

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Potentiometers for use in electronic equipment –
Part 4: Sectional specification: Single-turn rotary power potentiometers**

**Potentiomètres utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 4: Spécification intermédiaire: Potentiomètres rotatifs monotours à forte
dissipation**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60393-4:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Potentiometers for use in electronic equipment –
Part 4: Sectional specification: Single-turn rotary power potentiometers**

**Potentiomètres utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 4: Spécification intermédiaire: Potentiomètres rotatifs monotours à forte
dissipation**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.040.20

ISBN 978-2-8322-7611-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative reference	6
3 Terms and definitions	7
4 Preferred characteristics.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Style and dimensions.....	8
4.3 Preferred climatic categories.....	9
4.4 Resistance law.....	9
4.5 Nominal total resistance.....	9
4.6 Tolerances on nominal total resistance	9
4.7 Rated dissipation	9
4.8 Limiting element voltage	10
4.9 Insulation voltage.....	10
4.10 Number of cycles of operation.....	10
4.11 Shaft rotational speed	10
5 Tests and test severities.....	10
5.1 General.....	10
5.2 Mounting.....	11
5.3 Tests	11
5.3.1 Drying.....	11
5.3.2 Resistance measurement	11
5.3.3 Vibration.....	11
5.3.4 Bump.....	11
5.3.5 Shock	11
5.3.6 Temperature coefficients and temperature characteristics of resistance.....	12
6 Performance requirements.....	12
6.1 General.....	12
6.2 Limits for change in resistance or output voltage ratio.....	12
6.3 Limits for insulation resistance	12
6.4 Limits of temperature rise	13
6.5 Limits for resistance law	13
6.6 Limits for operating torque	13
6.7 Limits for end stop torque	13
6.8 Limits for residual resistances.....	14
6.9 Visual inspection.....	14
6.9.1 General visual criteria.....	14
6.9.2 Visual criteria after tests	14
6.10 Solderability	14
7 Marking, packaging, and ordering information.....	14
7.1 Marking of the component.....	14
7.2 Marking for packaging.....	15
7.3 Additional marking	15
7.4 Ordering information	15
8 Detail specifications.....	15
8.1 General.....	15

8.2	Information to be specified in a detail specification	15
8.2.1	Outline drawing or illustration	15
8.2.2	Dimensions.....	16
8.2.3	Mounting	16
8.2.4	Resistance law	16
8.3	Ratings and characteristics	16
8.3.1	General	16
8.3.2	Nominal total resistance range	16
8.3.3	Marking	16
8.3.4	Ordering information	16
8.3.5	Additional information	17
9	Quality assessment procedures	17
9.1	General.....	17
9.2	Definitions.....	17
9.2.1	Primary stage of manufacture	17
9.2.2	Structurally similar components	17
9.3	Assessment level EZ.....	17
10	Qualification approval	17
10.1	General.....	17
10.2	Qualification approval based on the fixed sample size procedure sampling	17
10.3	Tests	18
11	Quality conformance inspection	25
11.1	Formation of inspection lots	25
11.2	Test schedule	26
11.3	Assessment levels	26
11.4	Delayed delivery	28
12	Apparatus for measuring mechanical accuracy	28
12.1	Dial indicator.....	28
12.2	Cylindrical shaft adaptor	28
12.3	Potentiometer mounting fixture	28
12.4	Potentiometer shaft holding fixture.....	28
Annex A (informative)	Letter symbols and abbreviations	29
Bibliography		31
Figure 1	– Schematic view	7
Figure 2	– Outline drawing and dimensions.....	8
Figure 3	– Rated dissipation curve	9
Figure 4	– Rated dissipation curve (example of larger area).....	10
Table 1	– Limits for change in resistance or output voltage ratio	12
Table 2	– Limits for operating torque.....	13
Table 3	– Limits for end stop torque	13
Table 4	– Test schedule for qualification approval.....	19
Table 5	– Quality conformance inspection: Lot-by-lot inspection	26
Table 6	– Quality conformance inspection: Periodic testing.....	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POTENTIOMETERS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 4: Sectional specification:
Single-turn rotary power potentiometers****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60393-4 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1992 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) the document structure has been organized to follow new sectional specification structure decided in TC 40;
- b) the information on the assessment level EZ and FZ (zero nonconforming) has been revised.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
40/3074/FDIS	40/3085/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 60393 series, published under the general title *Potentiometers for use in electronic equipment*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60393-4:2023

POTENTIOMETERS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 4: Sectional specification: Single-turn rotary power potentiometers

1 Scope

This part of IEC 60393 is applicable to single-turn rotary power potentiometers wire-wound technology. Enamelled, cemented, moulded, enclosed.

This specification is applicable to rotary potentiometers with nominal dissipation in excess of 10 W, the resistive element of which consists of a wire or a wound tape. All the potentiometers specified by this specification are slider-driven without reduction. Their stroke less than 360° is limited by stops.

This document specifies preferred ratings and characteristics and selects from IEC 60393-1, appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods. It provides general performance requirements for this type of potentiometer.

This document gives the minimum performance requirements and test severities.

Annex A lists the letters and symbols used in the clauses of this document.

2 Normative reference

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60062:2016, *Marking codes for resistors and capacitors*
IEC 60062:2016/AMD1:2019

IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60393-1:2008, *Potentiometers for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60915, *Capacitors and resistors for use in electronic equipment – Preferred dimensions of shaft ends, bushes and for the mounting of single-hole, bush-mounted, shaft-operated electronic components*

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and control gear assemblies – General rules*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

3 Terms and definitions

For this document, the terms and definitions given in IEC 60393-1, as well as the following, apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: – available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

potentiometer

component for use as a voltage divider with three terminals of which two are connected to the ends of a resistive element and the third is connected to a moving contact which can be moved mechanically along the resistive element

3.2

rheostat

rheostat which is a variable resistor with two terminals

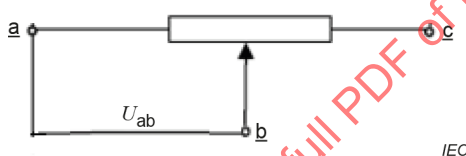


Figure 1 – Schematic view

3.3

total resistance

R_t

resistance between terminal a and c (R_{ac}) resistance value for which the variable resistor has been designed and which is generally marked upon the variable resistor

3.4

minimum resistance

resistance measured between the wiper terminal and any terminal with the shaft positioned to give the minimum value

3.5

end resistance

resistance measured between the wiper terminal and an end terminal with the shaft positioned at the corresponding end point

3.6

category dissipation

fraction of the rated dissipation exactly defined by the relevant specification, applicable at the upper category temperature, taking account of the derating curve determined by the relevant specification

3.7

nominal dissipation

P_n

power dissipated over the entire resistive element in continuous operation, at the rated service temperature

3.8

shaft

mechanical input element of the variable resistor

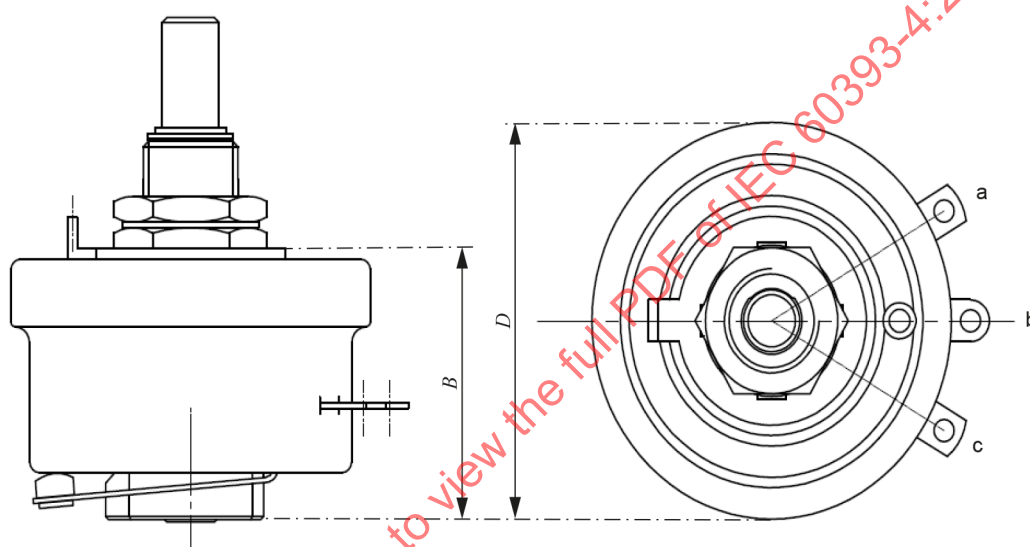
4 Preferred characteristics

4.1 General

The values given in detail specifications shall preferably be selected from the following.

4.2 Style and dimensions

The dimensions of potentiometer are shown in Figure 2.



IEC

Figure 2 – Outline drawing and dimensions

The drawing shall give the following details:

- the dimensions of the shaft and bush. These may be given either on the outline drawing or by reference to IEC 60915;
- any locating devices;
- the total mechanical travel;
- the effective electrical travel;
- the angle of ineffective mechanical travel;
- the dimensions and the location of terminations;
- the dimensions which shall be measured in accordance with IEC 60393-1:2008, 4.4.2;
- any other dimensional information which will adequately describe the potentiometer.

All dimensions shall preferably be stated in millimetres, however, when the original dimensions are given in inches, the converted metric dimensions in millimetres shall be added.

When the potentiometer is not designed for use on printed boards, this shall be clearly indicated in the detail specification.

4.3 Preferred climatic categories

The potentiometers covered by this specification are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A.

The lower and upper category temperature and the duration of the damp heat, steady state test shall be chosen from the following:

Lower category temperature: -65 °C, -55 °C, -40 °C, -25 °C and -10 °C.

Upper category temperature: +70 °C, +85 °C, +100 °C, +125 °C, +155 °C, +175 °C and +200 °C

Duration of the damp heat, steady state test: 4, 10, 21 and 56 days.

The severities for the cold and dry heat tests are the lower and upper category temperatures respectively. Because of the construction of some potentiometers, these temperatures will occur between two of the preferred temperatures given in IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2. In this case, the nearest preferred temperature within the actual temperature range of the potentiometer shall be chosen for this severity.

4.4 Resistance law

See 6.5.

4.5 Nominal total resistance

See IEC 60393-1:2008, 2.3.2.

4.6 Tolerances on nominal total resistance

The preferred tolerances on nominal total resistance shall be taken from the series specified in IEC 60063 (E24 – E12 – E6) $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$.

4.7 Rated dissipation

The preferred values of rated dissipation at 70 °C, are:

10 W, 16 W, 25 W, 40 W, 50 W, 63 W, 80 W, 100 W, 125 W, 160 W, 250 W, 315 W, 400 W, 500 W, 630 W, 800 W and 1 000 W.

The derated values of dissipation at temperatures in excess of 70 °C shall be as indicated by the curve as shown in Figure 3.

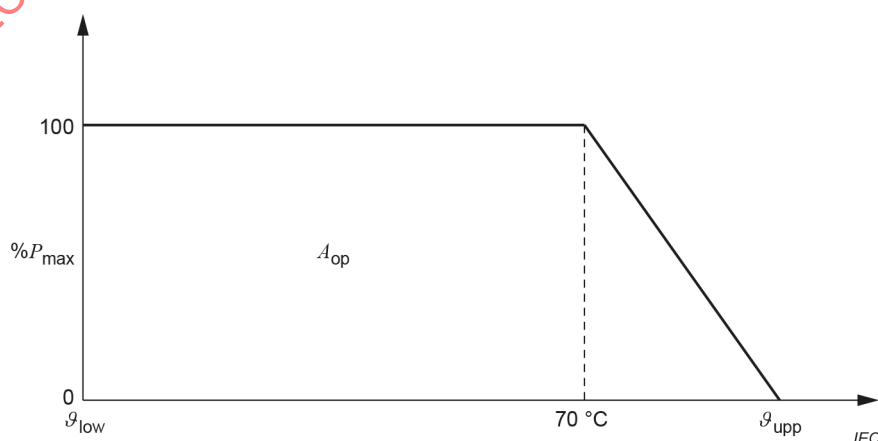


Figure 3 – Rated dissipation curve

A larger area of operation may be given in the detail specification, provided it includes all the area given above. In this event, the detail specification shall state the maximum allowable dissipation at temperatures other than 70 °C. All break points on the curve shall be verified by test.

An example of a derating curve having a larger area of operation is given in Figure 4. In certain circumstances, the rated dissipation may continue up to the upper category temperature.

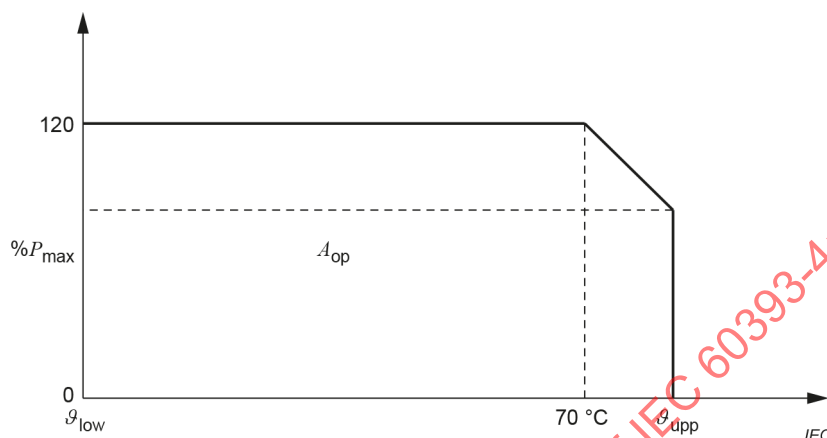


Figure 4 – Rated dissipation curve (example of larger area)

4.8 Limiting element voltage

The preferred values of DC or AC r.m.s. limiting element voltage $U_{\max}$ are:

160 V; 250 V; 400 V; 630 V; 1 000 V and 1 600 V.

4.9 Insulation voltage

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

- Normal air pressure: $\geq 1,42$ times the limiting element voltage
- Low air pressure (at 8 kPa): $\geq$ two-thirds the value at normal air pressure

4.10 Number of cycles of operation

The preferred numbers of cycles of operation are:

Single turn/continuous rotation: $1,25 \times 10^5$, $2,5 \times 10^5$ or 5×10^5

4.11 Shaft rotational speed

The preferred shaft rotational speeds in revolutions per minute (r.p.m.) are:

- 40 ± 5

5 Tests and test severities

5.1 General

The detail specification shall specify the method of mounting to be applied for the voltage proof and the insulation resistance tests and for the application of the vibration and shock tests.

5.2 Mounting

The potentiometers shall be mounted by their normal means, but the design can be such that special mounting fixtures are required. In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures that shall be used for the voltage proof and the insulation resistance tests and for the application of the vibration and shock tests. For the latter tests, the mounting shall be such that there shall be no parasitic vibration.

5.3 Tests

5.3.1 Drying

See IEC 60393-1:2008, 4.3, Procedure 1 shall be used.

5.3.2 Resistance measurement

The methods described in IEC 60393-1:2008, 4.6 and 4.7 shall be used.

5.3.3 Vibration

See IEC 60393-1:2008, 4.35, with the following details:

Frequency range: 10 Hz to 55 Hz, or
10 Hz to 500 Hz.
Amplitude: 0,75 mm or acceleration 98 m/s² (whichever is the less severe)
Sweep endurance: Total duration: 6 h

The detail specification shall determine the mounting method to be used (see IEC 60393-1:2008).

5.3.4 Bump

See IEC 60393-1:2008, 4.36, with the following details:

Acceleration: 400 m/s²
Number of bumps: 4 000 (total)

Or

Acceleration: 98 m/s²
Number of bumps: 1 000 (total)

The detail specification shall determine the appropriate mounting method to be used (see IEC 60393-1:2008, 4.3).

5.3.5 Shock

IEC 60393-1:2008, 4.37 applies with the following details:

Pulse shape: Half-sine
Acceleration: 490 m/s²
Pulse duration: 11 ms
Severity: 3 successive shocks to be applied in each of the three directions
(total 3 shocks)

The detail specification shall determine the mounting method to be used (see IEC 60393-1:2008, 4.3).

5.3.6 Temperature coefficients and temperature characteristics of resistance

The measurement of temperature coefficient, or temperature characteristics of resistance is not applicable to this type of potentiometer.

6 Performance requirements

6.1 General

Test severities and requirements specified by detail specifications referring to this sectional specification shall be of equal or superior performance level. Inferior performance levels are not permitted.

The severities for the tests shall be determined by the detail specifications, following the requirements of the generic specification IEC 60393-4 and Clause 5 of this sectional specification.

Table 1 – Limits for change in resistance or output voltage ratio

(The subclause numbers in the heading of the table refer to IEC 60393-1:2008).					
Stability class	4.38 Climatic sequence	4.34 Change of temperature	4.30 Robustness of the terminals	4.22 Thrust and pull on the shaft	4.35 Vibration (If applicable)
	4.39 Damp heat, steady state		4.33 Resistance to soldering heat	4.34 Change of temperature	4.37 Shock
	4.40 Mechanical endurance		4.35 Vibration		
	4.43.2 Electrical endurance at 70 °C		4.36 Bump		
	4.43.3 Electrical endurance at upper category temperature		4.37 Shock		
ΔR between terminations <u>a</u> and <u>c</u> ^a					
10	$\pm(10 \% R + 0,5 \Omega)$	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$
5	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$
3	$\pm(3 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,1 \Omega)$
^a ΔR indicates the value of change in resistance.					

6.2 Limits for change in resistance or output voltage ratio

The preferred combinations of limits for change in resistance or output ratio in each of the tests listed in the heading of Table 1 are as indicated in the lines of the table.

6.3 Limits for insulation resistance

The preferred limits for insulation resistance shall be 1 G Ω minimum or, after humidity tests, 100 M Ω .

6.4 Limits of temperature rise

The temperature rise above a reference ambient of 35 °C (see IEC 61439-1) rise at specified points shall not exceed values given below:

- a) at the operating shaft
 - knob or lever made of Metal 15 °C
 - made of insulating material 25 °C
- b) on touchable panel/outer surfaces
 - made of metal 30 °C
 - made of Insulating material 40 °C

6.5 Limits for resistance law

The measuring points and associated values of the output ratio for resistance laws shall be determined in the detail specification. When requirements exist for forms of linearity, these shall also be determined in the detail specification as shall any specified measuring points.

6.6 Limits for operating torque

Limits for operating torque are as in Table 2.

The torque needed to start and turn the cursor in both directions is measured over the entire stroke and from each start.

The maximum moment in the clockwise and counterclockwise directions required to sustain uniform shaft rotation at a specified speed throughout the total mechanical travel.

Table 2 – Limits for operating torque

Power (W)	Max Torque (Ncm)
15	8
30	10
55	20
150	25
250	60
1 000	100

6.7 Limits for end stop torque

The potentiometers are mounted on a metal panel by means of their normal fixing device. Torque as appropriate from Table 3 is applied to the control shaft to the end stop position of the cursor.

Table 3 – Limits for end stop torque

Power (W)	Maximum torque (Ncm)
15, 30	25
55	50
150	100
250, 1 000	200

There shall be no movement of the cursor during the torque applied.

There shall be no deformation of the mechanical stop.

6.8 Limits for residual resistances

This is the resistance at the two ends of the rotary potentiometer.

- measure between a and b (cursor at counterclockwise stop);
- measure between b and c (cursor at clockwise stop).

Residual resistances shall not exceed 0,2 Ω .

6.9 Visual inspection

6.9.1 General visual criteria

The detail specification shall determine acceptance criteria for the visual inspection potentiometer and its terminations. These acceptance criteria shall consider the following information.

6.9.2 Visual criteria after tests

Unless more specific requirements are specified by the relevant specification for the visual inspection after tests, the following criteria shall apply:

- there shall not be any visible damage to the resistor body and to its terminations after the test, except for an acceptable discoloration after endurance tests; and the markings shall be readable

6.10 Solderability

See IEC 60393-1.

The requirement for the visual inspection for the assessment of good solderability shall be:

≥95 % of the surface shall be covered with new solder. The new solder shall show no more than small amounts of scattered imperfections, such as pinholes or non-wetted or de-wetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area.

7 Marking, packaging, and ordering information

7.1 Marking of the component

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

- a) rated resistance;
- b) tolerance on rated resistance;
- c) resistance law (if other than linear) and degree of conformity;
- d) detail specification and style reference;
- e) year and month (or week) of manufacture;
- f) details of shaft and bush (if not implicit in d) above). This may be in code form;
- g) manufacturer's name and trademark.

7.2 Marking for packaging

The package containing the potentiometer(s) shall be clearly marked with all the information listed of 7.1, and with the information below.

- a) quantity;
- b) country origin.

7.3 Additional marking

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

The detail specification shall specify the content of the marking on the potentiometer and on the package. Deviations from 7.1 of this sectional specification shall be specifically stated.

If the marking is done by means of a letter and digit code, this may utilize one of the methods given in IEC 60062:2016 and IEC 60062:2016/AMD1:2019, Clause 4, the code letter for the tolerance given in IEC 60062:2016, 5.2, and the code letter for the temperature coefficient given in IEC 60062:2016, 7.2.

7.4 Ordering information

The detail specification shall indicate that the following information, in clear or in coded form, is required when ordering:

- a) nominal total resistance and tolerance on nominal total resistance;
- b) resistance law (if other than linear);
- c) number and issue reference of the detail specification and style reference;
- d) shaft and bush dimensions, if not implicit in the style reference.

8 Detail specifications

8.1 General

Detail specifications shall be derived from the relevant blank detail specification.

The detail specification shall incorporate an illustration of the potentiometer being specified. Where space is insufficient to show the detail dimensions required for inspection purposes, such dimensions shall appear on a drawing forming an annex to the detail specification, as shown in Figure 1.

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of the generic specification, sectional specification, or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be listed in a respective clause of the detail specification and indicated in the test schedules, for example by a note.

The following information shall be given in each detail specification and the specified values shall preferably be selected from those given in the appropriate clause of this sectional specification.

8.2 Information to be specified in a detail specification

8.2.1 Outline drawing or illustration

There shall be an outline drawing or illustration of the potentiometer as an aid to easy recognition and for comparison of the resistor with others.

8.2.2 Dimensions

See 4.2.

All dimensions and their associated tolerances, which affect interchangeability and mounting, shall be given in the detail specification, using a dedicated outline and dimensions drawing.

8.2.3 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be applied for the voltage proof and the insulation resistance tests and for the application of the vibration and shock tests. The potentiometers shall be mounted by their normal means, but the design can be such that special mounting fixtures are required. In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures that shall be used for the voltage proof and the insulation resistance tests and for the application of the vibration and shock tests. For the latter tests, the mounting shall be such that there shall be no parasitic vibration.

8.2.4 Resistance law

See 6.5.

8.3 Ratings and characteristics

8.3.1 General

The ratings and characteristics shall be in accordance with Clause 4 of this specification together with the following:

8.3.2 Nominal total resistance range

See IEC 60393-1:2008, 2.3.2.

When products approved according to the detail specification have different ranges, the following statement should be added:

The range of values available in each style is given in the register of approvals, available for example on the website <http://www.iecq.org/>.

The qualified products list "QPL" style is given in the register of approvals, available for example on the website as stated above.

8.3.3 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the potentiometer and on the package. Deviations from Clause 4 of this sectional specification shall be specifically stated.

8.3.4 Ordering information

The detail specification shall indicate that the following information, in clear or in coded form, is required when ordering:

- a) nominal total resistance and tolerance on nominal total resistance;
- b) resistance law (if other than linear);
- c) number and issue reference of the detail specification and style reference;
- d) shaft and bush dimensions, if not implicit in the style reference.

8.3.5 Additional information

The detail specification may include information which is not required to be verified by the inspection procedure, such as circuit diagrams, curves, drawings, and notes needed for the clarification on the detail specification.

9 Quality assessment procedures

9.1 General

See IEC 60393-1:2008, Clause H.1.

9.2 Definitions

9.2.1 Primary stage of manufacture

For potentiometers, the primary stage of the manufacture is the winding of the resistance wire (or ribbon) on the mandrel (insulation or insulated).

9.2.2 Structurally similar components

Potentiometers are considered as being structurally similar if they are produced with similar processes and materials, having the same style and construction and the same or similar shaft and bush dimensions, though they can have different resistance values and temperature characteristics (or coefficients) of resistance.

9.3 Assessment level EZ

Assessment level EZ meets the requirements of “zero nonconforming” approach. It has been introduced to align the assessment procedures and levels with current industry practices by specifying the permitted number of nonconforming items (acceptance number) c as zero.

Therefore, the sample size for lot-by-lot testing is determined by IEC 61193-2:2007, Table C.1.

10 Qualification approval

10.1 General

The procedures for qualification approval testing are given in IEC 60393-1:2008, Clause H.5.

The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic test is given in Clause 11.

The procedure using a fixed sample size schedule is given in 10.2 and 10.3 below.

10.2 Qualification approval based on the fixed sample size procedure sampling

The fixed sample size procedure is described in IEC 60393-1:2008, H.5.3 b). The sample shall be representative of the values range for which approval is sought. This may or may not be the complete range covered by the detail specification.

The sample shall consist of specimens having the highest and lowest resistance values for which approval is being sought. It should also include the specimens having the critical resistance value, if this is within the range being submitted. When approval is being sought for more than one temperature coefficient (or characteristics) of resistance, the sample shall contain specimens' representative of the different temperature coefficients (or characteristics) of resistance. In a similar manner, the sample should contain a proportion of specimens of the different resistance values having the closest tolerance for which approval is being sought. The proportion of specimens having the different characteristics shall be proposed by the manufacturers chief inspector and shall be to the satisfaction of a certification body (for example IECQ CB).

Spare specimens are permitted as follows.

- a) One per resistance value and one per each temperature coefficient or temperature characteristic value which may be used to replace the permitted nonconforming items in Group 0.
- b) One per resistance value and one per each temperature coefficient or temperature characteristic value which may be used to replace specimens which are nonconforming because of incidents not attributable to the manufacturer. The number given in Group 0 assume that all groups are applicable.

When additional groups are introduced into the qualification approval test schedule, the number of specimens required for Group 0 shall be increased by the same number as that required for the additional groups.

10.3 Tests

The complete series of tests specified in Table 4 are required for the approval of potentiometers covered by one detail specification. The tests of each group shall be carried out in the given order.

The whole sample shall be subjected to the tests of Group 0 and then divided for the other groups. Specimens which have passed the non-destructive tests in Groups 4 and 7, may be used for other test groups.

Specimens found nonconforming during the test of Group 0 shall not be used for the other groups.

"One nonconforming item" is counted when a potentiometer has not satisfied the whole or a part of the tests of a group.

The approval is granted when the number of nonconforming items does not exceed the specified number of permissible nonconforming items for each group or subgroup and total number of permissible nonconformances.

In Table 4, the fixed sample size test schedule is given. It includes details of sampling and permissible nonconforming items for different tests for groups of tests and gives, together with the details of the test contained in IEC 60393-1:2008, Clause 4, and Clause 2 of this document, a complete summary of test conditions and performance requirements.

It is indicated in Table 4 where, for the test methods, test conditions and/or performance requirements, a choice shall be made in the detail specification.

The conditions of test and the performance requirements for the fixed sample size test schedule shall be identical to those determined in the detail specification for quality conformance inspection.

Table 4 – Test schedule for qualification approval

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements ^a (see IEC 60393-1 subclauses where applicable)
Group 0					
4.4.1 Visual examination		ND	31+3 See Note k	0	As in 4.4.1 Legible marking and as specified in the detail specification
4.4.2 Dimensions (gauging)					As specified in the detail specification
4.4.4 Total mechanical travel					See detail specification
4.5 Continuity	(Wirewound potentiometers only)				As in 4.5.1 and 4.5.2 if applicable
4.7 Terminal resistances (in most cases, the end resistance = terminal resistance)	Resistance a to b				$\leq \dots \Omega$
	Resistance b to c				$\leq \dots \Omega$
	When applicable, between termination b and each tap termination				$\leq \dots \Omega$
4.12 Voltage proof	(Insulated potentiometers only) (for mounting method, see Note m) Normal air pressure				As in 4.12.5
4.15 Rotational noise	Method B (wirewound potentiometers only), $\Delta \theta_0$: ...				As in 4.15.3 $\leq \dots \% U_{ac}$
Group 1					
		D	5	1	
4.18 Operating torque					As specified in the detail specification
4.20 End stop torque					As specified in the detail specification
4.22 Thrust and pull on the shaft (see Note 5)	Three specimens (n=3), Continuity				As in 4.22.2
	Two specimens (n=2), Output ratio				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots \%$, as in 4.22.3
4.32 Solderability (if applicable)	Method 2: Soldering iron Solder iron size A Temperature: $(350 \pm 10) ^\circ\text{C}$ (Duration: $2 \pm 0,5$) s				Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations
4.45 Solvent resistance of the marking (if applicable)	Solvent: ...Solvent temperature: ...Method 1 Rubbing material: cotton wool				Legible marking

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements ^a (see IEC 60393-1 subclauses where applicable)
4.40 Mechanical endurance (potentiometers)	Number of cycles: 5 000.				
	Rate: 5 to 10 cycles per minute or a maximum of 80 mm/s travel of the moving contact.				
	Visual examination				As in 4.40.6
	Element resistance				
	Terminal resistance: Resistance a to b Resistance b to c, and when applicable, between termination b and each tap termination				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$ $\leq \dots \Omega$ $\leq \dots \Omega$ $\leq \dots \Omega$
	Insulation resistance (Insulated potentiometers only) (For mounting method see Note m)				$\geq 1 \text{ G}\Omega$
	Operational torque				... mN.m to ... mN.m
	Continuity				As in 4.5.1
	Thrust and pull on the shaft (see Note e)				
	Three specimens (n=3) - Continuity				As in 4.22.2
	Two specimens (n=2) - Output ratio				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots\%$ as in 4.22.3
	Voltage proof (Insulated potentiometers only) (for mounting method, see Note m)				As in 4.40.6 – h)
Group 2					
		D	6	1	
	(1) 3 specimens		3		
4.30 Robustness of terminations	The tests appropriate to the type of termination				
	Visual examination				As in 4.30.8
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.33 Resistance to soldering heat (if applicable)	Test Tb, Method 2				
	Soldering iron: Size A Temperature: (350 ± 10) °C Duration: (10 ± 1) s				
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.44 Component solvent resistance (if applicable)	Solvent: Solvent temperature: Method 2 Recovery:				See detail specification

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements ^a (see IEC 60393-1 subclauses where applicable)
(2) Remaining 3 specimens			3		
4.34 Change of temperature	See Note 6				
	θ_A = Lower category temperature				
	θ_B = Lower category temperature				
	Duration t_1 = 30 min				
	Visual examination				As in 4.34.5
	Output ratio (preset potentiometers only)				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots\%$
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.37 Shock (see Note 7)	For mounting method see detail specification				
	Pulse shape: half-sine Acceleration: 490 m/s ² Pulse duration: 11 ms Visual examination				As in 4.37.3
	Element resistance for mounting method see detail specification				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.35 Vibration (see Note 8)	Procedure B4				
	Frequency range: ... Hz to ... Hz				
	Amplitude: 0,75 mm or 98 m/s ² (whichever is the less severe)				
	Total duration: 6 h				
	See Note 6 Measurements during Test				
	Electrical continuity (as specified in 4.35.4)				There shall be no Discontinuity
	Final measurements				> 100 μ s
	Visual examination				As in 4.35.5
	Output ratio (preset potentiometers only)				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots\%$
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
(3) All specimens			6		
4.38 Climatic Sequence					
– Dry heat	Visual examination				As in 4.38.2.2
– Damp heat, cyclic, Test for first cycle					
– Cold	Starting torque				... mN.m to ... mN.m
– Low air pressure (see Note 9)	8,5 kPa (85 mbar)				
	Voltage proof				As in 4.38.5.3
	(Insulated potentiometers only) (For mounting method see Note m)				
– Damp heat, cyclic, Test for remaining cycles					
– DC load	See Note 10				
– Isolation Voltage	See Note 10				As in 4.38.8

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements ^a (see IEC 60393-1 subclauses where applicable)
Final measurements	Visual examination				As in 4.38.10.1
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
	Insulation resistance (Insulated potentiometers only) (For mounting method see Note m)				$\geq 100 \text{ M}\Omega$
	Continuity				As in 4.5.1
	Starting torque				... mN.m to ... mN.m
	Voltage proof (Insulated potentiometers only) (For mounting method see Note m)				As in 4.38.10.7
Group 3					
		D	5	1	
4.43.2 Electrical endurance at room temperature	Duration: 1 000 h				
	– 3 specimens				
	Loaded between a and c: for potentiometers and between a and b, positioned near minimum resistance point near terminal c for rheostats; at the category dissipation claimed. Examination at 48 h, 500 h and 1 000 h:				
	Visual examination				As in 4.43.2.6 1)
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
	– 2 specimens				
	Loaded between a and b: Examination at 48 h, 500 h and 1 000 h:				
	Visual examination				As in 4.43.2.6 1)
	Resistance a to b				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
	All specimens				
	Examination at 1 000 h:				
	Insulation resistance				$\geq 1 \text{ G}\Omega$
	(Insulated potentiometers only) (For mounting method see Note m)				
	If determined by the detail specification the test shall be extended to 8 000 h duration				
	Examination at 2 000 h, 4 000 h and 8 000 h				The temperature rise at specified points shall not exceed values given in notes “n” at the end of this table
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$ The results obtained are for information only

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements ^a (see IEC 60393-1 subclauses where applicable)
Group 4					
		ND	5	1	
4.4.3 Dimension s (detail)					As specified in the detail specification
4.4.4 Total mechanical travel					As specified in the detail specification
4.4.6 Effective electrical travel	Angle of effective electrical travel				$\geq \dots^\circ$
	Angle of ineffective mechanical travel (Anti-clockwise)				$\leq \dots^\circ$
	Angle of ineffective mechanical travel (Clockwise)				$\leq \dots^\circ$
4.9 Resistance Law	(The detail specification shall determine the appropriate test conditions and performance requirements to be selected from 2.1.5 of this specification)				$R > 22 \Omega$ $\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq 40\% \text{ to } 60\%$ $R \leq 22 \Omega$ $\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq 35\% \text{ to } 65\%$
	2) 1st group: 4 specimens 2nd group: 4 specimens				Refer 4.39.2.2
	D.C. load (see Note j)				
	Isolation voltage (see footnote j and for mounting method see footnote m)				As in 4.39.4
	Final measurements				
	Visual examination				As in 4.39.6.1
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots\% R + \dots \Omega)$
	Insulation resistance (Insulated potentiometers only) (For mounting method see Note m)				$\geq 100 \text{ M}\Omega$
	Starting torque				$\dots \text{ mN.m to } \dots \text{ mN.m}$
Group 5					
(Samples continued from GROUP 4)		ND	3	0	
Temperature rise test (IEC 61439-1)	Connect the 3 specimens individually and connect power source to one fixed terminal & the moving contact at approximately 50% output position. The current through specimen should be maximum rated current of the device. Duration: 2 Hours				Measurements done with Thermocouples At the operating shaft.... Knob or lever made of Metal.....15 °C Made of insulating material.....25 °C On touchable panel/outer surfaces Made of Metal.....30 °C Made of Insulating material.....40 °C

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements ^a (see IEC 60393-1 subclauses where applicable)
Group 6					
		D	5	1	
4.43.3 Electrical endurance at upper category temperature	Duration: 1 000 h				
	– 3 specimens Loaded between a and c:				
	Examination at 48 h, 500 h and 1 000 h:				
	Visual examination				As in 4.43.3.7-a)
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \% R + \dots \Omega)$
	– 2 specimens Loaded between a and b:				
	Examination at 48 h, 500 h and 1 000 h:				
	Visual examination				As in 4.43.3.7-a
	Resistance a to b				$\Delta R \leq \pm (\dots \% R + \dots \Omega)$
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \% R + \dots \Omega)$
	– All specimens				
	Examination at 1 000 h:				
	Insulation resistance (Insulated potentiometers only) (for mounting method, see Note m)				$\geq 1 \text{ G}\Omega$
Group 7					
		ND	5	0	
4.14 Temperature characteristic of resistance (see Note 12)	Lower category temperature / 20 °C				$\Delta R/R \leq \dots \%$
	20 °C / 70 °C				$\Delta R/R \leq \dots \%$
	20 °C / Upper category temperature				$\Delta R/R \leq \dots \%$
Group 8					
		D	5	0	
4.43 Electrical endurance at temperatures other than 70 °C (if applicable, see Note 11)	(This sub-group is only applicable if a derating curve other than those shown in 2.2.3 of this specification is claimed in the detail specification) Duration: 1 000 h – 3 specimens Loaded between a and c: Examination at 48 h, 500 h and 1 000 h: Visual examination				As in 4.43.1.6-a)
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \% R + \dots \Omega)$
	– 2 specimens Loaded between a and b:				(As for Group 3)
	Examination at 48 h, 500 h and 1 000 h:				
	Visual examination				As in 4.43.1.6-a)
	Resistance a to b				$\Delta R \leq \pm (\dots \% R + \dots \Omega)$ (As for Group 3)
	Element resistance				$\Delta R \leq \pm (\dots \% R + \dots \Omega)$
	– All specimens Examination at 1 000 h:				

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements ^a (see IEC 60393-1 subclauses where applicable)
	Insulation resistance (Insulated potentiometers only) (for mounting method, see Note m)				≥ 1 GΩ
^a Test clause numbers refer IEC 60393-1:2008, except for some severities for environmental tests and limits of change in resistance or output ratio, which shall be selected from Table 1 and Table 2 of this document, as appropriate. ^b See below the symbols and the abbreviated terms. <i>n</i> = sample size <i>c</i> = group acceptance criterion (permitted number of defectives per group) D = destructive ND = non-destructive ^c If the design of the potentiometer is such, that the test is not applicable, then the test shall be omitted in the detail specification. ^d The sealing tests applicable to the construction of the potentiometers shall be applied. The tests for Type A seals (4.31.1) and Type B seals (4.31.2.1) may be performed as a single test in the case of shaft and panel sealed potentiometers. ^e Not applicable, if the test for shaft end play (4.26) has been performed. ^f If applicable, the requirements for preset potentiometers shall also apply. ^g The bump and shock tests are considered to be alternatives. The detail specification shall indicate which test applies. ^h This test is applicable only to potentiometers with climatic category 25/-/-, 40/-/-, 55/-/- and 65/-/-. ⁱ This test is applicable to potentiometers with climatic category 65/-/- in addition to those specified in 4.38.5.1. ^j The dc load test and the isolation voltage test are considered as alternatives. The detail specification shall indicate which test applies. ^k The sample size in Group 0 shall be increased by 5 specimens when either Group 8 or Group 9 is applicable. It shall be increased by 10 specimens if both Group 8 and Group 9 are applicable. ^l The temperatures listed in d) and f) of 4.14.2 shall also apply to potentiometers having an upper category temperature of 100 °C. ^m For method of mounting see 4.12 or 4.13, as appropriate, of IEC 60393-1:2008, with the following details: 1) Components designed as "mounted by body" shall be mounted as in 4.12.1. 2) Components designed as "mounted by terminations" shall be tested whilst mounted by their terminations on a printed board, irrespective of whether any holes exist which could permit mounting by the body.					

11 Quality conformance inspection

11.1 Formation of inspection lots

An inspection lot shall consist of structurally similar potentiometers (See 9.2.2). In addition, the following details are applicable:

- Groups A and B: These tests shall be carried on lot-by-lot basis and resistance values shall be representative of production.
- Group C:
 - 1) The sample shall be collected over 13 weeks.
 - 2) The sample shall be representative of the range of resistance values produced during this period.
- Group D: As Group C, except that the sample shall be collected over the last 13 weeks of the inspection period.

There shall be satisfactory balance between high, low and critical resistance values in the samples taken.

"Low" values shall be within $+200_0$ % of the current lowest approved resistance value.

"High" values shall be within 0_{-30} % of the current highest approved resistance value.

"Critical" values shall be within 0_{-20} % of the calculated value.

11.2 Test schedule

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Table 5 and Table 6 of the blank detail specification.

11.3 Assessment levels

The assessment level(s) given in the blank detail specification shall preferably be selected from Table 5 and Table 6.

Table 5 – Quality conformance inspection: Lot-by-lot inspection

Assessment level EZ			
All subclause references are to IEC 60393-1:2008			
Inspection subgroups ^d	IL ^a	n ^a	c ^a
A1	100 % ^b		
4.6 Element resistance			
A2	II	c	0
4.4.1 Visual examination			
4.4.2 Dimension			
4.18 Starting torque			
4.4.4 Total mechanical travel			
A3	S-2	c	0
4.4.6 Effective electrical travel			
4.9 Resistance law (conformity)			
4.15 Rotational noise			
4.29 Output smoothness			
4.12 Voltage proof (insulated potentiometers only)			
A4	S-2	c	0
4.32 Solderability (if applicable)			
4.45 Solvent resistance of the marking (if applicable)			
A5	S-2	c	0
4.23 Shaft run-out			
4.24 Lateral run-out			
4.25 Pilot (or spigot) diameter run-out			
4.26 Shaft end play			
B1	-	-	-
Not applicable			

^a	IL = inspection level n = sample size c = permissible number of nonconforming items.
^b	This inspection shall be performed after removal of nonconforming items by 100 % testing during the manufacturing process. Whether the lot was accepted or not, all of samples for sampling inspection shall be inspected to monitor the outgoing quality level by nonconforming items per million ($\times 10^{-6}$). The sampling level shall be established by the manufacturer, preferably according to IEC 61193-2:2007, Annex A. In case one or more nonconforming items occur in a sample, this lot shall be rejected but all nonconforming items shall be counted for calculation of quality level values. If applicable, outgoing quality level by nonconforming items per million ($\times 10^{-6}$) values shall be calculated by accumulating inspection data according to the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2.
^c	Number to be tested: Sample size shall be determined according to IEC 61193-2:2007, 4.3.2.
^d	The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.
^e	This test may be replaced by in-production testing if the manufacturer installs statistical process control (SPC) on dimensional measurements or other mechanisms to avoid that any parts exceed the dimensional limits.

Table 6 – Quality conformance inspection: Periodic testing

Assessment level EZ			
All clause references are to IEC 60393-1:2008			
Inspection subgroups ^b	p ^a	n ^a	c ^a
C1	3	20	0
4.20 End stop torque			
4.22 Thrust and pull on shaft			
C2	3	12	0
4.44 Component solvent resistance (if applicable)			
4.35 Vibration			
4.38 Climatic sequence			
C3	3	12	0
4.43.2 Electrical endurance at 70 °C			
C4	6	12	0
4.40 Mechanical endurance (potentiometers)			
D1	12	10	0
4.39 Damp heat, steady state			
D2	12	10	0
4.14 Variation of resistance with temperature			
D3	12	10	0
4.28 Dither (Applicable to non-wire-wound potentiometers only)			
D4	36	10	0
4.4.3 Dimensions (detail)			
4.43.3 Electrical endurance at upper category temperature			
D5	36	10	0
4.4.3 Electrical endurance at temperatures. Other than 70 °C (if applicable)			

If one nonconforming item is obtained, all the tests of subgroup shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. Release of product may continue during repeat testing.

^a IL = periodicity in months

n = sample size

c = permissible number of nonconforming items.

^b The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.

11.4 Delayed delivery

The provisions of IEC 60393-1:2008, Clause H.10, shall apply, except that the inspection level shall be reduced to S-2.

12 Apparatus for measuring mechanical accuracy

12.1 Dial indicator

The dial indicator holding fixture shall hold the dial indicator rigidly, maintaining its proper attitude to the workpiece during measurement. It should provide for fine adjustment of the indicator position such that the dial indicator is not damaged as the probe approaches the workpiece.

12.2 Cylindrical shaft adaptor

An adaptor with a smooth cylindrical surface and which, when mounted on the potentiometer shaft, adds eccentricity no greater than 10 % of the specified runout tolerance.

12.3 Potentiometer mounting fixture

A fixture to hold the test specimen rigidly by the normal mounting means leaving the shaft free to move.

12.4 Potentiometer shaft holding fixture

A fixture to hold the test specimen by the shaft in either a horizontal or vertical position leaving the potentiometer body free to move.

Annex A (informative)

Letter symbols and abbreviations

E_{th}	Thermal e.m.f.	V
I_0	Current impressed by a current source	A
I_F	Current in the force loop in a four-wire system	A
I_M	Current in the measurement loop	A
I_R	Current in the unknown resistor	A
I_S	Current in the sense loop in a four-wire system	A
I_V	Current in the voltmeter loop	A
l	Length of a lead wire termination	mm
P_R	Power dissipation on the unknown resistor	W
R'	Apparent resistance, result of the measurement	Ω
R_F	Lead wire resistance of a force wire in a four-wire system	Ω
R_L	Lead wire resistance	Ω
R_S	Lead wire resistance of a sense wire in a four-wire system	Ω
R_{th}	Thermal resistance of a component in its assembly, obstructing the abduction of the dissipated heat to the environment.	Ω
R_V	Resistance of the voltmeter	Ω
R_x	Unknown resistance of the specimen to be measured	Ω
ΔR	Change of resistance	Ω
ΔR	Error of a resistance measurement	Ω
t	Time	s; h
U_R	Voltage across the unknown resistor under test	V
U_S	Voltage across the voltmeter in sense loop, as indicated	V
U_V	Voltage across the voltmeter, as indicated	V
α	Temperature coefficient of resistance	$10^{-6}/K$
α_{max}	Maximum permissible TCR within a defined temperature range, typically applied with both polarities	$10^{-6}/K$
α_{th}	Seebeck coefficient (Numeric values are also typically given in mV/100 K)	$\mu V/K$
ϑ	Temperature, particularly Celsius temperature	$^{\circ}C$
$\Delta \vartheta$	Temperature difference	K
ϑ_{amb}	Ambient temperature, e.g., next to the unknown resistor	$^{\circ}C$
ϑ_{min}	Lower temperature limit, e.g., for TCR specification	$^{\circ}C$
ϑ_{max}	Upper temperature limit, e.g., for TCR specification	$^{\circ}C$

ϑ_R	Temperature on the unknown resistor	°C
$P_{\max}$	Rated dissipation	W
ϑ_{low}	Lower category temperature	°C
ϑ_{upp}	Upper category temperature	°C
A_{op}	Area of recommended operation	mm ²
U_{ab}	Voltage across terminal a and b	V
U_{ac}	Voltage across terminal a and c	V
D	Diameter of Potentiometer body	mm
B	Height of Potentiometer body	mm

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60393-4:2023

Bibliography

IEC 60027-1, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 80000 (all parts), *Quantities and units*

IECQ 03-1:2012, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) – Rules of procedure – Part 1: General Requirements for all IECQ Schemes*

IECQ 03-3, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) – Rules of Procedure – Part 3: IECQ Approved Component Products, Related Materials & Assemblies Scheme*

IECQ 03-3-1, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) – Rules of Procedure – Part 3-1: IECQ Approved Component Products, Related Materials & Assemblies Scheme, IECQ Approved Component – Technology Certification (IECQ AC-TC)*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

ISO 17, *Guide to the use of preferred numbers and of series of preferred numbers*

ISO 497, *Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers*

ISO 2533, *Standard atmosphere*

ISO 80000 (all parts), *Quantities and units*

VRCI-P-100A, *Industry standard Wire-wound and Non-wire-wound precision potentiometers*

CCTU 05-03A, *Wire-wound potentiometer*

<https://www.iecq.org/index.htm> [checked 2023-07-06]

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
1 Domaine d'application	36
2 Références normatives	36
3 Termes et définitions	37
4 Caractéristiques préférentielles	38
4.1 Généralités	38
4.2 Modèle et dimensions	38
4.3 Catégories climatiques préférentielles	39
4.4 Loi de variation de résistance	39
4.5 Résistance nominale totale	39
4.6 Tolérances sur la résistance nominale totale	39
4.7 Dissipation assignée	39
4.8 Tension limite de l'élément	40
4.9 Tension d'isolement	40
4.10 Nombre de manœuvres	40
4.11 Vitesse de rotation de l'axe	40
5 Essais et sévérités des essais	41
5.1 Généralités	41
5.2 Montage	41
5.3 Essais	41
5.3.1 Séchage	41
5.3.2 Mesure de la résistance	41
5.3.3 Vibrations	41
5.3.4 Secousses	41
5.3.5 Chocs	42
5.3.6 Coefficients de température et caractéristique de température de la résistance	42
6 Exigences de performance	42
6.1 Généralités	42
6.2 Limites de variation de la résistance ou du rapport de tension de sortie	43
6.3 Limites de la résistance d'isolement	43
6.4 Limites d'échauffement	43
6.5 Limites de la loi de variation de résistance	44
6.6 Limites du couple de manœuvre	44
6.7 Limites du couple de butée	44
6.8 Limites des résistances résiduelles	44
6.9 Examen visuel	45
6.9.1 Critères visuels généraux	45
6.9.2 Critères visuels après les essais	45
6.10 Brasabilité	45
7 Marquage, emballage et informations pour les commandes	45
7.1 Marquage du composant	45
7.2 Marquage de l'emballage	45
7.3 Marquage supplémentaire	46
7.4 Informations pour les commandes	46
8 Spécifications particulières	46

8.1	Généralités	46
8.2	Informations à faire figurer dans une spécification particulière	46
8.2.1	Dessin d'encombrement ou représentation	46
8.2.2	Dimensions.....	47
8.2.3	Montage	47
8.2.4	Loi de variation de résistance	47
8.3	Valeurs assignées et caractéristiques	47
8.3.1	Généralités	47
8.3.2	Plage de résistance nominale totale	47
8.3.3	Marquage	47
8.3.4	Informations pour les commandes	47
8.3.5	Informations supplémentaires	48
9	Procédures d'assurance de la qualité	48
9.1	Généralités	48
9.2	Définitions.....	48
9.2.1	Étape initiale de fabrication	48
9.2.2	Modèles associables	48
9.3	Niveau d'évaluation EZ	48
10	Homologation	48
10.1	Généralités	48
10.2	Homologation basée sur la procédure avec un effectif d'échantillons fixe.....	48
10.3	Essais.....	49
11	Contrôle de conformité de la qualité	57
11.1	Constitution des lots de contrôle	57
11.2	Programme d'essais	58
11.3	Niveaux d'assurance.....	58
11.4	Livraison différée	60
12	Appareillage pour les mesures de la précision mécanique	60
12.1	Indicateur à cadran.....	60
12.2	Adaptateur d'axe de commande cylindrique	60
12.3	Dispositif de montage du potentiomètre	60
12.4	Dispositif de maintien de l'axe du potentiomètre	60
Annexe A (informative) Symboles littéraux et abréviations		61
Bibliographie.....		63
Figure 1 – Représentation schématique		37
Figure 2 – Dessin d'encombrement et dimensions		38
Figure 3 – Courbe de dissipation assignée.....		39
Figure 4 – Courbe de dissipation assignée (exemple de zone plus étendue).....		40
Tableau 1 – Limites de variation de la résistance ou du rapport de tension de sortie		43
Tableau 2 – Limites du couple de manœuvre		44
Tableau 3 – Limites du couple de butée		44
Tableau 4 – Programme d'essais pour l'homologation.....		50
Tableau 5 – Contrôle de conformité de la qualité Contrôle lot par lot		58
Tableau 6 – Contrôle de conformité de la qualité Essais périodiques		59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

POTENTIOMÈTRES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES

**Partie 4: Spécification intermédiaire:
Potentiomètres rotatifs monotours à forte dissipation**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60393-4 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1992 et constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) l'organisation de la structure du document suit la nouvelle structure de spécification intermédiaire décidée au sein du TC 40;
- b) les informations sur le niveau d'évaluation EZ et FZ (zéro non conforme) ont été révisées.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
40/3074/FDIS	40/3085/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60393, publiées sous le titre général *Potentiomètres utilisés dans les équipements électroniques*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site Web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

POTENTIOMÈTRES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES

–

Partie 4: Spécification intermédiaire: Potentiomètres rotatifs monotours à forte dissipation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60393 s'applique à la technologie bobinée des potentiomètres rotatifs monotours à forte dissipation (potentiomètres émaillés, cimentés, moulés ou sous enveloppe).

La présente spécification s'applique aux potentiomètres rotatifs de dissipation nominale supérieure à 10 W, dont l'élément résistif est constitué d'un fil ou d'une bande enroulée. Tous les potentiomètres spécifiés par la présente spécification sont entraînés par coulisseau sans réduction. Leur course inférieure à 360° est limitée par des butées.

Le présent document spécifie des valeurs assignées et des caractéristiques préférentielles et choisit, à partir de l'IEC 60393-1, des procédures d'assurance de la qualité, des essais et des méthodes de mesure appropriés. Il donne des exigences générales de performance pour ce type de potentiomètre.

Le présent document fixe les exigences minimales de performance et les sévérités des essais.

L'Annexe A liste les lettres et symboles utilisés dans les articles du présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60062:2016, *Codes de marquage des résistances et des condensateurs*
IEC 60062:2016/AMD1:2019

IEC 60063, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: essais – Essais A: froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: essais – Essais B: chaleur sèche*

IEC 60393-1:2008, *Potentiomètres utilisés dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60915, *Condensateurs et résistances utilisés dans les équipements électroniques – Dimensions préférentielles concernant les terminaisons des axes, les canons et le montage par le canon sur trou unique des composants électroniques munis d'un axe de commande*

IEC 61439-1, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Règles générales*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 60393-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: – disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

potentiomètre

composant destiné à être utilisé comme diviseur de tension, comportant trois bornes dont deux sont reliées aux extrémités d'un élément résistif et la troisième à un curseur qui peut être déplacé mécaniquement le long de l'élément résistif

3.2

rhéostat

résistance variable à deux bornes

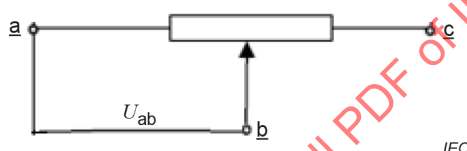


Figure 1 – Représentation schématique

3.3

résistance totale

R_t

valeur de résistance entre les bornes a et c (R_{ac}) pour laquelle la résistance variable a été conçue et qui est en général marquée sur la résistance variable

3.4

résistance minimale

résistance mesurée entre la borne du curseur et toute borne, l'axe étant positionné pour obtenir la valeur minimale

3.5

résistance d'extrémité

résistance mesurée entre la borne du curseur et une borne d'extrémité, l'axe étant positionné au point d'extrémité correspondant

3.6

dissipation de catégorie

fraction de la dissipation assignée précisément définie par la spécification applicable à la température de catégorie supérieure, en tenant compte de la courbe de taux de réduction déterminée par la spécification applicable

3.7

dissipation nominale

P_n

puissance dissipée sur la totalité de l'élément résistif en fonctionnement continu, à la température de service assignée

3.8

axe

élément d'entrée mécanique de la résistance variable

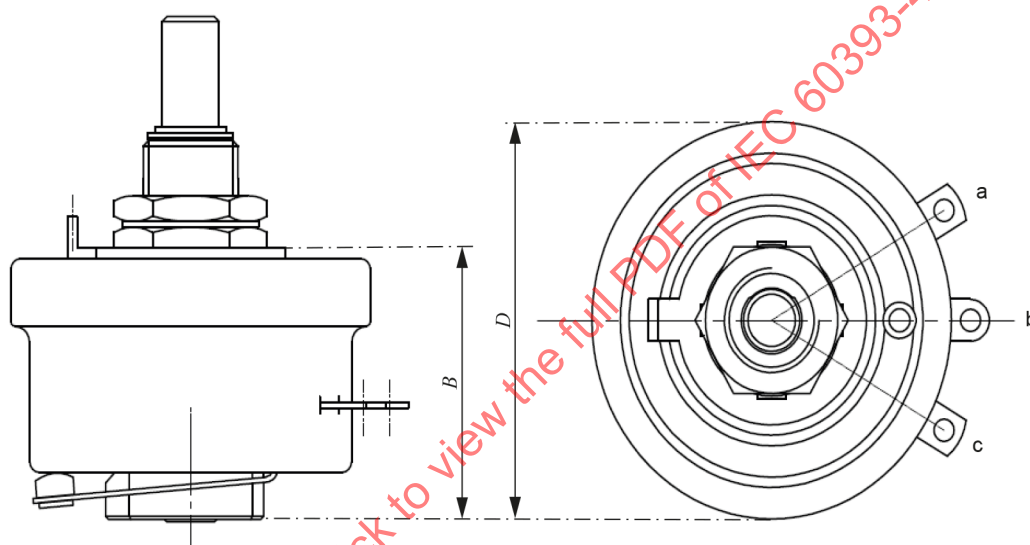
4 Caractéristiques préférentielles

4.1 Généralités

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

4.2 Modèle et dimensions

Les dimensions du potentiomètre sont indiquées à la Figure 2.



IEC

Figure 2 – Dessin d'encombrement et dimensions

Le dessin doit porter les détails suivants:

- les dimensions de l'axe et du canon. Elles peuvent être indiquées soit sur le dessin d'encombrement, soit par référence à l'IEC 60915;
- tout dispositif de positionnement;
- la course mécanique totale;
- la course électrique effective;
- l'angle de la course mécanique non effective;
- les dimensions et la position des bornes;
- les dimensions qui doivent être mesurées conformément à l'IEC 60393-1:2008, 4.4.2;
- toute autre information dimensionnelle qui décrit convenablement le potentiomètre.

Toutes les dimensions doivent de préférence être indiquées en millimètres; cependant, lorsque les dimensions d'origine sont indiquées en pouces, les dimensions converties en millimètres doivent être ajoutées.

Si le potentiomètre n'est pas conçu pour être utilisé sur des cartes imprimées, cela doit être clairement indiqué dans la spécification particulière.

4.3 Catégories climatiques préférentielles

Les potentiomètres couverts par la présente spécification sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'IEC 60068-1:2013, Annexe A.

Les températures de catégorie inférieure et supérieure, ainsi que la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent être choisies parmi les valeurs suivantes:

température de catégorie inférieure:	-65 °C, -55 °C, -40 °C, -25 °C et -10 °C;
température de catégorie supérieure:	+70 °C, +85 °C, +100 °C, +125 °C, +155 °C, +175 °C et +200 °C;
durée de l'essai continu de chaleur humide:	4, 10, 21 et 56 jours.

Les sévérités des essais de froid et de chaleur sèche sont respectivement les températures de catégorie inférieure et supérieure. Pour certains potentiomètres, du fait de leur construction, ces températures peuvent se trouver entre deux des valeurs préférentielles données dans l'IEC 60068-2-1 et l'IEC 60068-2-2. Dans cette éventualité, la température préférentielle la plus proche à l'intérieur de la plage des températures du potentiomètre doit être choisie pour cette sévérité.

4.4 Loi de variation de résistance

Voir 6.5.

4.5 Résistance nominale totale

Voir l'IEC 60393-1:2008, 2.3.2.

4.6 Tolérances sur la résistance nominale totale

Les tolérances préférentielles sur la résistance nominale totale doivent être issues des séries spécifiées dans l'IEC 60063 (E24 – E12 – E6) $\pm 20\%$, $\pm 10\%$, $\pm 5\%$:

4.7 Dissipation assignée

Les valeurs préférentielles de la dissipation assignée à 70 °C sont:

10 W, 16 W, 25 W, 40 W, 50 W, 63 W, 80 W, 100 W, 125 W, 160 W, 250 W, 315 W, 400 W, 500 W, 630 W, 800 W et 1 000 W.

Les valeurs requises de la dissipation aux températures supérieures à 70 °C doivent être comme indiqué par la courbe représentée à la Figure 3.

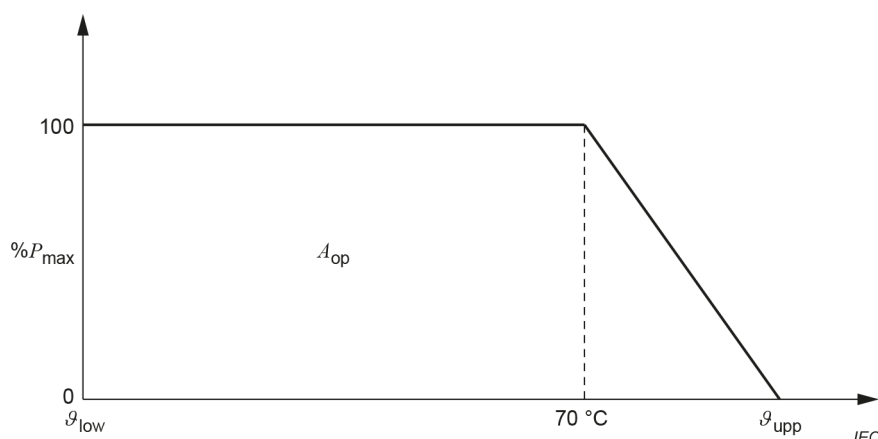


Figure 3 – Courbe de dissipation assignée

Une zone de fonctionnement plus étendue peut figurer dans la spécification particulière, sous réserve qu'elle englobe la totalité de la zone indiquée ci-dessus. Dans ce cas, la spécification particulière doit indiquer la dissipation maximale admissible à des températures différentes de 70 °C. Tous les points de cassure de la courbe doivent être vérifiés par essai.

Un exemple de courbe de taux de réduction couvrant une zone de fonctionnement plus étendue est donné à la Figure 4. Dans certaines circonstances, la dissipation assignée peut continuer jusqu'à la température de catégorie supérieure.

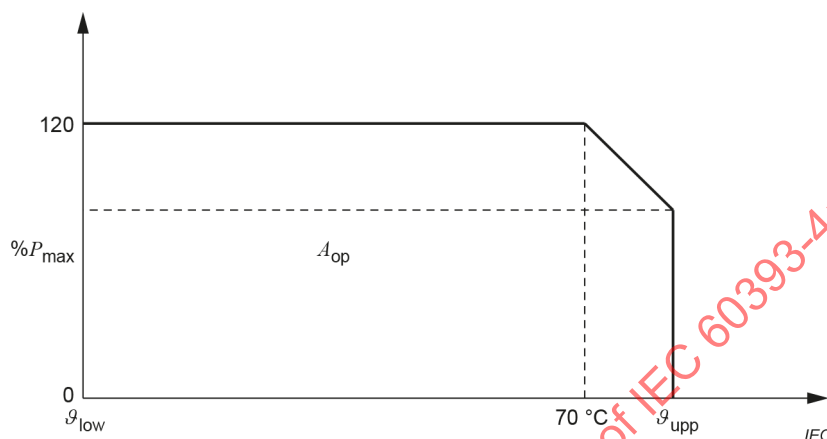


Figure 4 – Courbe de dissipation assignée (exemple de zone plus étendue)

4.8 Tension limite de l'élément

Les valeurs limites préférentielles de la tension continue ou alternative efficace de l'élément $U_{\max}$ sont:

160 V; 250 V; 400 V; 630 V; 1 000 V et 1 600 V.

4.9 Tension d'isolement

La spécification particulière doit déterminer la valeur de la tension d'isolement, arrondie à 10 V près. La valeur numérique de la tension d'isolement doit être:

- à la pression atmosphérique normale: $\geq 1,42$ fois la tension limite de l'élément;
- à basse pression atmosphérique (8 kPa): $\geq 2/3$ de la valeur à la pression atmosphérique normale.

4.10 Nombre de manœuvres

Les nombres préférentiels de manœuvres sont:

un seul tour/rotation continue: $1,25 \times 10^5$, $2,5 \times 10^5$ ou 5×10^5

4.11 Vitesse de rotation de l'axe

Les vitesses de rotation préférentielles de l'axe en tours par minute (tr/min) sont:

- 40 ± 5

5 Essais et sévérités des essais

5.1 Généralités

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage à employer pour les essais de tenue en tension et de résistance d'isolement, ainsi que pour les essais de vibrations et de chocs.

5.2 Montage

Les potentiomètres doivent être fixés par leurs dispositifs de fixation normaux, mais leur conception peut être telle que des dispositifs de montage spéciaux soient exigés. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les dispositifs de montage qui doivent être utilisés pour les essais de tenue en tension et de résistance d'isolement, ainsi que pour les essais de vibrations et de chocs. Pour ces derniers essais, le montage doit être tel qu'aucune vibration parasite ne doit se produire.

5.3 Essais

5.3.1 Séchage

Voir l'IEC 60393-1:2008, 4.3. La procédure 1 doit être utilisée.

5.3.2 Mesure de la résistance

Les méthodes décrites dans l'IEC 60393-1:2008, 4.6 et 4.7, doivent être utilisées.

5.3.3 Vibrations

Voir l'IEC 60393-1:2008, 4.35, avec les détails suivants:

Plage de fréquences: 10 Hz à 55 Hz, ou
10 Hz à 500 Hz;

Amplitude: 0,75 mm ou accélération de 98 m/s² (la moins sévère des deux);

endurance par balayage: Durée totale: 6 h

La spécification particulière doit déterminer la méthode de montage à utiliser (voir l'IEC 60393-1:2008).

5.3.4 Secousses

Voir l'IEC 60393-1:2008, 4.36, avec les détails suivants:

Accélération: 400 m/s²;

nombre de secousses: 4 000 (total)

ou

Accélération: 98 m/s²;

nombre de secousses: 1 000 (total).

La spécification particulière doit déterminer la méthode de montage à utiliser (voir l'IEC 60393-1:2008, 4.3).

5.3.5 Chocs

Voir l'IEC 60393-1:2008, 4.37, avec les détails suivants:

forme d'impulsion: semi-sinusoïdale;

Accélération: 490 m/s²;

Durée des impulsions: 11 ms

sévérité: 3 chocs successifs à appliquer dans chacune des trois directions (3 chocs au total).

La spécification particulière doit déterminer la méthode de montage à utiliser (voir l'IEC 60393-1:2008, 4.3).

5.3.6 Coefficients de température et caractéristique de température de la résistance

La mesure du coefficient de température ou de la caractéristique de température de la résistance ne s'applique pas à ce type de potentiomètre.

6 Exigences de performance

6.1 Généralités

Les sévérités d'essai et les exigences spécifiées par les spécifications particulières doivent être d'un niveau supérieur ou égal à celui de la présente spécification intermédiaire. Des niveaux de performance inférieurs ne sont pas admis.

Les sévérités des essais doivent être déterminées par les spécifications particulières, selon les exigences de la spécification générique IEC 60393-4 et de l'Article 5 de la présente spécification intermédiaire.

Tableau 1 – Limites de variation de la résistance ou du rapport de tension de sortie

(Les numéros des paragraphes dans l'en-tête du tableau se rapportent à l'IEC 60393-1:2008).					
Classe de stabilité	4.38 Séquence climatique	4.34 Variations de température	4.30 Robustesse des bornes	4.22 Pousser et tirer sur l'arbre	4.35 Vibration (le cas échéant)
	4.39 Essai continu de chaleur humide		4.33 Résistance à la chaleur de brasage	4.34 Variations de température	4.37 Chocs
	4.40 Endurance mécanique		4.35 Vibrations		
	4.43.2 Endurance électrique à 70 °C		4.36 Secousses		
	4.43.3 Endurance électrique à la température de catégorie supérieure		4.37 Chocs		
ΔR entre les bornes $\underline{a}$ et $\underline{c}$ ^a					
10	$\pm (10 \% R + 0,5 \Omega)$	$\pm (5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (5 \% R + 0,1 \Omega)$
5	$\pm (5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (2 \% R + 0,1 \Omega)$
3	$\pm (3 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (1 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (1 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (1 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm (1 \% R + 0,1 \Omega)$
^a ΔR indique la valeur de la variation de la résistance.					

6.2 Limites de variation de la résistance ou du rapport de tension de sortie

Les combinaisons préférentielles des limites pour la variation de la résistance ou le rapport de sortie dans chacun des essais énumérés dans l'en-tête des colonnes du Tableau 1 sont indiquées dans les lignes de ce tableau.

6.3 Limites de la résistance d'isolement

Les limites préférentielles de la résistance d'isolement doivent être d'au moins 1 GΩ ou, après les essais d'humidité, 100 MΩ.

6.4 Limites d'échauffement

L'échauffement au-dessus d'une température ambiante de référence de 35 °C (voir l'IEC 61439-1) en des points spécifiés ne doit pas dépasser les valeurs indiquées ci-dessous:

- a) au niveau de l'axe de commande
 - bouton ou levier en métal 15 °C
 - en matériau isolant 25 °C
- b) sur les surfaces de panneaux tactiles/extérieures
 - en métal 30 °C
 - en matériau isolant 40 °C

6.5 Limites de la loi de variation de résistance

Les points de mesure et les valeurs associées du rapport de sortie pour les lois de variation de résistance doivent être déterminés dans la spécification particulière. Lorsque des exigences de formes de linéarité existent, elles doivent également être déterminées dans la spécification particulière, tout comme doivent l'être tous les points de mesure spécifiques.

6.6 Limites du couple de manœuvre

Les limites du couple de manœuvre sont celles du Tableau 2.

Le couple nécessaire au démarrage et à la rotation bidirectionnelle du curseur est mesuré sur toute la course et à partir de chaque démarrage.

Le couple maximal dans les sens horaire et antihoraire est exigé pour maintenir une rotation uniforme de l'arbre à une vitesse spécifiée sur la course mécanique totale.

Tableau 2 – Limites du couple de manœuvre

Puissance (W)	Couple max. (Ncm)
15	8
30	10
55	20
150	25
250	60
1 000	100

6.7 Limites du couple de butée

Les potentiomètres sont montés sur un panneau métallique au moyen de leur dispositif de fixation normal. Le couple approprié du Tableau 3 est appliqué à l'axe de commande jusqu'à la position de butée du curseur.

Tableau 3 – Limites du couple de butée

Puissance (W)	Couple maximal (Ncm)
15, 30	25
55	50
150	100
250, 1 000	200

Aucun mouvement du curseur ne doit se produire pendant le couple appliqué.

La butée mécanique ne doit présenter aucune déformation.

6.8 Limites des résistances résiduelles

Il s'agit de la résistance aux deux extrémités du potentiomètre rotatif.

- Mesure entre a et b (curseur sur la butée antihoraire) ;
- Mesure entre b et c (curseur sur la butée horaire).

Les résistances résiduelles ne doivent pas dépasser 0,2 Ω .

6.9 Examen visuel

6.9.1 Critères visuels généraux

La spécification particulière doit déterminer des critères d'acceptation pour l'examen visuel du potentiomètre et de ses bornes. Ces critères d'acceptation doivent tenir compte des informations suivantes:

6.9.2 Critères visuels après les essais

Sauf si des exigences plus spécifiques sont spécifiées dans la spécification applicable pour l'examen visuel après les essais, les critères suivants doivent s'appliquer:

- aucun dommage visible ne doit apparaître sur le corps de la résistance et sur ses bornes après l'essai, à l'exception d'une décoloration acceptable après les essais d'endurance, les marquages devant par ailleurs être lisibles.

6.10 Brasabilité

Voir l'IEC 60393-1.

L'exigence relative à l'examen visuel pour évaluer la bonne brasabilité doit être:

≥ 95 % de la surface doit être recouverte d'une nouvelle brasure. La nouvelle brasure ne doit pas présenter plus que de petites quantités d'imperfections éparses, telles que des piqûres ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une seule zone.

7 Marquage, emballage et informations pour les commandes

7.1 Marquage du composant

Les informations données par le marquage sont normalement choisies à partir de la liste suivante, l'importance relative de chaque élément étant indiquée par sa position dans la liste:

- a) résistance assignée;
- b) tolérance sur la résistance assignée;
- c) loi de variation de résistance (si elle n'est pas linéaire) et degré de conformité;
- d) spécification particulière et référence du modèle;
- e) année et mois (ou semaine) de fabrication;
- f) détails de l'axe et du canon (s'ils ne sont pas implicites d'après le point d) ci-dessus). Ces détails peuvent être donnés sous forme de code;
- g) nom et marque commerciale du fabricant.

7.2 Marquage de l'emballage

L'emballage contenant le ou les potentiomètres doit être clairement identifié avec toutes les informations présentées en 7.1, ainsi que celles ci-après:

- a) quantité;
- b) pays d'origine.

7.3 Marquage supplémentaire

Tout marquage supplémentaire doit être appliqué de manière à éviter toute confusion.

La spécification particulière doit préciser le contenu du marquage sur le potentiomètre et sur l'emballage. Les divergences par rapport à 7.1 de la présente spécification intermédiaire doivent être stipulées spécifiquement.

Si le marquage est réalisé au moyen d'un code composé de lettres et de chiffres, ce marquage peut utiliser l'une des méthodes spécifiées dans l'IEC 60062:2016 et l'IEC 60062:2016/AMD1:2019, Article 4, la lettre code pour la tolérance indiquée dans l'IEC 60062:2016, 5.2, et la lettre code pour le coefficient de température donnée dans l'IEC 60062:2016, 7.2.

7.4 Informations pour les commandes

La spécification particulière doit indiquer que les informations suivantes, présentées en clair ou sous forme codée, sont exigées lors de la commande:

- a) la résistance nominale totale et la tolérance sur la résistance nominale totale;
- b) la loi de variation de résistance (si elle n'est pas linéaire);
- c) le numéro et la référence de publication de la spécification particulière ainsi que la référence du modèle;
- d) les dimensions de l'axe et du canon, si elles ne sont pas implicites dans la référence du modèle.

8 Spécifications particulières

8.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent dériver de la spécification particulière-cadre applicable.

La spécification particulière doit contenir une représentation du potentiomètre à spécifier. S'il n'y a pas suffisamment d'espace pour représenter le détail des dimensions exigées pour le contrôle, ces dimensions doivent apparaître sur un dessin formant une annexe à la spécification particulière, comme représenté à la Figure 1.

Les spécifications particulières ne doivent pas indiquer d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, de la spécification intermédiaire ou de la spécification particulière-cadre. Si des exigences plus strictes sont incluses, elles doivent être énumérées dans l'article correspondant de la spécification particulière et dans les programmes d'essai, par exemple par une note.

Les informations suivantes doivent être données dans chaque spécification particulière et les valeurs spécifiées doivent de préférence être choisies parmi celles données dans l'article approprié de la présente spécification intermédiaire.

8.2 Informations à faire figurer dans une spécification particulière

8.2.1 Dessin d'encombrement ou représentation

Un dessin d'encombrement ou une représentation du potentiomètre doit être inclus pour identifier facilement la résistance et la comparer à d'autres.

8.2.2 Dimensions

Voir 4.2.

Toutes les dimensions et leurs tolérances associées, qui affectent l'interchangeabilité et le montage, doivent être indiquées dans la spécification particulière, à l'aide d'un dessin d'encombrement coté dédié.

8.2.3 Montage

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage à employer pour les essais de tenue en tension et de résistance d'isolement, ainsi que pour les essais de vibrations et de chocs. Les potentiomètres doivent être fixés par leurs dispositifs de fixation normaux, mais leur conception peut être telle que des dispositifs de montage spéciaux soient exigés. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les dispositifs de montage qui doivent être utilisés pour les essais de tenue en tension et de résistance d'isolement, ainsi que pour les essais de vibrations et de chocs. Pour ces derniers essais, le montage doit être tel qu'aucune vibration parasite ne doit se produire.

8.2.4 Loi de variation de résistance

Voir 6.5.

8.3 Valeurs assignées et caractéristiques

8.3.1 Généralités

Les valeurs assignées et les caractéristiques doivent être conformes l'Article 4 de la présente spécification et respecter les points présentés ci-après:

8.3.2 Plage de résistance nominale totale

Voir l'IEC 60393-1:2008, 2.3.2.

Lorsque les produits approuvés conformément à la spécification particulière comportent différentes plages, il convient d'ajouter la déclaration suivante:

La plage des valeurs disponibles dans chaque modèle est indiquée dans le registre des approbations, disponible par exemple sur le site web <http://www.iecq.org/>.

La liste des produits qualifiés du modèle "QPL" est donnée dans le registre des approbations, disponible par exemple sur le site web indiqué ci-dessus.

8.3.3 Marquage

La spécification particulière doit préciser le contenu du marquage sur le potentiomètre et sur l'emballage. Les divergences par rapport à l'Article 4 de la présente spécification intermédiaire doivent être stipulées spécifiquement.

8.3.4 Informations pour les commandes

La spécification particulière doit indiquer que les informations suivantes, présentées en clair ou sous forme codée, sont exigées lors de la commande:

- a) la résistance nominale totale et la tolérance sur la résistance nominale totale;
- b) la loi de variation de résistance (si elle n'est pas linéaire);
- c) le numéro et la référence de publication de la spécification particulière ainsi que la référence du modèle;
- d) les dimensions de l'axe et du canon, si elles ne sont pas implicites dans la référence du modèle.

8.3.5 Informations supplémentaires

La spécification particulière peut inclure des informations que la procédure d'inspection n'exige normalement pas de vérifier, telles que des schémas de circuit, des courbes, des dessins et des notes nécessaires à la clarification de la spécification particulière.

9 Procédures d'assurance de la qualité

9.1 Généralités

Voir l'IEC 60393-1:2008, Article H.1.

9.2 Définitions

9.2.1 Étape initiale de fabrication

Pour les potentiomètres, l'étape initiale de fabrication est le bobinage du fil (ou ruban) de résistance sur le mandrin (à isolation ou isolé).

9.2.2 Modèles associables

Les potentiomètres sont considérés comme étant de structure semblable s'ils sont fabriqués avec des procédés et matériaux semblables, de mêmes modèle et construction et ayant des dimensions d'axe et de canon semblables ou identiques, mais pouvant avoir des valeurs de résistance et des caractéristiques (ou des coefficients) de température de la résistance différentes.

9.3 Niveau d'évaluation EZ

Le niveau d'assurance de la qualité EZ satisfait aux exigences de l'approche "zéro non-conformité". Il a été introduit pour aligner les procédures d'évaluation et les niveaux d'assurance de la qualité sur les pratiques industrielles actuelles en spécifiant le nombre autorisé d'éléments non conformes (critère d'acceptation), c , comme étant égal à zéro.

Par conséquent, l'effectif d'échantillons pour les essais lot par lot est déterminé par l'IEC 61193-2:2007, Tableau C.1.

10 Homologation

10.1 Généralités

Les procédures d'essai pour l'homologation sont données dans l'IEC 60393-1:2008, Article H.5.

Le programme à utiliser pour les essais d'homologation s'appuyant sur des essais lot par lot et des essais périodiques est donné à l'Article 11.

La procédure du programme avec un effectif d'échantillons fixe est décrite aux 10.2 et 10.3 ci-après.

10.2 Homologation basée sur la procédure avec un effectif d'échantillons fixe

La procédure avec un effectif d'échantillons fixe est décrite dans l'IEC 60393-1:2008, H.5.3 b). L'échantillon doit être représentatif de la plage de valeurs pour lesquelles une homologation est demandée. Cette homologation peut couvrir ou non la plage complète couverte par la spécification particulière.

L'échantillon doit comprendre des éprouvettes contenant les valeurs la plus faible et la plus forte de résistance soumises à l'homologation. Il convient également que l'échantillon comprenne des éprouvettes ayant la valeur de résistance critique, si celle-ci est comprise dans la plage soumise. Lorsque l'homologation est demandée pour plus d'un coefficient (ou d'une caractéristique) de température de résistance, l'échantillon doit contenir des éprouvettes représentatives des différents coefficients (ou des différentes caractéristiques) de température de résistance. De même, il convient que l'échantillon contienne une certaine proportion d'éprouvettes de différentes valeurs de résistance ayant la plus faible tolérance pour laquelle l'homologation est demandée. La proportion d'éprouvettes ayant des caractéristiques différentes doit être proposée par le contrôleur du fabricant et doit être agréée par un organisme de certification (IECQ CB, par exemple).

Les éprouvettes de rechange sont permises selon les modalités suivantes:

- a) une par valeur de résistance et une pour chaque valeur de coefficient de température ou de caractéristique résistance/température susceptibles d'être utilisées pour remplacer les éléments non conformes tolérés au Groupe 0;
- b) une par valeur de résistance et une pour chaque valeur de coefficient de température ou de caractéristique résistance/température susceptibles d'être utilisées pour remplacer les éprouvettes non conformes en raison d'incidents non imputables au fabricant. Le nombre donné dans le Groupe 0 présume que tous les groupes sont applicables.

Lorsque des groupes supplémentaires sont ajoutés au programme d'essai d'homologation, le nombre exigé d'éprouvettes pour le Groupe 0 doit être augmenté du nombre d'éprouvettes exigées pour les groupes supplémentaires.

10.3 Essais

La série complète des essais indiqués dans le Tableau 4 est exigée pour l'homologation des potentiomètres couverts par une spécification particulière. Dans chaque groupe, les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

L'échantillon entier doit être soumis aux essais du Groupe 0, puis être divisé pour les autres groupes. Les éprouvettes qui ont passé avec succès les essais non destructifs des Groupes 4 et 7 peuvent être utilisées pour d'autres groupes d'essais.

Les éprouvettes jugées non conformes au cours de l'essai du Groupe 0 ne doivent pas être utilisées pour constituer les autres groupes.

Un potentiomètre est considéré comme "un élément non conforme" lorsqu'il ne satisfait pas à la totalité ou à une partie des essais d'un groupe.

L'homologation est accordée lorsque le nombre d'éléments non conformes ne dépasse pas le nombre spécifié d'éléments non conformes admissibles pour chaque groupe ou sous-groupe et le nombre total de non-conformités admissibles.

Le Tableau 4 indique le programme d'essais avec un effectif d'échantillons fixe. Il comprend les détails de l'échantillonnage et des éléments non conformes admissibles pour différents essais pour des groupes d'essais et donne, avec les détails de l'essai contenus dans l'IEC 60393-1:2008, Article 4, ainsi que l'Article 2 de le présent document, un résumé complet des conditions d'essai et des exigences de performance.

Le Tableau 4 indique si, pour les méthodes d'essai, les conditions d'essai et/ou les exigences de performance, un choix doit être fait dans la spécification particulière.

Les conditions d'essai et les exigences de performance pour le programme d'essais avec un effectif d'échantillons fixe doivent être identiques à celles déterminées dans la spécification particulière pour le contrôle de conformité de la qualité.

Tableau 4 – Programme d'essais pour l'homologation

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performance ^a (voir les articles de l'IEC 60393-1 le cas échéant)
Groupe 0					
4.4.1 Examen visuel		ND	31+3 Voir Note k	0	Selon 4.4.1, marquage lisible et selon la spécification particulière
4.4.2 Dimensions (calibrage)					Comme indiqué dans la spécification particulière
4.4.4 Course mécanique totale					Voir la spécification particulière
4.5 Continuité	(potentiomètres bobinés uniquement)				Selon 4.5.1 et 4.5.2, le cas échéant
4.7 Résistance entre bornes (dans la plupart des cas, résistance d'extrémité = résistance entre bornes)	Résistance entre les bornes a et b				$\leq \dots \Omega$
	Résistance entre les bornes b et c				$\leq \dots \Omega$
	Le cas échéant, entre la borne b et chaque borne de prise				$\leq \dots \Omega$
4.12 Tenue en tension	(Potentiomètres isolés uniquement) (pour la méthode de montage, voir Note m) À la pression atmosphérique normale				Selon 4.12.5
4.15 Bruit en rotation	Méthode B (potentiomètres bobinés uniquement), $\Delta \theta_0$: ...				Comme en 4.15.3 $\leq \dots \% U_{ac}$
Groupe 1					
		D	5	1	
4.18 Couple de démarrage					Comme indiqué dans la spécification particulière
4.20 Couple de butée					Comme indiqué dans la spécification particulière
4.22 Poussee et traction sur l'axe (voir Note 5)	Trois éprouvettes (n=3), Continuité				Comme en 4.22.2
	Deux éprouvettes (n=2), Rapport de sortie				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots \%$, comme en 4.22.3
4.32 Brasabilité (le cas échéant)	Méthode 2: Fer à braser Fer à braser de taille A Température: (350 ± 10) °C, durée: (2 ± 0,5) s				Bon état de l'étamage mis en évidence par l'écoulement libre de la brasure avec un bon mouillage des bornes
4.45 Résistance du marquage aux solvants (le cas échéant)	Solvant à utiliser: ...Température du solvant: ...Méthode 1 Matériau utilisé pour le frottement: ouate				Marquage lisible

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performance ^a (voir les articles de l'IEC 60393-1 le cas échéant)
4.40 Endurance mécanique (potentiomètres)	Nombre de cycles: 5000.				
	Cadence: 5 à 10 cycles par minute ou une course maximale de 80 mm/s du contact mobile				
	Examen visuel				Selon 4.40.6
	Résistance de l'élément				
	Résistance entre bornes: Résistance entre les bornes a et b Résistance entre les bornes b et c et, le cas échéant, entre la borne b et chaque borne de prise				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$ $\leq \dots \Omega$ $\leq \dots \Omega$ $\leq \dots \Omega$
	Résistance d'isolement (potentiomètres isolés seulement) (pour la méthode de montage, voir Note m)				$\geq 1 \text{ G}\Omega$
	Couple de manœuvre				$\dots \text{ mN.m}$ à $\dots \text{ mN.m}$
	Continuité				Selon 4.5.1
	Poussée et traction sur l'axe (voir Note e)				
	Trois éprouvettes (n=3) - Continuité				Comme en 4.22.2
	Deux éprouvettes (n=2) - Rapport de sortie				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots \%$ comme en 4.22.3
	Tenue en tension (potentiomètres isolés seulement) (pour la méthode de montage, voir Note m)				Comme en 4.40.6 – h)
Groupe 2					
		D	6	1	
	(1) 3 éprouvettes		3		
4.30 Robustesse des bornes	Essais appropriés au type de borne				
	Examen visuel				Comme en 4.30.8
	Résistance de l'élément				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.33 Résistance à la chaleur de brasage (le cas échéant)	Essai Tb, Méthode 2				
	Fer à braser: Taille A Température: $(350 \pm 10) ^\circ\text{C}$ Durée: $(10 \pm 1) \text{ s}$				
	Résistance de l'élément				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.44 Résistance des composants aux solvants (le cas échéant)	Solvant à utiliser: Température du solvant: Méthode 2 Rétablissement:				Voir la spécification particulière

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performance ^a (voir les articles de l'IEC 60393-1 le cas échéant)
(2) 3 éprouvettes restantes			3		
4.34 Variations de température	Voir Note 6				
	θ_A = Température de catégorie inférieure				
	θ_B = Température de catégorie inférieure				
	Durée t1 = 30 min				
	Examen visuel				Comme en 4.34.5
	Rapport de sortie (potentiomètres d'ajustement seulement)				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots\%$
	Résistance de l'élément				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.37 Chocs (voir Note 7)	Méthode de montage: voir la spécification particulière				
	Forme d'impulsion: semi-sinusoïdale Accélération: 490 m/s ² Durée des impulsions: 11 ms Examen visuel				Comme en 4.37.3
	Résistance de l'élément pour la méthode de montage: voir la spécification particulière				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
4.35 Vibrations (voir Note 8)	Procédure B4				
	Plage de fréquences: ... Hz à ... Hz				
	Amplitude: 0,75 mm ou 98 m/s ² (la moins sévère des deux)				
	Durée totale: 6 h				
	Voir Note 6 Mesures pendant l'essai				
	Continuité électrique (comme indiqué en 4.35.4)				Il ne doit y avoir aucune discontinuité
	Mesures finales				> 100 μ s
	Examen visuel				Comme en 4.35.5
	Rapport de sortie (potentiomètres d'ajustement seulement)				$\Delta U_{ab}/U_{ac} \leq \dots\%$
	Résistance de l'élément				$\Delta R \leq \pm (\dots \%R + \dots \Omega)$
(3) Toutes les éprouvettes			6		
4.38 Séquence climatique					
– Chaleur sèche	Examen visuel				Comme en 4.38.2.2
– Essai cyclique de chaleur humide, premier cycle					
– Froid	Couple de démarrage				... mN.m à ... mN.m
– À basse pression atmosphérique (voir Note 9)	8,5 kPa (85 mbar)				
	Tenue en tension				Comme en 4.38.5.3
	(potentiomètres isolés seulement) (pour la méthode de montage, voir Note m)				