

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60322

Deuxième édition
Second edition
2001-03

**Applications ferroviaires –
Equipements électriques du matériel roulant –
Règles relatives aux résistances de puissance
de construction ouverte**

**Railway applications –
Electric equipment for rolling stock –
Rules for power resistors of open construction**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 603220:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60322

Deuxième édition
Second edition
2001-03

**Applications ferroviaires –
Equipements électriques du matériel roulant –
Règles relatives aux résistances de puissance
de construction ouverte**

**Railway applications –
Electric equipment for rolling stock –
Rules for power resistors of open construction**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	10
4 Informations sur le matériel.....	14
4.1 Généralités.....	14
4.2 Nature des informations.....	14
4.3 Marquage	16
5 Conditions normales de service	16
6 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement.....	16
6.1 Dispositions relatives à la construction.....	16
6.2 Dispositions relatives au fonctionnement.....	24
7 Catégories d'essais	24
7.1 Généralités.....	24
7.2 Essais de type	26
7.3 Essais individuels de série	26
7.4 Essais d'investigation	26
7.5 Conditions générales d'essai	26
8 Essais	26
8.1 Généralités.....	26
8.2 Mesures	28
8.3 Essais d'échauffement.....	30
8.4 Essais de tenue aux chocs et aux vibrations	30
8.5 Essais diélectriques.....	30
8.6 Epreuve hygroscopique.....	34
8.7 Essai en mode dégradé	34
8.8 Essai de performance sous la pluie.....	34
Annexe A (normative) Résistances à double isolement	36
Figure A.1 – Dispositions typiques de résistances à double isolement.....	36
Tableau 1 – Tolérances sur les valeurs de résistance des sections de résistance	18
Tableau 2 – Tolérances sur les valeurs de résistance des éléments de résistance	18
Tableau 3 – Echauffements admissibles des parties accessibles	20
Tableau 4 – Liste des essais	28
Tableau 5 – Tensions d'essai d'une isolation principale	32
Tableau 6 – Tensions d'essai d'une isolation fonctionnelle.....	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 Scope and object.....	9
2 Normative references.....	9
3 Definitions	11
4 Product information.....	15
4.1 General	15
4.2 Nature of information	15
4.3 Marking	17
5 Normal service conditions	17
6 Constructional and performance requirements	17
6.1 Constructional requirements	17
6.2 Performance requirements.....	25
7 Test categories	25
7.1 General	25
7.2 Type tests	27
7.3 Routine tests	27
7.4 Investigatory tests.....	27
7.5 General test conditions	27
8 Tests	27
8.1 General	27
8.2 Measurements.....	29
8.3 Temperature-rise tests.....	31
8.4 Tests for withstanding vibration and shock	31
8.5 Dielectric tests.....	31
8.6 Hygroscopic test	35
8.7 Fault current test	35
8.8 Test for performance in rain.....	35
Annex A (normative) Double insulated resistors	37
Figure A.1 – Typical arrangements of double insulated resistors	37
Table 1 – Tolerances on resistance values of resistor sections	19
Table 2 – Tolerances on resistance values of resistor elements	19
Table 3 – Temperature-rise limits for accessible parts	21
Table 4 – List of tests	29
Table 5 – Test voltages for basic insulation	33
Table 6 – Test voltages for functional insulation	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – EQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU MATÉRIEL ROULANT – RÈGLES RELATIVES AUX RÉSISTANCES DE PUISSANCE DE CONSTRUCTION OUVERTE

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60322 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

Cette deuxième édition, qui constitue une révision technique, annule et remplace la première édition parue en 1970.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/607/FDIS	9/611/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK –
RULES FOR POWER RESISTORS OF OPEN CONSTRUCTION**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60322 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1970, of which it constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
9/607/FDIS	9/611/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A forms an integral part of this standard.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010.
A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60322:2001

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60322:2001

APPLICATIONS FERROVIAIRES – EQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU MATÉRIEL ROULANT – RÈGLES RELATIVES AUX RÉSISTANCES DE PUISSANCE DE CONSTRUCTION OUVERTE

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale donne les règles relatives à toutes les résistances de puissance (par exemple freinage, chauffage, «snubber» et filtre) des circuits de puissance et d'auxiliaires du matériel roulant, indépendamment du circuit et du type de véhicule où elles sont utilisées.

Ces résistances sont généralement de construction ouverte et sont utilisées dans des emplacements pollués. Leur construction est faite d'éléments résistants tels que grilles, plaques, bandes, rubans ou fils.

NOTE Après accord entre utilisateur et fabricant, certaines de ces règles peuvent être utilisées pour l'équipement électrique installé sur d'autres véhicules tels que les locomotives de mines, trolleybus, etc.

La présente norme énonce

- les caractéristiques des résistances;
- les conditions de service auxquelles il faut que les résistances de puissance satisfassent;
- les essais destinés à confirmer que ces conditions ont été satisfaites et les méthodes d'essais à utiliser;
- les informations inscrites sur les résistances, ou à fournir.

Cette norme ne donne pas les prescriptions relatives aux conditions générales de service et aux règles générales données par la CEI 60077-1.

L'objet de cette norme est d'adapter les règles générales données dans la CEI 60077-1 aux résistances de puissance pour le matériel roulant afin d'obtenir des prescriptions et des essais uniformes pour toute la gamme correspondante de composants et d'éviter pour les essais d'avoir recours à deux normes différentes.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(811):1991, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK – RULES FOR POWER RESISTORS OF OPEN CONSTRUCTION

1 Scope and object

This International Standard gives the rules for all power resistors (for example, braking, heating, snubber and filter) used in the power and auxiliary circuits on board rolling stock irrespective of the circuit and the type of vehicle where they are used.

These resistors are generally of open construction and are used in polluted areas. The construction consists of resistor elements of grids, plates, strips, ribbons or wires.

NOTE Certain of these rules may, after agreement between user and manufacturer, be used for electrical equipment installed on other vehicles such as mine locomotives, trolley buses, etc.

This standard states

- the characteristics of the resistors;
- the service conditions with which the power resistors have to comply;
- the tests intended for confirming that these conditions have been met and the methods to be adopted for these tests;
- the information to be marked on, or given with, the resistors.

This standard does not give requirements relating to general service conditions and general rules which are given in IEC 60077-1.

The object of this standard is to adapt the general rules given in IEC 60077-1 to power resistors for rolling stock in order to obtain uniformity of requirements and tests throughout the corresponding range of components and to avoid the need for testing to two different standards.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(811):1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

CEI 60077-1:1999, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

CEI 60364-4-41:1992, *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 60943:1998, *Guide concernant l'échauffement admissible des parties des matériels électriques, en particulier les bornes de raccordement*

CEI 61133:1992, *Tractions électriques – Matériel roulant – Méthodes d'essai des véhicules ferroviaires électriques et thermo-électriques après achèvement et avant mise en service*

CEI 61373:1999, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions de la CEI 60050(811) s'appliquent ainsi que les définitions suivantes.

3.1

élément de résistance

conducteur résistant, entrant dans la composition d'une boîte de résistance ou d'un cadre de résistance, se présentant habituellement sous forme de grilles, de plaques, de bandes, de rubans ou de fils et pouvant comporter des prises intermédiaires
[VEI 811-27-11]

NOTE Un élément de résistance est habituellement une partie remplaçable.

3.2

résistance

un terme général utilisé dans cette norme pour désigner l'une quelconque des formes ci-après de résistance électrique

3.2.1

boîte de résistance

cadre de résistance

ensemble d'éléments de résistance montés sur un support commun

[VEI 811-27-12]

NOTE 1 Le terme boîte de résistance est employé pour les résistances ayant un ou plusieurs éléments de résistances montés dans une enveloppe constituant une partie du conduit de ventilation forcée de refroidissement.

NOTE 2 Le terme cadre de résistance est utilisé pour les résistances ayant un ou plusieurs éléments de résistances montés sur un châssis pour le refroidissement naturel à l'air libre.

3.2.2

section de résistance

circuit résistant compris entre deux bornes, attribué à une fonction électrique et raccordé au matériel extérieur

[VEI 811-27-14 modifié]

NOTE Une section de résistance peut être constituée d'une/d'un ou de plusieurs boîtes ou cadres de résistance.

IEC 60077-1:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 60364-4-41:1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60943:1998, *Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals*

IEC 61133:1992, *Electric traction – Rolling stock – Test methods for electric and thermal/electric rolling stock on completion of construction and before entry into service*

IEC 61373:1999, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the definitions of IEC 60050(811) and the following definitions apply.

3.1

resistor element

resistive conductor forming part of a resistor case or frame, usually in the form of grids, plates, strips, ribbons or wires and which may have intermediate tapings
[IEV 811-27-11]

NOTE A resistor element is usually a removable assembly.

3.2

resistor

general term used in this standard to designate any of the following forms of electrical resistance

3.2.1

resistor case

resistor frame

set of resistor elements assembled into a single structure

[IEV 811-27-12]

NOTE 1 Resistor case is used for resistors having one or more resistor elements installed in an enclosure intended to form part of a forced air cooling duct.

NOTE 2 Resistor frame is used for resistors having one or more resistor elements installed on a common frame for natural cooling in open air.

3.2.2

resistor section

resistive circuit contained between two terminals, dedicated to an electrical function and connected to external equipment

[IEV 811-27-14 modified.]

NOTE A resistor section may consist of a part or more than one resistor case or frame.

3.3

double isolement

isolement à deux étages, le premier entre les pièces métalliques sous tension et une masse intermédiaire et le second entre la masse intermédiaire et la masse du véhicule
[VEI 811-27-15]

NOTE 1 La masse intermédiaire est métallique (voir l'annexe A).

NOTE 2 Dans le cadre de cette norme le double isolement ne se réfère pas à la double isolation utilisée pour la protection contre les chocs électriques (voir la CEI 60364-4-41).

3.4

isolement multiple

un système d'isolement ayant plus d'un étage d'isolement et une masse intermédiaire entre deux étages consécutifs

NOTE 1 Un système d'isolement n'ayant qu'un étage est dit à «simple isolement».

NOTE 2 Pour un système d'isolement ayant plus d'un étage, les étages autres que le premier isolement sont communément désignés «second isolement».

3.5

premier étage d'isolement

premier étage d'isolement d'un isolement multiple entre les conducteurs actifs et la masse intermédiaire

3.6

isolation fonctionnelle

isolation entre pièces conductrices qui est uniquement nécessaire au bon fonctionnement

3.7

isolation principale

isolation des parties actives destinée à assurer la protection principale contre les chocs électriques (sécurité des personnes)

3.8

température maximale (T_m)

température du point le plus chaud de l'élément de résistance dans les conditions spécifiées (régime, refroidissement, matériaux, etc.)

3.9

température maximale admissible

température de l'élément de résistance qui peut être supportée sans qu'il en résulte une dégradation (déformation permanente par exemple) d'aucune partie de la boîte ou du cadre de résistance ni de ses raccordements extérieurs

3.10

courant assigné d'emploi (I_e)

valeur du courant défini par le fabricant pour un cycle donné dans des conditions spécifiques

NOTE Ceci peut inclure une valeur de courant susceptible d'être appliquée continuellement.

3.3**double insulation**

two-stage insulation, the first between the live conductors and an intermediate frame and the second between the intermediate frame and the body of the vehicle
[IEV 811-27-15]

NOTE 1 The intermediate frame is metallic (see annex A).

NOTE 2 Double insulation in this context does not refer to double insulation used for protection against electric shock (see IEC 60364-4-41).

3.4**multi-stage insulation**

insulation system having more than one stage of insulation and an intermediate frame between consecutive stages

NOTE 1 An insulation system having no more than one stage is termed "single insulation".

NOTE 2 For an insulation system having more than one stage, those stages other than the primary insulation are commonly known as "secondary insulation".

3.5**primary insulation**

first stage of a multi-stage insulation between live conductors and the intermediate frame

3.6**functional insulation**

insulation between conductive parts which is necessary only for the proper function

3.7**basic insulation**

insulation applied to live parts to provide basic protection against electric shock (human safety)

3.8**maximum temperature (T_m)**

temperature of the hottest point of the resistor element under the specified conditions (duty, cooling, materials, etc.)

3.9**maximum permissible temperature**

temperature of the resistor element that can be withstood without any resulting damage (for example, permanent distortion) to any part of the resistor frame or case and its external connections

3.10**rated operational current (I_e)**

current value assigned by the manufacturer for a duty cycle under specified conditions

NOTE This may include a value of current capable of being carried continuously.

3.11

tension assignée d'emploi (U_e)

valeur de la tension qui détermine l'utilisation de la boîte ou du cadre de résistance à laquelle se rapportent les essais. Elle est généralement fixée par le fabricant

3.12

tension locale (U_w)

valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou valeur la plus élevée en courant continu qui peut apparaître (localement) à travers n'importe quelle isolation à la tension assignée d'alimentation, sans tenir compte des tensions transitoires, en circuit ouvert ou dans les conditions normales de fonctionnement

NOTE Pour une résistance dans des conditions de défaut, la tension locale est celle qui apparaît dans les conditions de défaut si elle est plus élevée que celle existant dans les conditions normales.

3.13

tension assignée d'isolement (U_i)

valeur de tension à laquelle on se réfère pour les essais diélectriques et pour les lignes de fuite.

Elle est au moins égale à la tension efficace la plus élevée existant entre les électrodes et le long de la ligne de fuite pendant une durée suffisante (c'est-à-dire en négligeant les tensions transitoires non répétitives)

3.14

fabricant

organisme qui a la responsabilité technique de la fabrication des résistances

3.15

client (acheteur)

organisme qui commande les résistances et a la responsabilité des négociations directes avec le fabricant

4 Informations sur le matériel

4.1 Généralités

Il convient d'établir une spécification, approuvée par le fabricant et son client, comportant les prescriptions générales de fonctionnement et d'essais conformes à la présente norme.

4.2 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données dans le catalogue ou la documentation du fabricant pour chaque boîte ou cadre de résistance. Elles concernent l'identification et les caractéristiques.

4.2.1 Identification

- nom ou marque du fabricant;
- désignation du type ou numéro de série;
- état de modification;
- référence à la norme de produit (c'est-à-dire la CEI 60322) si le fabricant déclare la conformité à celle-ci.

3.11**rated operational voltage (U_e)**

voltage value which determines the application of the resistor frame or case and to which the tests are referred. The value is assigned generally by the manufacturer

3.12**working voltage (U_w)**

the highest r.m.s. value of the a.c. voltage or the highest value of the d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at rated operational voltage, transients being disregarded, in open-circuit conditions or under normal operating conditions

NOTE For a resistor under fault conditions, the working voltage is that occurring under the fault conditions, if this is greater than that occurring under normal conditions.

3.13**rated insulation voltage (U_i)**

value of the voltage to which dielectric test voltages and creepage distances are referred.

It is at least equal to the highest r.m.s. value of the voltage existing between electrodes and across the creepage distance for an extended period of time (i.e. neglecting non-repetitive transient voltages)

3.14**manufacturer**

organization which has the technical responsibility for the manufacture of the resistor

3.15**purchaser**

organization which orders the resistor and has the responsibility for direct negotiations with the manufacturer

4 Product information**4.1 General**

An agreed specification should exist between the manufacturer and his purchaser containing general performance and test requirements in accordance with this standard.

4.2 Nature of information

The following information shall be given in the manufacturer's catalogue or manuals for each resistor case or frame. It concerns the identification and the characteristics.

4.2.1 Identification

- manufacturer's name or trademark;
- type designation or serial number;
- modification status;
- reference to the product standard (i.e. IEC 60322) if the manufacturer declares compliance with it.

4.2.2 Caractéristiques

La liste suivante n'est pas exhaustive et il convient de l'appliquer si elle est appropriée:

- tension(s) assignée(s) d'emploi;
- tension assignée d'isolement;
- courant(s) assigné(s) d'emploi;
- valeur totale de la résistance (à 20 °C) et, si demandé, celle de la résistance partielle entre les bornes de connexion.

4.3 Marquage

Les marquages suivants sur le matériel sont obligatoires:

- nom ou marque du fabricant;
- désignation du type;
- numéro de série ou date ou code de fabrication;
- état de modification, s'il y a lieu.

De préférence ceux-ci sont portés sur la plaque signalétique, lorsqu'elle existe, afin de permettre que les références complètes du fabricant soient identifiables (traçabilité). Les marquages doivent être indélébiles et facilement lisibles.

5 Conditions normales de service

Les conditions sont données à l'article 7 de la CEI 60077-1. Les conditions de service peuvent imposer des prescriptions particulières de construction pour ce type de matériel (par exemple pour prendre en compte l'effet de la pluie sur un élément de résistance chaud).

6 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

6.1 Dispositions relatives à la construction

Les dispositions constructives sont données en 8.1 de la CEI 60077-1, complétées des dispositions suivantes. Si d'autres dispositions constructives supplémentaires sont nécessaires, elles doivent être stipulées dans la spécification.

6.1.1 Valeurs des résistances des sections de résistance

Lorsque la section de résistance est constituée de plus d'une boîte de résistance ou d'un cadre de résistance, la valeur doit inclure la résistance des connexions entre les boîtes ou les cadres.

La tolérance sur la valeur de la résistance doit être comme indiqué dans le tableau 1, à la température de référence de 20 °C. La valeur de la résistance à la température de référence de 20 °C doit être déclarée en prenant en compte la variation de résistance qui apparaîtra à la température maximale (T_m).

4.2.2 Characteristics

The following list is not exhaustive and should be applied as appropriate:

- rated operational voltage(s);
- rated insulation voltage;
- rated operational current(s);
- value of the total resistance (at 20 °C) and, if required, of the partial resistance between connection terminals.

4.3 Marking

The following markings on the equipment are mandatory:

- manufacturer's name or trademark;
- type designation;
- serial number or date or code of manufacture;
- modification status, if applicable.

These are preferably marked on the nameplate, if any, in order to permit the complete data to be obtained from the manufacturer for traceability. The markings shall be indelible and easily legible.

5 Normal service conditions

These conditions are given in clause 7 of IEC 60077-1. The service conditions may impose special constructional requirements for this type of equipment (for example, take into consideration rain on a hot resistor element).

6 Constructional and performance requirements

6.1 Constructional requirements

The constructional requirements are those given in 8.1 of IEC 60077-1 with the following additions. If further constructional requirements are needed, they shall be stated in the specification.

6.1.1 Resistance values of resistor sections

If the resistor section consists of more than one resistor case or frame, the value shall include the resistance of the connections between the cases or frames.

The tolerance on the resistance values measured shall be as given in table 1 at the reference temperature of 20 °C. The value of resistance at the reference temperature of 20 °C shall be declared taking into consideration the variation of resistance that will occur at the maximum temperature (T_m).

Tableau 1 – Tolérances sur les valeurs de résistance des sections de résistance

Application de la résistance	Tolérance %
Résistance de démarrage Résistance de freinage Résistance de shuntage permanent	+7, –5
Résistance de shuntage d'inducteurs de moteurs à courant continu ou ondulé: – pour champ réduit compris entre 100 % et 50 % du plein champ – pour champ réduit à moins de 50 % du plein champ – résistances ajustables	±5 ±3 +7, –5
Résistance de shuntage d'enroulement de commutation des moteurs monophasés à collecteur	±3
Résistance de coupure	±10
Résistance d'écrêteur, snubber, autres	±10
NOTE Les valeurs ci-dessus s'appliquent à moins que d'autres valeurs ne soient fixées dans la spécification.	

6.1.2 Valeurs de résistance des éléments de résistance

La tolérance sur les valeurs de résistance des éléments de résistance doit être celle indiquée dans le tableau 2, à la température de référence de 20 °C.

Si l'élément de résistance est une section de résistance, le tableau 1 doit être appliqué.

Tableau 2 – Tolérances sur les valeurs de résistance des éléments de résistance

Nature des éléments de résistance	Tolérance %
Grilles coulées	±10
Rubans, fils, etc.	±5

6.1.3 Inductance

En fonction de l'application, les limites d'inductance peuvent être fixées par la spécification.

6.1.4 Isolation

Une isolation principale doit exister entre les éléments de résistance et le véhicule.

Les lignes de fuite et les distances d'isolement de l'isolation principale d'une résistance sont basées sur la tension assignée d'isolement U_i du circuit auquel la résistance est connectée.

Pour les applications particulières, par exemple lorsque des résistances de freinage ou d'autres résistances sont soumises à des conditions d'environnement sévères, le double isolement comportant une masse intermédiaire doit être utilisé; elles sont alors considérées comme des résistances à isollements multiples.

Table 1 – Tolerances on resistance values of resistor sections

Resistor application	Tolerance %
Starting resistor Braking resistor Permanent shunting resistor	+7, –5
Shunting resistor for field weakening of direct or pulsating current motors: – weak field between 100 % and 50 % of full field – weak field less than 50 % of full field – adjustable resistors	±5 ±3 +7, –5
Shunting resistor for interpoles of single-phase commutator motors	±3
Circuit-interrupting resistor	±10
Crowbar, snubber, others	±10
NOTE The above values apply unless otherwise stated in the specification.	

6.1.2 Resistance values of resistor elements

The tolerance on the resistance values of the resistor elements shall be as given in table 2 at the reference temperature of 20 °C.

If the resistor element is known to be a resistor section, then table 1 shall be applied.

Table 2 – Tolerances on resistance values of resistor elements

Nature of resistor elements	Tolerance %
Cast grids	±10
Ribbons, wires, etc.	±5

6.1.3 Inductance

Depending on the particular application, the limits of inductance may be stated in the specification.

6.1.4 Insulation

A basic insulation shall be provided between the resistor elements and the vehicle body.

Creepages and clearances for the basic insulation of a resistor are based on the rated insulation voltage U_i of the circuit to which the resistor is connected.

For particular applications, for example, where braking resistors or other resistors are subjected to severe environmental conditions, double insulation including an intermediate frame shall be used; then they are regarded as multi-stage insulated resistors.

Lorsqu'un isolement multiple (un double isolement, par exemple) est utilisé, les prescriptions suivantes s'appliquent:

- a) les pièces conductrices de la masse intermédiaire doivent être considérées comme des parties actives et toutes les dispositions nécessaires doivent être prises pour empêcher le contact direct avec ces pièces.

L'isolation entre les éléments de résistance et la masse intermédiaire doit être dimensionnée en fonction de l'isolement; l'isolation entre la masse intermédiaire et le véhicule doit être dimensionnée comme une isolation principale en fonction de la tension assignée d'isolement U_i , conformément aux prescriptions de 8.2.6 de la CEI 60077-1;

- b) tout point de tout élément de résistance d'une boîte ou d'un cadre de résistance doit présenter une isolation fonctionnelle en fonction de la tension locale U_w existant entre ce point et le ou les autres points considérés;
- c) la tension locale est égale à la chute de tension existant aux bornes du ou des éléments de résistance installés sur ce cadre;
- d) l'isolation fonctionnelle entre deux masses intermédiaires quelconques doit être dimensionnée comme une isolation fonctionnelle, en fonction de la tension locale U_w .

L'annexe A donne des exemples de plusieurs dispositions possibles de résistances.

6.1.5 Température maximale

6.1.5.1 Température maximale de la résistance

La température maximale (T_m) d'une résistance ne doit pas être supérieure à la température maximale autorisée et doit prendre en compte la température que les parois, les sorties d'air et les accessoires voisins (câbles, bornes, etc.) sont capables de supporter. Une température maximale plus basse peut être fixée dans la spécification.

6.1.5.2 Limites d'échauffement

Les limites d'échauffement des parties accessibles compte tenu de la température ambiante sont données dans le tableau 3. La résistance doit être protégée contre les contacts avec des matériaux combustibles ou contre des contacts accidentels avec le personnel.

Tableau 3 – Echauffements admissibles des parties accessibles

Parties accessibles	Limites d'échauffement pour une température ambiante maximale de 40 °C	Température maximale
	K	°C
Parties extérieures d'enveloppes adjacentes à des entrées de câbles:		
– métalliques	40	80
– non métalliques	50	90
Parties extérieures d'enveloppes des résistances	200	
Air à la sortie des orifices de ventilation des enveloppes des résistances	200	
NOTE L'échauffement limite de 200 K peut être dépassé après accord entre l'acheteur et le fabricant, par exemple dans le cas de résistances autoventilées montées sur la toiture. L'installateur de la résistance est responsable de la protection et de l'emplacement pour prévenir les risques de détériorations. Il convient que le fabricant de la résistance fournisse les renseignements appropriés.		

When multi-stage insulation (for example, double insulation) is employed, the following requirements apply:

- a) the conductive parts of the intermediate frame shall be regarded as live parts and all provisions shall be applied to prevent direct contact with these parts.

The insulation between the resistor elements and the intermediate frame of the resistor shall be dimensioned as functional insulation; the insulation between the intermediate frame and the vehicle body shall be dimensioned as basic insulation related to the rated insulation voltage U_i in accordance with the requirements of 8.2.6 of IEC 60077-1;

- b) every point of all resistor elements of a case or a frame shall have (a) functional insulation(s) related to the working voltage(s) U_w existing between this point and the other point(s) considered;
- c) the working voltage is equal to the voltage drop existing across the resistor elements fitted on this intermediate frame;
- d) the functional insulation between any two intermediate frames shall be dimensioned as a functional insulation related to the working voltage U_w .

Annex A gives examples of several possible arrangements of resistors.

6.1.5 Maximum temperature

6.1.5.1 Maximum temperature of the resistor

The maximum temperature (T_m) of a resistor shall not exceed the maximum permissible temperature and shall take into account the temperature which partitions, outlets and adjacent accessories (cables, terminals, etc.) are able to withstand. A lower maximum temperature may be stated in the specification.

6.1.5.2 Temperature-rise limits

Table 3 gives the temperature-rise limits for accessible parts taking into account the ambient air temperature. The resistor shall be protected against contact with combustible materials or accidental contact with personnel.

Table 3 – Temperature-rise limits for accessible parts

Accessible parts	Temperature-rise limits for maximum air ambient temperature 40 °C	Maximum temperature
	K	°C
Exteriors of enclosure adjacent to cable entries: – metallic – non-metallic	40 50	80 90
Exteriors of enclosures of the resistor	200	
Air issuing from ventilation openings of the resistor	200	
NOTE The temperature-rise limits of 200 K may be exceeded by an agreement between purchaser and manufacturer, for example, in the case of self-ventilated resistors mounted on the roof. Guarding and location to prevent danger is the responsibility of the purchaser of the resistor fitting the item. The manufacturer of the resistor should provide appropriate information.		

6.1.6 Bornes

Des connexions boulonnées comportant un dispositif de blocage approprié doivent être utilisées pour toutes les bornes de raccordement afin d'assurer la conservation des efforts de la connexion.

Il convient que les bornes, vis et écrous soient conçus en conformité avec la CEI 60943. En prenant en compte les conditions de température élevée en particulier, toutes les précautions doivent être prises pour empêcher l'accroissement des résistances de contact dans le temps dû aux effets de la corrosion ou à la fatigue des matériaux.

6.1.7 Protection contre la corrosion

Des dispositions doivent être prises pour assurer une protection adéquate contre la corrosion de tous les composants de l'élément de résistance y compris les surfaces de contact des bornes.

6.1.8 Matériaux

En ce qui concerne la santé et la sécurité, il convient de choisir les matériaux de telle façon qu'ils ne présentent aucun risque pour les personnes et les animaux conformément aux lois nationales auxquelles est soumis l'utilisateur du véhicule.

6.1.9 Borne de masse

Pour être conforme à 8.1.2 de la CEI 60077-1, la boîte de résistance ou le cadre de résistance doit posséder une borne de protection de masse lorsqu'il existe des parties conductrices qui pourraient devenir actives en cas de défaut d'isolement. Ceci est généralement réalisé par une borne uniquement réservée à cet usage appelée borne de masse.

La borne de masse doit être facilement accessible et placée de telle sorte que le raccordement à la structure du véhicule ou au conducteur de protection subsiste lorsque le capot ou toute autre partie amovible est déposée.

La borne de masse doit être convenablement protégée contre la corrosion.

6.1.10 Champs électromagnétiques (CEM)

Il convient de prêter attention à la conception et à la disposition du matériel pour s'assurer que les champs électromagnétiques produits restent à l'intérieur des limites spécifiées.

NOTE Ce sujet est encore à l'étude.

6.1.11 Protection contre l'incendie

Le paragraphe 8.1.5 de la CEI 60077-1 s'applique.

Les matériaux ne doivent produire qu'une faible quantité de fumées d'opacité et de toxicité minimales (les limites quantitatives doivent être fixées).

Les matériaux combustibles doivent être éloignés des sources de chaleur. Ils doivent être choisis pour garantir une bonne résistance au feu.

6.1.6 Terminals

Bolted connections with adequate locking shall be used for all terminal connections in order to ensure the connection forces are maintained.

Terminals, bolts and nuts should be designed in accordance with IEC 60943. Taking into account the conditions of high temperatures in particular, all precautions shall be taken to prevent contact resistance from increasing with time due to corrosion effects or fatigue of materials.

6.1.7 Protection against corrosion

Precautions shall be taken to give adequate protection against corrosion for all components of the resistor including contact surfaces of terminations.

6.1.8 Materials

With respect to health and safety, materials should be chosen which represent no risk for human beings and livestock in accordance with national laws of the user of the vehicle.

6.1.9 Bonding terminal

In order to comply with 8.1.2 of IEC 60077-1, the resistor case or frame shall have a protective bonding connection when there are exposed conductive parts which could become live in case of insulation failure. This is generally achieved by a terminal provided solely for this function, named the bonding terminal.

The bonding terminal shall be readily accessible and so placed that the connection to the vehicle structure or to the protective conductor is maintained when the cover or any other removable part is removed.

The bonding terminal shall be suitably protected against corrosion.

6.1.10 Electromagnetic fields (EMC)

Consideration should be given, in the design and disposition of equipment, to ensure that electromagnetic fields produced are within any specified limits.

NOTE This subject is still under consideration.

6.1.11 Fire protection

Subclause 8.1.5 of IEC 60077-1 applies.

Materials shall produce only a small quantity of smoke of minimal opacity and toxicity (quantitative limits shall be considered).

Combustible materials shall be kept away from sources of heat. They shall be selected to guarantee good resistance to fire.

6.2 Dispositions relatives au fonctionnement

6.2.1 Généralités

Le paragraphe 8.2 de la CEI 60077-1 s'applique avec les compléments suivants. Les dispositions supplémentaires relatives au fonctionnement doivent être stipulées dans la spécification.

6.2.2 Comportement en service

La résistance doit être capable d'assurer les régimes assignés comme spécifié. Ceci peut inclure le fonctionnement en surcharge ou dans des conditions de mode dégradé.

6.2.3 Comportement sous la pluie et sous la neige

Lorsque la résistance doit être installée sur le véhicule de telle sorte qu'elle soit exposée à la pluie et à la neige, elle doit pouvoir supporter les effets de ces éléments sans altération mécanique ou électrique.

6.2.4 Bruit

Il convient de prêter attention aux bruits émis par la combinaison des matériaux particuliers et de la forme d'onde du courant traversant la résistance. Les exigences relatives au bruit doivent être fixées dans la spécification. De plus, Il convient de prendre en considération les bruits résultant des contraintes de vibration sur le montage.

Le bruit produit par le ventilateur d'une résistance à refroidissement par ventilation forcée n'est pas couvert par la présente norme.

6.2.5 Propriétés diélectriques

Les prescriptions relatives aux valeurs de distance d'isolement et de ligne de fuite de 8.2.6 de la CEI 60077-1 doivent être satisfaites.

6.2.6 Aptitude à supporter les vibrations et les chocs

La résistance doit pouvoir supporter les vibrations et les chocs spécifiés dans les prescriptions d'essai de la CEI 61373.

7 Catégories d'essais

7.1 Généralités

Les essais doivent être exécutés pour prouver la conformité aux prescriptions données par la présente norme. La spécification doit donner toutes les informations concernant les essais et les résultats à obtenir que ne spécifie pas la présente norme.

Les essais sont les suivants:

- les essais de type;
- les essais individuels de série;
- les essais d'investigation.

Les essais doivent être exécutés par le fabricant dans ses locaux ou tout autre laboratoire approprié de son choix, avant le montage de la résistance sur le véhicule.

6.2 Performance requirements

6.2.1 General

Subclause 8.2 of IEC 60077-1 applies with the following additions. Supplementary performance requirements shall be stated in the specification.

6.2.2 Operational performance

The resistor shall be capable of performing its rated duties as specified. This may include performance in overload or fault conditions.

6.2.3 Performance in rain and snow

If the resistor is to be installed on a vehicle in such a way that it is exposed to rain and snow, it shall be able to withstand the effects of these elements without mechanical or electrical damage.

6.2.4 Noise

Consideration should be given to noise created by the combination of the particular materials and the wave-form of the current flowing through the resistor. The noise requirements shall be stated in the specification. In addition, the noises created by the assembly as a result of the vibration stress should be considered.

Noise produced by the fan of a forced-cooled resistor is not covered by this standard.

6.2.5 Dielectric properties

The requirements concerning the values for clearance and creepage of 8.2.6 of IEC 60077-1 shall be fulfilled.

6.2.6 Ability to withstand vibration and shock

The resistor shall be capable of withstanding the vibration and shock given by test requirements of IEC 61373.

7 Test categories

7.1 General

Tests shall be made to prove compliance with the requirements laid down in this standard. The specification shall give all the information concerning tests and the results to be obtained, which are not specified in this standard.

Tests are as follows:

- type tests;
- routine tests;
- investigatory tests.

The tests shall be carried out by the manufacturer at his factory or at any suitable laboratory of his choice, before the resistor is mounted on the vehicle.

7.2 Essais de type

Les résistances soumises aux essais de type doivent avoir subi d'abord un essai individuel de série.

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception à la spécification. Ils doivent être effectués sur les éléments, les boîtes ou les cadres de résistance qui constituent une section de résistance. Sauf accord contraire, tous les essais de type du tableau 4 doivent être exécutés une fois sur chaque conception de résistance ou chaque résistance nouvellement spécifiée.

Si nécessaire, plus d'un échantillon peut être utilisé pour effectuer la séquence des essais de type.

Les résultats de l'ensemble des essais de type doivent être consignés dans un rapport d'essais contenant les résultats nécessaires pour prouver la conformité à la spécification, qui doit être mis à disposition par le fabricant.

Lorsque la conception ou l'application dérive d'un modèle courant, seuls les éléments qui diffèrent doivent être soumis aux essais de type.

7.3 Essais individuels de série

Les essais individuels de série doivent être effectués sur toutes les sections de résistances, boîtes ou cadres de résistance qu'elles comportent. Les éléments de résistance doivent être essayés uniquement s'ils sont destinés à être utilisés individuellement pour les besoins de la réparation, par exemple.

7.4 Essais d'investigation

Ce sont des essais spéciaux qui peuvent être effectués pour vérifier des propriétés ou des caractéristiques spécifiques d'une résistance, soit de la propre initiative du fabricant, ou après accord entre le fabricant et son client. Ils peuvent inclure les essais sur véhicule que stipule la CEI 61133.

7.5 Conditions générales d'essai

La résistance en essai doit être conforme au modèle qui la représente.

Sauf indication contraire mentionnée dans la présente norme:

- les essais doivent être effectués dans les conditions ambiantes présentes sur le site d'essai;
- la résistance soumise aux essais de type doit être complète et montée dans des conditions correspondant à l'installation envisagée sur le matériel roulant, lorsque ces conditions ont une influence sur les performances de la résistance.

8 Essais

8.1 Généralités

Les essais de type et individuels de série à effectuer sur les résistances sont indiqués dans le tableau 4 qui spécifie également pour chacun d'eux le numéro du paragraphe.

Sauf indication contraire, les essais sont effectués à la température normale du site d'essai.

7.2 Type tests

Resistors for type tests shall first be routine tested.

Type tests are intended to verify the compliance of the design with the specification. They shall be made on resistor elements, cases or frames which form the resistor section. Unless otherwise agreed, all type tests in table 4 shall be carried out once on each design of resistor or newly specified resistor.

If necessary, more than one sample may be used to carry out the type test sequence.

The results of all type tests shall be recorded in a test report containing sufficient data to prove compliance with this specification. The report shall be made available by the manufacturer.

If the design or application is varied, it shall be sufficient to type test only those items affected by the variation.

7.3 Routine tests

Routine tests shall be made on resistor sections and every resistor case or frame. Resistor elements shall be tested only when they are intended to be used individually, for example for repair purposes.

7.4 Investigatory tests

These are special tests that may be made to verify specific properties or characteristics of a resistor, either on the manufacturer's own initiative, or by agreement between the manufacturer and his purchaser. They may include tests on the vehicles as stated in IEC 61133.

7.5 General test conditions

The resistor to be tested shall conform to the design which it represents.

Unless otherwise stated in this standard:

- tests shall be carried out in the ambient conditions present at the test site;
- for type testing, the resistor shall be mounted complete under the relevant conditions of installation envisaged on the rolling stock, when these conditions have an influence on the resistor performance.

8 Tests

8.1 General

The type and routine tests to be made on resistors are indicated in table 4, which also specifies the subclause number of the test.

Unless otherwise stated, tests shall be carried out at the normal temperature of the test site.

Tableau 4 – Liste des essais

Nature de l'essai	Essai de type Paragraphe	Essai de série Paragraphe
Mesure de la valeur de la résistance	8.2.2, 8.2.3	8.2.1
Mesure de la valeur de l'inductance	8.2.4	
Mesure de l'émission électromagnétique ¹⁾	8.2.5	
Mesure du bruit acoustique ¹⁾	8.2.6	
Essais d'échauffement	8.3	
Essais de tenue aux chocs et aux vibrations	8.4	
Essais des propriétés diélectriques ²⁾	8.5.1	
Essais de tenue diélectrique ²⁾		8.5.2
Epreuve hygroscopique ¹⁾	8.6	
Essai en mode dégradé ¹⁾	8.7	
Essai de performance sous pluie ³⁾	8.8	
¹⁾ Cet essai n'est exécuté que si la spécification l'exige. ²⁾ Cet essai ne s'applique pas aux éléments de résistance. ³⁾ Cet essai n'est effectué que si les résistances sur le véhicule sont exposées à la pluie et à la neige.		

A l'issue de chacun des essais de type, la boîte ou le cadre de résistance doit être inspecté pour déceler toute détérioration due à l'essai, par exemple desserrage des assemblages, contournement d'isolateur, déformation anormale, etc.

Si une détérioration quelconque entraîne une incapacité de la résistance à assurer le service normal, alors la boîte ou le cadre de résistance doit être considéré comme n'ayant pas satisfait l'essai.

8.2 Mesures

8.2.1 Mesure de la valeur de la résistance (initiale, à froid)

La mesure de la valeur de la résistance des boîtes, des cadres ou sections doit être effectuée. Le courant traversant les résistances doit être suffisant pour éliminer les erreurs dues aux résistances de contact.

Si nécessaire, les valeurs mesurées doivent être ramenées à la température de référence de 20 °C. Les tolérances autorisées sont celles du tableau 1.

La résistance des éléments de résistance destinés à être utilisés, pour les besoins de la réparation par exemple, doit également être mesurée. Les tolérances autorisées sont celles du tableau 2.

8.2.2 Mesure de la valeur de la résistance (à chaud)

Les mesures de résistance doivent être répétées à la fin de l'essai d'échauffement décrit en 8.3. La résistance ne doit pas dépasser la valeur stipulée par la spécification.

8.2.3 Mesure des valeurs de résistance (à froid, après l'essai thermique)

Lorsque les essais d'échauffement sont achevés, la résistance se refroidit jusqu'à ce qu'elle atteigne la température ambiante. La résistance doit alors être mesurée à nouveau et la valeur obtenue est comparée à la première mesure effectuée avant l'essai d'échauffement. La seconde ne doit pas différer de la première de plus de 3 % et doit, dans tous les cas, rester à l'intérieur des limites données dans le tableau 1.

Table 4 – List of tests

Nature of test	Subclause Type test	Subclause Routine test
Measurement of resistance value	8.2.2, 8.2.3	8.2.1
Measurement of inductance value	8.2.4	
Measurement of electromagnetic emission ¹⁾	8.2.5	
Measurement of acoustic noise ¹⁾	8.2.6	
Temperature-rise tests	8.3	
Tests for withstanding vibration and shock	8.4	
Dielectric properties tests ²⁾	8.5.1	
Dielectric withstand tests ²⁾		8.5.2
Hygroscopic test ¹⁾	8.6	
Fault current test ¹⁾	8.7	
Test for performance in rain ³⁾	8.8	
¹⁾ This test is carried out if required by the specification. ²⁾ This test is not applicable to resistor elements. ³⁾ This test is applied only if the resistor on the vehicle is exposed to rain and snow.		

At the conclusion of each of the type tests, the resistor case or frame shall be inspected to detect any deterioration due to the test, for example, loosening of fastenings, cracking of insulators, abnormal distortion, etc.

If any form of deterioration causes the resistor case or frame not to be able to perform the normal duty, then the resistor case or frame shall be deemed not to have passed the tests.

8.2 Measurements

8.2.1 Measurement of resistor value (initial, cold)

Measurement of resistance value for resistor cases, frames or sections shall be carried out. The current through the resistors shall be sufficient to eliminate the errors due to contact resistances.

If necessary, the values measured shall be corrected to the reference temperature of 20 °C. The tolerances allowed are shown in table 1.

Resistance of resistor elements intended to be used for example, for repair purposes shall also be measured. The tolerances allowed are shown in table 2.

8.2.2 Measurement of resistance value (hot)

Resistance measurements shall be repeated at the end of the temperature-rise test described in 8.3. The resistance shall not exceed the value stated in the specification.

8.2.3 Measurement of resistance value (cold, after thermal test)

When the temperature-rise tests are completed, the resistor shall be allowed to cool down until it reaches ambient temperature. The resistance shall then be measured again and the value obtained compared with the one measured before the temperature-rise test was carried out. The second reading shall not vary from the first by more than 3 % and shall, in any case, remain within the limits of tolerance given in table 1.

8.2.4 Mesure de la valeur de l'inductance

La mesure de la valeur de l'inductance doit être effectuée lorsque la spécification le stipule.

8.2.5 Mesure de l'émission électromagnétique

La mesure de l'émission électromagnétique doit être effectuée lorsque la spécification le stipule.

8.2.6 Mesure du bruit acoustique

La mesure du bruit acoustique doit être effectuée lorsque la spécification le stipule.

8.3 Essais d'échauffement

8.3.1 Généralités

Les essais d'échauffement doivent être effectués sur une section de résistance. Les conditions de refroidissement, y compris les conditions précises de raccordement, doivent être indiquées dans la spécification de façon à reproduire les conditions de service y compris les diamètres des fils de connexion.

Les échauffements des éléments de résistance, et si nécessaire ceux des bornes de raccordement, doivent être enregistrés aux points supposés être les plus chauds. Pour ces mesures, des méthodes appropriées doivent être utilisées pour déterminer les points les plus chauds. L'emplacement de ces points les plus chauds et leurs échauffements respectifs doivent être consignés dans le rapport d'essai.

8.3.2 Essai des boîtes ou des cadres de résistance

L'essai d'échauffement des boîtes ou des cadres de résistance doit être effectué avec le courant permanent I_e du régime de la spécification, l'essai étant poursuivi jusqu'à ce que la stabilisation des valeurs de température soit atteinte.

Pendant l'essai, la température observée ne doit pas dépasser les limites spécifiées.

Dans le cas des résistances telles que celles de limitation ou de transition qui sont uniquement utilisées pendant de courtes périodes, l'essai avec le régime cyclique peut être remplacé par la détermination expérimentale de la capacité thermique en employant des méthodes qui devraient être énoncées dans la spécification.

A l'issue des essais d'échauffement, les résistances doivent être aptes au service. En particulier, elle doivent être capables de supporter les essais diélectriques prescrits en 8.5.2.

8.4 Essais de tenue aux chocs et aux vibrations

Les essais de chocs et de vibrations doivent être effectués selon la méthode appropriée de la CEI 61373. Après les essais de chocs et vibrations, les résistances doivent être capables de supporter les essais diélectriques prescrits en 8.5.2.

8.5 Essais diélectriques

8.5.1 Propriétés diélectriques

Ces essais sont destinés à vérifier la conformité des distances d'isolement et des lignes de fuite. Les essais sont effectués selon 9.3.3.1 et 9.3.3.2 de la CEI 60077-1

8.2.4 Measurement of inductance value

The measurement of the inductance value shall be made when required by the specification.

8.2.5 Measurement of electromagnetic emission

The measurement of electromagnetic emission shall be made when required by the specification.

8.2.6 Measurement of acoustic noise

The measurement of acoustic noise shall be made when required by the specification.

8.3 Temperature-rise tests

8.3.1 General

The temperature-rise tests shall be made on a resistor section. The cooling conditions including the connection details shall be stated in the specification so as to reproduce the service conditions including cross-sections of the connecting leads.

The temperature-rise of the resistor elements and, if necessary, the connection terminals shall be recorded at the points assumed to be the hottest. For these measurements, appropriate methods shall be used to discover the hottest points. The location of the hottest points and their relevant temperatures shall be recorded in the test report.

8.3.2 Test of resistor cases or frames

For the temperature-rise test of the resistor case or frame, the rated operational current(s) I_e at the duty cycle stated in the specification shall be applied until steady values of temperature are reached.

During the test, the temperatures measured shall not exceed the limits stated in the specification.

In the case of resistors such as limiting or transition resistors which are only in use for very short periods, the test using the duty cycle may be replaced by the experimental determination of the thermal capacity using methods to be stated in the specification.

On completion of the temperature-rise test, the resistors shall be in working order. In particular, they shall be capable of withstanding the dielectric tests prescribed in 8.5.2.

8.4 Tests for withstanding vibration and shock

Vibration and shock tests shall be carried out according to the relevant method of IEC 61373. On completion of the vibration and shock tests, the resistors shall be capable of withstanding the dielectric tests prescribed in 8.5.2.

8.5 Dielectric tests

8.5.1 Dielectric properties

These are tests to verify the compliance of clearance and creepage distances. The tests shall be carried out according to 9.3.3.1 and 9.3.3.2 of IEC 60077-1.