

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
322

Première édition
First edition
1970

**Règles concernant les résistances ohmiques
insérées dans les circuits de puissance des
véhicules moteurs**

**Rules for ohmic resistors used in the power
circuits of electrically powered vehicles**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 322: 1970

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
322

Première édition
First edition
1970

**Règles concernant les résistances ohmiques
insérées dans les circuits de puissance des
véhicules moteurs**

**Rules for ohmic resistors used in the power
circuits of electrically powered vehicles**

© CEI 1970 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application.	6
2. Objet	6
3. Définitions	6
4. Catégories d'essais.	8
CHAPITRE II: CONDITIONS AUXQUELLES DOIVENT SATISFAIRE LES RÉSISTANCES	
5. Valeurs des résistances	10
6. Températures et échauffements admissibles	12
7. Tenue au court-circuit	12
8. Tenue aux vibrations et aux chocs	12
9. Protection contre la corrosion.	12
10. Tenue à la pluie et à la neige	12
CHAPITRE III: ESSAIS	
11. Liste des essais	14
12. Vérification des caractéristiques de la matière des éléments de résistances (essai de type)	14
13. Vérification de la résistance nominale (essais de type et de série)	14
14. Essais d'échauffement (essai de type).	16
15. Essais de tenue aux vibrations et aux chocs (essai de type facultatif)	16
16. Essais de rigidité diélectrique (essai de série)	18
17. Epreuve hygroscopique (essai de type facultatif)	18
18. Essai de court-circuit (essai de type facultatif)	20
19. Essai de tenue sous pluie (essai de type)	20
20. Etat des résistances après les essais	20
CHAPITRE IV: PLAQUE SIGNALÉTIQUE	
21. Plaque signalétique	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

Clause

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	7
4. Categories of tests	9

CHAPTER II: CONDITIONS TO BE SATISFIED BY RESISTORS

5. Resistance values	11
6. Permissible temperatures and temperature rises	13
7. Short-circuit withstand	13
8. Vibration and shock withstand	13
9. Protection against corrosion	13
10. Performance in rain and snow	13

CHAPTER III: TESTS

11. List of tests	15
12. Check on characteristics of resistor elements material (type test)	15
13. Check on rated resistance (type and routine tests)	15
14. Temperature-rise tests (type test)	17
15. Tests for withstanding vibration and shock (optional type test)	17
16. Dielectric tests (routine test)	19
17. Hygroscopic test (optional type test)	19
18. Short-circuit test (optional type test)	21
19. Test for performance in rain (type test)	21
20. Condition of resistor after tests	21

CHAPTER IV: RATING PLATE

21. Rating plate	21
----------------------------	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES CONCERNANT LES RÉSISTANCES OHMIQUES INSÉRÉES DANS
LES CIRCUITS DE PUISSANCE DES VÉHICULES MOTEURS**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation est l'aboutissement du projet de règles établi par l'Union Internationale des Chemins de Fer et présenté en 1963 au Comité Mixte International du Matériel de Traction Electrique.

Diverses modifications furent examinées lors des réunions tenues à Tokyo en 1965 et à Prague en 1967. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis, en novembre 1967, à l'approbation des Comités nationaux de la C E I suivant la Règle des Six Mois, ainsi qu'à l'Union Internationale des Chemins de Fer. Des modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux de la CEI suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1969.

Le texte ainsi modifié a reçu l'accord explicite des Comités nationaux de la CEI des pays suivants:

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Royaume-Uni
France	Suède
Hongrie	Suisse
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

et de l'Union Internationale des Chemins de Fer.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RULES FOR OHMIC RESISTORS USED IN THE POWER CIRCUITS OF
ELECTRICALLY POWERED VEHICLES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation is based on draft rules prepared by the International Union of Railways and submitted in 1963 to the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment.

Various amendments were discussed at the meetings held in Tokyo in 1965 and in Prague in 1967. As a result of this latter meeting, a new draft was submitted in November 1967 to the IEC National Committees for approval under the Six Months' Rule, and to the International Union of Railways. Some amendments were submitted to the IEC National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1969.

The text thus amended was explicitly approved by the following IEC National Committees:

Australia	Netherlands
Belgium	Norway
Denmark	Poland
France	South Africa
Germany	Sweden
Hungary	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom

and by the International Union of Railways.

RÈGLES CONCERNANT LES RÉSISTANCES OHMIQUES INSÉRÉES DANS LES CIRCUITS DE PUISSANCE DES VÉHICULES MOTEURS

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Les règles contenues dans la présente recommandation s'appliquent aux résistances ohmiques (résistances de démarrage, de transition, de coupure, de freinage, de shuntage, de stabilisation, etc.) insérées dans les circuits de puissance des véhicules moteurs appartenant aux catégories ci-après :

- véhicules alimentés en courant continu dit à haute tension, c'est-à-dire dont la tension nominale est comprise entre 600 V et 3 000 V;
- véhicules alimentés en courant alternatif haute tension à fréquence industrielle ou à fréquence spéciale;
- véhicules polycourants susceptibles d'être alimentés par plusieurs des systèmes de courants énumérés ci-dessus;
- véhicules autonomes (véhicules à accumulateurs, véhicules à moteur thermique, à transmission électrique ou autre) à l'exclusion des véhicules circulant sur route.

Elles sont également applicables aux résistances insérées d'une façon permanente ou temporaire dans les circuits principaux des auxiliaires desdits véhicules et, éventuellement, des remorques et voitures-pilotes des rames automotrices.

Note. — Certaines règles contenues dans cette recommandation peuvent, après accord entre l'exploitant et le constructeur, être utilisées pour les résistances installées sur d'autres véhicules tels que les véhicules moteurs à courant continu de tension d'alimentation inférieure à 600 V, les locomotives des mines souterraines, les trolleybus, etc.

2. Objet

Les présentes règles ont pour objet de fixer :

- les conditions auxquelles doivent répondre les résistances;
- les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées;
- les indications à porter sur les résistances.

3. Définitions

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans la présente recommandation, se reporter aux Publications 50(05) et 50(30) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International, Groupe 05: Définitions fondamentales, et Groupe 30: Traction électrique. Les définitions ci-après sont applicables pour la présente recommandation.

3.1 Elément de résistance

Conducteur résistant, réalisé sans solution de continuité, entrant dans la composition d'une boîte ou d'un cadre de résistance.

Les éléments se présentent habituellement sous forme de grilles, de plaques, de bandes ou rubans, de fils. Ils peuvent comporter des prises intermédiaires.

3.2 Boîte ou cadre de résistance

Ensemble d'éléments de résistances montés sur un support commun.

3.3 Bloc de résistance

Châssis ou armoire dans lequel sont montés un certain nombre de boîtes ou de cadres de résistances.

RULES FOR OHMIC RESISTORS USED IN THE POWER CIRCUITS OF ELECTRICALLY POWERED VEHICLES

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope

The rules contained in this Recommendation apply to ohmic resistors (resistors for starting, transition, circuit interruption, braking, shunting, stabilizing, etc.) used in the power circuits of electrically powered vehicles in the following categories:

- vehicles supplied with so-called high-voltage d.c., i.e. with a voltage between 600 V and 3 000 V;
- vehicles supplied with high-voltage a.c. at industrial frequency or at special frequencies;
- multi-system vehicles capable of being supplied from a number of the systems described above;
- vehicles with independent power source (i.e. accumulators, or heat engines with electrical or other transmission) but excluding road vehicles.

They are also applicable to resistors permanently or temporarily inserted in the main auxiliary circuits of the above vehicles, and any trailers and driving trailers in motor coach trains.

Note. — Certain of these rules may, after agreement between user and manufacturer, be used for resistors installed on other vehicles such as d.c. electric rolling stock supplied at voltages below 600 V, mine locomotives, trolley buses, etc.

2. Object

The present rules are intended to define:

- the conditions which resistors should satisfy;
- the tests to check that the conditions are in fact satisfied;
- the descriptive markings to be applied.

3. Definitions

For the definitions of general terms used in this Recommendation, reference should be made to IEC Publications 50(05) and 50(30), International Electrotechnical Vocabulary, Group 05: Fundamental Definitions, and Group 30: Electric Traction. For the purposes of this Recommendation, the following definitions shall apply.

3.1 Resistor element

Resistive conductor, designed without break of continuity, forming part of a resistance box or frame.

The elements are usually in the form of grids, plates, strips, ribbons or wires. They may have intermediate tappings.

3.2 Resistor box or frame

A set of resistor elements assembled into a single structure.

3.3 Resistor block

A frame or compartment in which a number of resistor boxes or frames are mounted.

3.4 *Section de résistance*

Partie d'un circuit résistant comprise entre deux bornes consécutives raccordées à des appareils tels que contacteurs, combinateurs.

3.5 *Rhéostat de démarrage ou de freinage*

Ensemble des résistances de démarrage ou de freinage du véhicule.

3.6 *Premier étage d'isolement*

L'étage d'isolement le plus proche des pièces métalliques sous tension.

3.7 *Température maximale (t_m)*

Température maximale du conducteur que peut supporter de façon permanente une boîte, un cadre ou un bloc de résistance sans qu'il en résulte de dommage pour les matériaux qui les constituent et notamment pour les isolants.

3.8 *Intensité continue (I_c)*

Valeur du courant fixée par le constructeur, qu'une résistance ou une section de résistance peut supporter en plateforme pendant une période illimitée dans les conditions de ventilation ou de refroidissement définies et sans que la température t_m soit dépassée.

3.9 *Valeurs nominales des résistances*

Les valeurs nominales des résistances sont des valeurs spécifiées.

Ces valeurs ne comprennent pas les résistances des connexions entre boîtes connectées en série ou en parallèle pour constituer un ensemble, ni les résistances des connexions aux appareils (contacteurs, combinateurs).

Sauf indication contraire, les valeurs nominales de résistance sont indiquées à la température de 20 °C.

4. **Catégories d'essais**

4.1 *Généralités*

Il existe trois catégories d'essais:

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

La discrimination entre ces trois catégories d'essais est faite dans le courant du texte.

4.2 *Essais de type*

Les essais de type sont ceux qui sont effectués sur un seul appareil d'un modèle donné.

Les appareils de fabrication suivie sont considérés comme ayant satisfait aux essais de type tout en étant dispensés de subir ces essais, si le constructeur présente les procès-verbaux dûment signés des essais de type déjà effectués sur des appareils identiques construits précédemment.

L'exécution des essais de type facultatifs n'est exigible que si elle est expressément spécifiée dans la commande.

4.3 *Essais de série*

Les essais de série sont ceux qui sont effectués sur tous les appareils d'une même fourniture. Pour certains appareils, après accord entre exploitant et constructeur, les essais de série peuvent être remplacés par des essais par prélèvement sur une fraction de la fourniture.

3.4 *Resistor section*

Part of a resistant circuit contained between two consecutive terminals connected to apparatus such as contactors or controllers.

3.5 *Complete starting or braking resistor*

Set of starting or braking resistors on a vehicle.

3.6 *Primary insulation*

The insulation next to live metal.

3.7 *Maximum temperature (t_m)*

The maximum conductor temperature which a resistor box, frame or block can withstand permanently without any resulting damage to their constituent materials, including insulants.

3.8 *Continuous current (I_c)*

Current value specified by the manufacturer that a resistor, or resistor section, can withstand on the test bed for an indefinite period in specified ventilation or cooling conditions, without the temperature t_m being exceeded.

3.9 *Rated values of resistances*

Rated values of resistances are specified values.

These values do not include the resistance of connections between boxes connected in series or in parallel to form a set, nor the resistance of connections to apparatus (contactors, controllers).

Except when stated otherwise, the rated values of resistance are shown at a temperature of 20 °C.

4. **Categories of tests**

4.1 *General*

There are three categories of tests:

- type tests;
- routine tests;
- investigation tests.

The differentiation between these three categories of tests is brought out in the text.

4.2 *Type tests*

Type tests are those made on a single piece of apparatus of a given design.

Equipment in current manufacture is considered to have satisfied the type tests and is exempted from them, if the manufacturer presents duly signed reports of type tests already made on identical apparatus constructed on a previous occasion.

Optional type tests may only be required if they have been expressly specified in the order.

4.3 *Routine tests*

Routine tests are those made on the whole of the equipment of the same order. For certain apparatus, after agreement between user and manufacturer, routine tests may be replaced by spot checks on part of the order.

4.4 Essais d'investigation

Les essais d'investigation sont des essais spéciaux de caractère facultatif qui sont effectués sur un seul appareil dans le but de donner des renseignements complémentaires sur ses performances; leur exécution n'est exigible que si elle est expressément spécifiée dans la commande.

Les résultats des essais d'investigation ne sont pas opposables à l'acceptation du matériel.

CHAPITRE II : CONDITIONS AUXQUELLES DOIVENT SATISFAIRE LES RÉSISTANCES

5. Valeurs des résistances

Sauf convention contraire entre l'exploitant et le constructeur, les valeurs des résistances mesurées à froid et ramenées, au besoin, par correction à la température de référence de 20 °C, ne doivent pas s'écarter de la valeur nominale d'une quantité supérieure à celle indiquée dans les tableaux I et II ci-après.

TABLEAU I

Tolérances sur la résistance des boîtes, cadres, blocs ou sections de résistances et rhéostats.

Catégories de résistances	Tolérances
Résistance de démarrage Résistance de freinage Résistance permanente de shuntage	$\left\{ \begin{array}{l} + 7\% \\ - 5\% \end{array} \right.$
Résistance de shuntage d'inducteurs de moteurs à courant continu ou ondulé, a) pour champ réduit compris entre 100% et 50 % du plein champ b) pour champ réduit à moins de 50% du plein champ	$\begin{array}{l} \pm 5\%* \\ \pm 3\%* \end{array}$
Résistance de shuntage d'enroulement de commutation des moteurs monophasés à collecteur	$\pm 3\%$
Résistance de coupure	$\pm 10\%$
* Dans le cas de résistance ajustable cette tolérance peut être portée à $\begin{array}{l} + 7\% \\ - 5\% \end{array}$.	

TABLEAU II

Tolérances sur les éléments de résistances

Nature des éléments de résistances	Tolérances
Grilles coulées	$\pm 10\%$
Rubans, fils, etc.	$\pm 5\%$

4.4 Investigation tests

Investigation tests are special tests, which are optional, and made on a single item in order to obtain additional information on its performance; their execution may only be required if they are expressly specified in the order.

The results of investigation tests are not to be taken as influencing the acceptance of the material.

CHAPTER II: CONDITIONS TO BE SATISFIED BY RESISTORS

5. Resistance values

Unless otherwise agreed between user and manufacturer, the values of resistance, measured when cold and corrected if necessary to the reference temperature of 20 °C, shall not vary from the rated value by more than the amounts shown in the following Tables I and II.

TABLE I

Tolerances on the resistance of boxes, frames, blocks or sections of resistors and complete resistors

Resistor type	Tolerances
Starting resistor Braking resistor Permanent shunting resistor	$\left\{ \begin{array}{l} + 7\% \\ - 5\% \end{array} \right.$
Shunting resistor for field weakening of direct or pulsating current motors a) weak field between 100% and 50% of full field b) weak field less than 50% of full field	$\pm 5\%*$ $\pm 3\%*$
Shunting resistor for interpoles of single-phase commutator motors	$\pm 3\%$
Circuit interrupting resistor	$\pm 10\%$
* In the case of adjustable resistor this tolerance can be raised to $\begin{array}{l} + 7\% \\ - 5\% \end{array}$.	

TABLE II

Tolerances on resistor elements

Nature of resistor element	Tolerances
Cast grids	$\pm 10\%$
Ribbons, wires, etc.	$\pm 5\%$

6. Températures et échauffements admissibles

La température maximale admissible t_m des résistances, ainsi que les limites d'échauffement admissibles, seront fixées par accord entre l'exploitant et le constructeur en fonction de la nature des matériaux employés, de la conception générale de cet appareillage et des températures que peuvent supporter les parois des compartiments et les accessoires voisins (câbles, cosses, etc.).

Sur demande de l'exploitant, le constructeur devra soumettre à celui-ci, sous forme de diagrammes, les cycles prévus pour la charge de chaque section de résistance et établis en partant des conditions de service les plus sévères (compte tenu des cas exceptionnels comme avarie de moteur, patinage, signaux fermés, réduction de la ventilation des résistances, etc.), fixées par l'exploitant.

7. Tenue au court-circuit

Les résistances doivent pouvoir supporter sans détérioration, ni déformation permanente, des courants de court-circuit dont la valeur et la durée seront fixées par accord entre l'exploitant et le constructeur compte tenu des caractéristiques des circuits dans lesquels elles seront insérées sur le véhicule.

8. Tenue aux vibrations et aux chocs

Les boîtes ou cadres de résistances complètement montés doivent être prévus pour pouvoir supporter en service sans détérioration :

- dans chacune des trois directions : verticale, longitudinale et transversale, des vibrations soutenues de forme sinusoïdale dans le domaine de fréquence de 1 Hz à 50 Hz, dont l'amplitude a , exprimée en millimètres, est donnée, en fonction de la fréquence f , par les relations :

$$a = \frac{25}{f} \text{ pour } f \text{ entre } 1 \text{ Hz et } 10 \text{ Hz}$$

$$a = \frac{250}{f^2} \text{ pour } f \text{ entre } 10 \text{ Hz et } 50 \text{ Hz}$$

- dans la direction correspondant au déplacement longitudinal du véhicule des chocs provoquant des accélérations maximales de 3 g (g étant la valeur de l'accélération due à la pesanteur).

En outre, les éléments et accessoires des résistances ne doivent pas manifester de résonance nuisible pour toute fréquence comprise dans la gamme ci-dessus.

9. Protection contre la corrosion

Toutes précautions doivent être prises pour protéger efficacement de la corrosion l'ensemble des pièces entrant dans la constitution des résistances et tout particulièrement les surfaces de contact.

10. Tenue à la pluie et la neige

Si les résistances doivent être installées sur le véhicule de telle manière qu'elles soient exposées aux chutes de pluie et de neige, elles doivent être prévues pour supporter sans dommage mécanique ou électrique les effets de ces éléments.

6. **Permissible temperatures and temperature rises**

The permissible maximum temperature (t_m) of resistors and the permissible temperature-rise limits will be determined by agreement between user and manufacturer, in relation to the nature of the materials used, to the general design of the apparatus, and to the temperatures which partitions and adjacent accessories (cables, cable sockets, etc.) are able to withstand.

At the request of the user, the manufacturer should submit diagrams showing loading cycles for each resistance section, based on the most severe conditions of service (taking into consideration exceptional cases such as motor damage, slipping, signal at danger, decrease of resistor cooling etc.) fixed by the user.

7. **Short-circuit withstand**

The resistors shall be able to withstand without deterioration or permanent distortion, short-circuit currents, the value and duration of which will be determined by agreement between user and manufacturer, having regard to the characteristics of the circuits in which they will be inserted in the vehicle.

8. **Vibration and shock withstand**

The resistor boxes or frames mounted complete shall be designed to be able to withstand in service without deterioration:

- in each of the three directions: vertical, longitudinal and transverse, sustained sinusoidal vibrations in the frequency range 1 Hz to 50 Hz the amplitude a of which, expressed in millimetres, is given in relation to frequency f by the formulae:

$$a = \frac{25}{f} \text{ for } f \text{ between } 1 \text{ Hz and } 10 \text{ Hz}$$

$$a = \frac{250}{f^2} \text{ for } f \text{ between } 10 \text{ Hz and } 50 \text{ Hz}$$

- in the direction corresponding to the longitudinal movement of the vehicle, shocks producing maximum accelerations of 3 g (g being the value of acceleration due to gravity).

In addition, the elements and accessories of the resistors shall not exhibit harmful resonance for the frequencies in the above range.

9. **Protection against corrosion**

All precautions shall be taken to give adequate protection against corrosion for all the components of the resistor, especially contact surfaces.

10. **Performance in rain and snow**

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

CHAPITRE III : ESSAIS

11. Liste des essais

Les essais de type et de série à exécuter sur les résistances sont indiqués dans le tableau III ci-après qui précise également les numéros des articles ou paragraphes auxquels il convient de se reporter.

TABLEAU III

Liste des essais

Nature des essais	Article ou paragraphe	
	Essai de type	Essai de série
Vérification des caractéristiques de la matière des éléments de résistances	12	
Vérification de la résistance nominale	13.2 et 13.3	13.1
Essais d'échauffement	14	
Essais de tenue aux vibrations et aux chocs*	15	
Essais de rigidité diélectrique		16
Epreuve hygroscopique*	17	
Essai de court-circuit*	18	
Essai de tenue sous pluie**	19	

* Essai de type facultatif.
 ** Cet essai est prévu seulement si les résistances sur le véhicule sont exposées à la pluie et à la neige.

12. Vérification des caractéristiques de la matière des éléments de résistances (essai de type)

La résistivité, ainsi que la valeur moyenne du coefficient de température dans la plage comprise entre la température ambiante et la température maximale (t_m), seront déterminées au moyen d'éprouvettes prélevées sur l'alliage employé pour la confection des éléments de résistances.

13. Vérification de la résistance nominale (essais de type et de série)

13.1 La vérification de la résistance nominale des boîtes, cadres, blocs et sections de résistances et des rhéostats complets est effectuée par la méthode du voltmètre et de l'ampèremètre, ou du pont double, l'intensité traversant les résistances étant suffisante pour éliminer les erreurs dues aux résistances de contact.

Les mesures sont faites à la température ambiante de l'atelier.

Si besoin, les valeurs mesurées sont ramenées par correction à la température de référence de 20 °C.

Les tolérances admises par rapport aux valeurs nominales sont indiquées à l'article 5.

13.2 La mesure de résistances est répétée à la fin de l'essai d'échauffement décrit au paragraphe 14.2. L'accroissement de résistance constaté devra être du même ordre de grandeur que la valeur calculée à partir du coefficient de température déterminé au cours de l'essai de l'article 12.

13.3 Après l'essai d'échauffement, la résistance est mesurée à nouveau, à la température ambiante de l'atelier. La valeur trouvée, ramenée si besoin par correction à la température de 20 °C, ne doit pas excéder de plus de 3 % la valeur mesurée avant l'essai d'échauffement et doit, en tout état de cause, rester dans les limites de tolérances indiquées dans le tableau I, page 10.

CHAPTER III: TESTS

11. List of tests

The type and routine tests to be made on resistors are indicated in Table III below, which also specifies the clause or sub-clause number to which reference should be made.

TABLE III

List of tests

Nature of test	Clause or sub-clause	
	Type test	Routine test
Check on characteristic of resistor elements material	12	
Check on rated resistance	13.2 and 13.3	13.1
Temperature-rise tests	14	
Tests for withstanding vibration and shock*	15	
Dielectric tests		16
Hygroscopic test*	17	
Short-circuit test*	18	
Test for performance in rain**	19	

* Optional type test.
 ** This test must be applied only if the resistors on the vehicle are exposed to rain and snow.

12. Check on characteristics of resistor elements material (type test)

The resistivity and the average value of the temperature coefficient over the range between the ambient and maximum temperatures (t_m) will be determined from test pieces taken from the alloy forming the resistor elements material.

13. Check on rated resistance (type and routine tests)

13.1 Checks on the rated value of resistance for resistor boxes, frames, blocks, resistor sections or complete resistors are carried out by using a voltmeter and ammeter, or a Kelvin double bridge, the current through the resistors being sufficient to eliminate the errors due to contact resistances.

Readings are taken at the ambient temperature of the workshop.

If necessary, the values measured are to be corrected to the reference temperature of 20 °C.

The tolerances allowed in relation to the rated values are shown in Clause 5.

13.2 Resistance measurements are repeated at the end of the temperature-rise test described in Sub-clause 14.2. The resistance increase noted should approximate to the value calculated on the basis of the temperature coefficient determined during the tests described in Clause 12.

13.3 After the temperature-rise test, the resistance is measured again at the ambient temperature of the workshop. The reading obtained, corrected if necessary to the reference temperature of 20 °C, shall not exceed by more than 3% the value measured before the temperature-rise test, and shall, in any case, remain within the limits of tolerance given in Table I, page 11.

14. Essais d'échauffement (essai de type)

14.1 Généralités

Les essais d'échauffement sont effectués sur la résistance entièrement terminée et montée. Celle-ci est placée dans des conditions aussi identiques que possible à celles qui doivent exister sur le véhicule, notamment en ce qui concerne la section des conducteurs d'amenée de courant, la position de la résistance, etc. Les conditions de refroidissement doivent être définies d'un commun accord entre l'exploitant et le constructeur de façon à reproduire aussi fidèlement que possible celles qui existent en service normal.

Les échauffements des éléments de résistance et, éventuellement, des bornes de connexion sont mesurés au moyen de plusieurs thermomètres électriques placés aux points présumés les plus chauds. Pour la mesure des échauffements des éléments de résistance, il peut également être fait usage de peintures ou de couleurs virant à la chaleur.

14.2 Essais des boîtes ou cadres de résistances

Suivant le cas, on applique à la boîte ou au cadre de résistances :

- soit l'intensité continue I_c (voir paragraphe 3.8), l'essai étant poursuivi jusqu'à stabilisation des températures;
- soit le cycle de charge prévu (voir article 6).

Dans ce dernier cas, le cycle est répété plusieurs fois, le nombre des cycles successifs et l'intervalle de repos entre deux cycles consécutifs étant fixés par accord entre l'exploitant et le constructeur.

En cours d'essai, les échauffements observés ne doivent pas dépasser les limites spécifiées.

Dans les cas de résistances telles que les résistances de coupure ou de transition, qui ne sont en service que pendant de très courtes périodes, l'essai suivant cycles de charges pourra être remplacé par la détermination expérimentale de la capacité thermique suivant modalités à convenir entre l'exploitant et le constructeur.

A la suite de l'essai d'échauffement, les résistances doivent être en parfait état de fonctionnement. Elles doivent être capables en particulier de supporter les épreuves diélectriques prescrites à l'article 16.

14.3 Essais des blocs de résistances et des rhéostats complets

Les essais d'échauffement du rhéostat complet sont exécutés en principe au cours des essais du véhicule terminé. Se reporter à la Publication 165 de la CEI: Règles pour les essais des véhicules moteurs de traction électrique après achèvement et avant mise en service.

Dans le cas de blocs de résistances ou de rhéostats fournis séparément, l'exploitant et le constructeur devront définir d'un commun accord les modalités des essais à exécuter.

15. Essais de tenue aux vibrations et aux chocs (essai de type facultatif)

La boîte ou le cadre de résistance est fixé, dans la position convenable, sur une machine provoquant des vibrations sinusoïdales d'amplitude et de fréquence réglables, puis est soumis aux essais des paragraphes 15.1 et 15.2.

La boîte ou le cadre est ensuite fixé sur un dispositif approprié et soumis à l'essai du paragraphe 15.3.

Après ces essais, la boîte ou le cadre de résistance doit pouvoir subir avec succès les essais électriques et en particulier les épreuves de rigidité diélectrique prévues à l'article 16.

15.1 Recherche des fréquences de résonance

En vue de rechercher l'existence éventuelle de fréquences critiques provoquant des résonances des organes de la boîte ou du cadre, on fait varier progressivement la fréquence de 1 Hz à 50 Hz dans un temps au moins égal à 4 min, l'amplitude des oscillations étant celle indiquée à l'article 8,

L'essai est effectué successivement dans chacune des trois directions indiquées à l'article 8.

14. Temperature-rise tests (type test)

14.1 General

The temperature-rise tests are made on a finished and mounted resistor installed in conditions as identical as possible to those on the vehicles, especially in regard to the cross-section of the connecting leads, the resistor position, etc. The cooling conditions shall be mutually agreed between user and manufacturer so as to reproduce the normal service conditions as closely as possible.

The temperature-rise of the resistor elements and, if necessary, of the connection terminals is recorded by electrical thermometers placed at the points assumed to be the hottest. For the measurement of the temperaturerises of the resistor elements, paints or colours, sensitive to heat, may also be used.

14.2 Test of resistor boxes or frames

In each case there shall be applied to the resistor box or frame of resistors:

- either the continuous current I_c (see Sub-clause 3.8), the test being continued until steady values of temperature are reached;
- or the specified duty cycle (see Clause 6).

In the latter case, the cycle is repeated several times, the number of successive cycles and the no-load interval between two consecutive cycles being fixed by agreement between user and manufacturer.

During the test, the temperature rises observed must not exceed the specified limits.

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 agreed between user and manufacturer.

On completion of the temperature-rise test, the resistors must be in perfect working order. In particular, they must be capable of withstanding the dielectric tests prescribed in Clause 16.

14.3 Test on resistor blocks and complete resistors

Temperature-rise tests on resistor blocks and on complete resistors are usually carried out when the vehicle is completed. See IEC Publication 165, Rules for the Testing of Electric Rolling Stock on Completion of Construction and before Entry into Service.

If the resistor blocks or complete resistors are supplied separately, user and manufacturer should agree on the method of execution of the tests.

15. Tests for withstanding vibration and shock (optional type test)

The resistor box or frame is fixed, in a suitable position, on to a machine producing sinusoidal vibrations of adjustable amplitude and frequency, then subjected to the tests of Sub-clauses 15.1 and 15.2.

The box or frame is then fixed on a suitable device and subjected to the test of Sub-clause 15.3.

After these tests, the resistor box or frame must be able to withstand successfully the electrical tests, and particularly the dielectric strength tests described in Clause 16.

15.1 Investigation of resonant frequencies

With a view to investigating the possible presence of critical frequencies causing resonances in the parts of the box or frame, the frequency must be gradually varied from 1 Hz to 50 Hz in a time at least equal to 4 min, the amplitude of the oscillations being that shown in Clause 8.

The test is carried out successively in each of the three directions shown in Clause 8.

15.2 Essais de vibrations soutenues

Dans chacune des trois directions indiquées à l'article 8, la boîte ou le cadre de résistance est soumis à froid pendant un temps à fixer par accord entre l'exploitant et le constructeur mais non inférieur à 15 min à un essai de vibrations soutenues:

- soit à la fréquence critique si une telle fréquence bien caractérisée a été détectée au cours de l'essai défini au paragraphe 15.1;
- soit à 10 Hz dans le cas contraire.

Dans les deux cas, l'amplitude de la table vibrante est réglée à la valeur correspondant à la fréquence considérée (voir article 8).

15.3 Essai simulant l'effet des coups de tampon

Dans la direction correspondant au déplacement longitudinal du véhicule sur lequel il sera monté, la boîte ou le cadre de résistance est soumis à une série de trois chocs successifs correspondant chacun à une accélération maximale de 3 g.

16. Essais de rigidité diélectrique (essai de série)

16.1 Ces essais sont effectués, à la température normale du local d'essais, sur chaque boîte, cadre ou bloc de résistances.

La tension d'essai à la fréquence nominale 50 Hz ou 60 Hz doit être de forme pratiquement sinusoïdale.

Les valeurs efficaces de cette tension, dont la durée d'application est uniformément fixée à 1 min dans tous les cas, sont précisées ci-après:

- résistances comportant un simple isolement $2,5 U + 2\,000\text{ V}$
- résistances comportant un double isolement:
 - a) 1er étage d'isolement 3 000 V
 - b) 2e étage d'isolement $2,5 U + 2\,000\text{ V}$
- résistances comportant un triple isolement:
 - a) 1er étage d'isolement 3 000 V
 - b) 2e étage d'isolement $2 U + 1\,000\text{ V}$
 - c) 3e étage d'isolement $2,5 U + 2\,000\text{ V}$

Note. — Dans les formules précédentes, U représente la tension nominale du circuit dans lequel doit être inséré la boîte, le cadre ou le bloc de résistances.

16.2 Les tensions d'épreuve à appliquer aux résistances de passage des graduateurs haute tension pour véhicules moteurs à courant monophasé feront l'objet d'accord entre l'exploitant et le constructeur.

17. Epreuve hygroscopique (essai de type facultatif)

La boîte ou le cadre de résistances est disposé, pendant 24 h, dans une enceinte humide à une température de 20 °C à 25 °C et présentant une humidité relative de l'air d'au moins 95 %.

Aussitôt que possible et dans tous les cas moins de 5 min après la sortie de l'enceinte et après essuyage au moyen d'un chiffon propre de l'eau excédentaire en surface, un essai de rigidité est exécuté, en prenant pour tension d'essai des valeurs inférieures de 1 000 V aux valeurs indiquées à l'article 16.

Il ne doit pas se produire de claquage.