après cette période les potentiomètres sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit rester lisible.
- 23.5 On mesure ensuite la résistance de contact de l'interrupteur dans les conditions spécifiées au paragraphe 15.7, la résistance totale dans les conditions spécifiées au paragraphe 15.2 et la résistance d'isolement dans les conditions spécifiées au paragraphe 15.9.
- 23.6 La résistance de contact de l'interrupteur ne doit pas excéder 40 mΩ.
- 23.7 La résistance d'isolement du potentiomètre et de l'interrupteur ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées ci-après :

Catégories	Résistance d'isolement
-/-/56	5 000 MΩ
-/-/21	25 MΩ
-/-/04	10 MΩ

- 23.8 La variation de la résistance totale par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 15.2, ne doit pas être supérieure à :

Catégories	Variation de résistance
-/-/56	10%
-/-/21	20%
-/-/04	30%

- 23.9 Les potentiomètres des catégories -/-/21 sont alors placés dans les conditions atmosphériques normales de reprise pendant 24 heures, avant de procéder aux essais suivants.
- 23.10 La continuité des potentiomètres de toutes les catégories est vérifiée. Les prescriptions du paragraphe 15.1 doivent être satisfaites.
- 23.11 Le couple de rotation des potentiomètres de toutes les catégories est alors mesuré. Les prescriptions du paragraphe 16.1 doivent être satisfaites.
- 23.12 L'essai de rigidité diélectrique est effectué sur les potentiomètres de toutes les catégories conformément aux prescriptions du paragraphe 15.8. Les prescriptions de ce paragraphe doivent être satisfaites.
- 23.13 Le bruit rotationnel est alors mesuré conformément aux prescriptions du paragraphe 15.10. La tension de bruit ne doit pas excéder :

Catégories	Tension de bruit
-/-/56	50 mV
-/-/21	150 mV
-/-/04	150 mV

- 23.2 After this period, the potentiometers shall be removed from the chamber, shaken so as to remove droplets of water, and within 15 minutes the voltage proof test in accordance with Sub-clause 15.8, except that the r.m.s. value of the test voltage to be applied shall be equal to the isolation voltage, shall be carried out between the terminations connected together and the control spindle. There shall be no breakdown.
- 23.3 The potentiometers shall then be allowed to remain under standard atmospheric conditions for recovery for one to two hours.
- 23.4 After this period, the potentiometers shall be visually examined. There shall be no visible damage, and the marking shall be legible.
- 23.5 The switch contact resistance in accordance with Sub-clause 15.7, the resistance in accordance with Sub-clause 15.2 and the insulation resistance in accordance with Sub-clause 15.9 shall then be measured.
- 23.6 The switch contact resistance shall not exceed 40 mΩ.
- 23.7 The insulation resistance of the potentiometer and of the switch shall be not less than:

Categories	Insulation resistance
-/-/56	5 000 MΩ
-/-/21	25 MΩ
-/-/04	10 MΩ

- 23.8 The change of resistance compared with the value measured in Sub-clause 15.2 shall not exceed:

Categories	Change of resistance
-/-/56	10%
-/-/21	20%
-/-/04	30%

- 23.9 Potentiometers of categories -/-/21 are then allowed to remain under standard atmospheric conditions for recovery for a further period of 24 hours, before proceeding with the remaining tests.
- 23.10 The continuity shall be checked on all categories. The requirements of Sub-clause 15.1 shall be fulfilled.
- 23.11 The operating torque shall then be measured on all categories. The requirements of Sub-clause 16.1 shall be fulfilled.
- 23.12 The voltage proof test shall then be carried out on all categories in accordance with Sub-clause 15.8. The requirements of that clause shall be fulfilled.
- 23.13 The noise output shall then be measured in accordance with Sub-clause 15.10. The output shall not exceed:

Categories	Noise output
-/-/56	50 mV
-/-/21	150 mV
-/-/04	150 mV