

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 77

Deuxième édition — Second edition

1968

Règles applicables à l'appareillage électrique de traction

Rules for electric traction equipment



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60077-1:1968

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

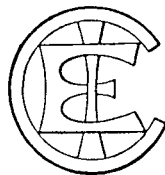
Publication 77

Deuxième édition — Second edition

1968

Règles applicables à l'appareillage électrique de traction

Rules for electric traction equipment



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
INTRODUCTION	6
CHAPITRE I GÉNÉRALITÉS	
1 Objet	6
2 Limitation des règles	6
3 Conditions de service	8
CHAPITRE II: DÉFINITIONS	
4 Tensions nominales d'alimentation de l'appareillage	12
5 Pression nominale d'air	12
6 Régime continu équivalent	14
7 Appareils coupant en charge	14
8 Catégories d'essais	16
CHAPITRE III: CONDITIONS AUXQUELLES DOIT SATISFAIRE L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE	
9 Limites de variation de la tension d'alimentation	18
10 Limites de variation de la pression d'air d'alimentation	18
11 Limites d'échauffement	18
12 Règles particulières applicables aux appareils de protection	20
CHAPITRE IV ESSAIS	
13 Liste des essais	22
SECTION UN — ESSAIS MÉCANIQUES	
14 Vérification du fonctionnement mécanique	22
15 Essais de robustesse mécanique	24
16 Essais de tenue aux vibrations et aux chocs	24
17 Essais d'étanchéité des équipements pneumatiques	26
18 Essais d'étanchéité des équipements hydrauliques	30
SECTION DEUX — ESSAIS ÉLECTRIQUES	
19 Mesures des résistances et des impédances	30
20 Essais d'échauffement	32
21 Essais de coupure et de fermeture	34
22 Relevé de la caractéristique temps/courant des coupe-circuit à courant continu haute tension	38
23 Vérification du réglage et du fonctionnement des appareils de protection et des relais	40
24 Essais de rigidité diélectrique	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
INTRODUCTION	7
CHAPTER I: GENERAL	
1 Scope	7
2 Limitations of the specification	7
3 Service conditions	9
CHAPTER II DEFINITIONS	
4 Equipment voltages	13
5 Rated air pressure	13
6 Equivalent continuous rating	15
7 Current-breaking apparatus	15
8 Categories of tests	17
CHAPTER III: CONDITIONS WHICH ELECTRICAL EQUIPMENT HAS TO SATISFY	
9 Limits of variation of supply voltage	19
10 Limits of variation of supply air pressure	19
11 Temperature-rise limits	19
12 Special rules applicable to protective apparatus	21
CHAPTER IV TESTS	
13 List of tests	23
SECTION ONE — MECHANICAL TESTS	
14 Checking of mechanical operation	23
15 Tests for mechanical strength	25
16 Tests for withstanding vibration and shock	25
17 Air-tightness tests for pneumatic equipment	27
18 Leakage tests for hydraulic equipment	31
SECTION TWO — ELECTRICAL TESTS	
19 Measurement of resistance and impedance	31
20 Temperature-rise tests	33
21 Breaking and making capacity tests	35
22 Determination of the time/current characteristic of high-voltage d c fuses	39
23 Check on the setting and operation of protective apparatus and relays	41
24 Dielectric tests	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES APPLICABLES
A L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE DE TRACTION**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité Mixte International du Matériel de Traction Electrique. Elle remplace la première édition parue en 1955 et constitue la deuxième édition officielle des règles établies par le Comité Mixte International du Matériel de Traction Electrique.

Lors de la réunion tenue à Interlaken en 1961, le Comité Mixte a décidé d'entreprendre la révision de la Publication 77. Diverses modifications furent examinées au cours des réunions tenues à Venise en 1963 et à Tokyo en 1965. Il fut notamment décidé de retirer de la publication les spécifications concernant les transformateurs principaux des véhicules moteurs. Les règles applicables à ces appareils feront désormais l'objet d'une publication séparée.

A la suite de la réunion tenue à Tokyo, un projet de la nouvelle édition fut soumis, en juin 1966, à l'approbation des Comités nationaux de la CEI suivant la Règle des Six Mois, ainsi qu'à l'Union Internationale des Chemins de Fer.

Ce projet a reçu l'accord explicite des Comités nationaux de la CEI des pays suivants

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
France	Suisse
Hongrie	Tchécoslovaquie
Iran	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

et de l'Union Internationale des Chemins de Fer

Le Comité national suédois a exprimé un vote négatif, car le projet de recommandation n'était pas conforme aux prescriptions pour les matériels de traction à courant alternatif fabriqués en Suède. Ces matériels, qui utilisent dans une large mesure des composants fabriqués en série, conçus et essayés suivant des règles qui leur sont propres, et destinés en premier lieu aux installations fixes, ont donné satisfaction tant au point de vue économique que technique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RULES FOR ELECTRIC TRACTION EQUIPMENT

FOREWORD

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

PREFACE

This Recommendation has been prepared by the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment. It supersedes the first edition, published in 1955, and constitutes the second official edition of the rules drawn up by the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment.

At the meeting held at Interlaken in 1961, the Mixed Committee decided to undertake the revision of Publication 77. Various amendments were discussed at meetings held in Venice in 1963 and in Tokyo in 1965. In particular, it was decided to withdraw from the publication the specifications relating to main transformers of electric traction vehicles. The rules applicable to these items of equipment will form the subject of a separate publication.

Following the Tokyo meeting, a draft of the new edition was submitted, in June 1966, to the IEC National Committees for approval under the Six Months' Rule and to the International Union of Railways.

This draft was explicitly approved by the following IEC National Committees:

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Czechoslovakia	Romania
France	South Africa
Germany	Switzerland
Hungary	Turkey
Iran	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom

and by the International Union of Railways.

The Swedish National Committee has cast a negative vote because the Recommendation does not conform with the requirements for a c traction equipment made in Sweden. This equipment, which to a great extent uses mass-produced components, designed and tested according to their corresponding rules and basically intended for fixed installations, has proved to be technically and economically satisfactory.

RÈGLES APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE DE TRACTION

INTRODUCTION

L'appareillage électrique utilisé sur les véhicules moteurs comprend, en principe, tous les organes insérés dans les divers circuits des véhicules (circuits principaux, circuits auxiliaires, circuits de commande et de contrôle, etc.), à l'exclusion des machines tournantes, des transformateurs principaux, des inductances et des convertisseurs statiques

Les divers circuits ont chacun une fonction particulière, ils sont établis de façon que le véhicule moteur possède les caractéristiques et qualités requises pour l'exploitation, compte tenu de la nature du courant utilisé et de la constitution du réseau d'alimentation (lignes de contact, sous-stations) s'il s'agit de véhicules électriques, ou des caractéristiques de la source de puissance s'il s'agit de véhicules autonomes

CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS

1 Objet

Les règles contenues dans la présente recommandation s'appliquent à l'appareillage installé sur les 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 s'appliquent également à l'appareillage installé sur la voiture-pilote ou réparti dans les remorques des rames automotrices

Note — Certaines règles contenues dans cette recommandation peuvent, après accord entre l'exploitant et le constructeur, être utilisées pour l'appareillage électrique installé 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 Limitation des règles

Les appareils qui font l'objet de la présente recommandation peuvent être insérés

- soit dans des circuits principaux appareils de sectionnement, de protection, de coupure, de commande, de réglage, d'interconnexion entre véhicules,
- soit dans des circuits auxiliaires haute ou basse tension (circuits des moteurs entraînant les auxiliaires du véhicule, circuits d'éclairage et de chauffage ou de conditionnement d'air du véhicule et du train): appareils de sectionnement, de protection, de coupure, de commande, de réglage et de régulation,

RULES FOR ELECTRIC TRACTION EQUIPMENT

INTRODUCTION

The electrical equipment installed on motive power units includes, in principle, all the components in the various vehicle circuits (main circuits, auxiliary circuits, control and indicating circuits, etc) with the exception of rotating machines, main transformers, reactors and static converters

The various circuits each have a specific function, they are so arranged that the motive power unit exhibits the characteristics and qualities required for its operation, having regard to the kind of current used and the characteristics of the supply network (contact system, sub-stations) in the case of electric vehicles, or the characteristics of the power source in the case of vehicles without external supply

CHAPTER I: GENERAL

1 Scope

The rules contained in this Recommendation apply to apparatus installed on motive power units 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 frequency,
- 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 also apply to apparatus installed on control trailers, or distributed among trailer coaches of multiple unit trains

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

2 Limitations of the specification

Apparatus forming the subject of this Recommendation may be used in

- the main circuits apparatus for circuit isolation, protection, current breaking, control, regulating and vehicle interconnection;
- high and low-voltage auxiliary circuits (circuits for motors driving vehicle auxiliaries, lighting circuits and circuits for heating or air conditioning of the vehicle or train) apparatus for isolating, protection, interruption, control, regulating and adjustment;

- soit dans des circuits de commande et de contrôle: appareils de commande, de contrôle, de signalisation, d'interconnexion entre véhicules

Les commandes des divers appareils constituant les équipements peuvent être du type mécanique, pneumatique, électrique, hydraulique, électromagnétique, électropneumatique, ou comporter une combinaison de plusieurs types. Ces équipements peuvent être constitués de commandes individuelles ou collectives.

En principe, les règles explicitées ci-après ne sont pas applicables aux organes ou aux appareils suivants

- les câbles (ceux-ci doivent faire l'objet de conventions particulières englobant les conditions de pose),
 - les résistances insérées dans les circuits principaux (voir publication de la CEI, en préparation),
 - les parafoudres (voir Publications 99-1 de la CEI: Recommandations pour les parafoudres, Première partie: Parafoudres à résistance variable, et 99-2 de la CEI: Recommandations pour les parafoudres, Deuxième partie: Parafoudres à expulsion),
 - les appareils de prise de courant qui dépendent surtout de la conception générale des lignes de contact et de la vitesse du matériel roulant,
 - les coupe-circuit à fusibles pour tension inférieure à 600 V (voir Publication 66 de la CEI: Règles pour les coupe-circuit à fusibles pour tensions inférieures ou égales à 1 000 V en courant continu et en courant alternatif);
 - les coupe-circuit à fusibles à courant alternatif haute tension (voir Publication de la CEI, en préparation);
 - les lampes d'éclairage;
 - les coupleurs de chauffage (régis par la fiche N° 552 de l'U I C),
 - les isolateurs de traversées de toiture,
 - les appareils de mesure (voir Publication 51 de la CEI: Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs et leurs accessoires);
 - les appareils de répétition des signaux de la voie sur les véhicules,
 - les dispositifs de commande et de contrôle électroniques ou automatiques,
- et, d'une façon générale, tous les appareils soumis à d'autres règles que les présentes

Toutefois, sous réserve d'un accord préalable entre exploitant et constructeur, les règles peuvent être appliquées à certains appareils, tels que

- les appareils de chauffage, de conditionnement d'air, d'éclairage,
- les appareils de commande à distance des portes,
- les appareils de freinage électro-pneumatique ou électro-magnétique, dans la mesure où ils ne font pas déjà l'objet de spécifications particulières, notamment de l'U I C

3 Conditions de service

3.1 Les règles s'appliquent à l'appareillage utilisé dans les conditions suivantes

3.1.1 Altitude

En l'absence de précision sur la hauteur au-dessus du niveau de la mer à laquelle l'appareillage est appelé à fonctionner en service normal, il est admis que cette hauteur ne doit pas dépasser 1 200 m

- control and indication circuits, apparatus for control, checking, indication and vehicle inter-connection

Control of the various components forming the equipment may be of the mechanical, pneumatic, electrical, hydraulic, electro-magnetic or electro-pneumatic type, or consist of a combination of several types. These equipments may include individual or group controls.

This Recommendation does not apply to the following components or apparatus:

- cables (these shall form the subject of special agreement including the methods of installation);
- resistors for use in main circuits (see IEC Publication, in preparation);
- lightning arresters (see IEC Publications 99-1, Recommendations for Lightning Arresters, Part 1 Non-linear and 99-2, Recommendations for Lightning Arresters, Part 2 Expulsion Type Arresters),
- current collector gear which depends mainly on the general design of the contact system and the speed of the rolling stock,
- fuses for voltages below 600 V (see IEC Publication 66, Specification for Fuses for Voltages not exceeding 1 000 V for a.c. and d.c.),
- fuses for high-voltage a.c. (see IEC Publication, in preparation),
- lamps for lighting,
- heating coils (covered by UIC leaflet No. 552),
- roof bushing insulators,
- measuring instruments (see IEC Publication 51, Recommendations for Indicating Electrical Measuring Instruments and their Accessories),
- apparatus for repeating track signals on the rolling stock;
- electronic or automatic control equipment,

and, generally, all apparatus covered by specifications other than the present

However, provided that there has been previous agreement between user and manufacturer, the specification may be applied to certain equipments, such as:

- heating, air-conditioning and lighting equipment,
- apparatus for the remote control of doors,
- electro-pneumatic or electro-magnetic braking equipment, in so far as this does not already form the subject of particular specifications, such as those of the UIC

3 Service conditions

3.1 The specification applies to apparatus used in the following conditions

3.1.1 Altitude

In the absence of information on the height above sea level at which the apparatus is normally to function, it is to be assumed that this height shall not exceed 1 200 m.

3 1 2 Température

En l'absence de précision sur les températures ambiantes auxquelles l'appareillage est appelé à fonctionner normalement, il est admis que celles-ci restent comprises entre $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, la température moyenne annuelle n'excédant pas $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$

3 1 3 Chocs et vibrations mécaniques

En l'absence d'indication concernant les valeurs des vibrations et des chocs auxquels l'appareillage est susceptible d'être soumis en service, il est admis

- que les vibrations sont de forme sinusoïdale, que leur fréquence f reste comprise entre 1 Hz et 50 Hz, et que leur amplitude a , exprimée en millimètres, est donnée en fonction de f , par les relations

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

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

- que les sollicitations dues aux variations brusques de la vitesse du véhicule correspondent à des accélérations maximales de $\pm 3g$ (g étant la valeur de l'accélération due à la pesanteur)

Note — Lorsque des dispositifs amortisseurs sont prévus, pour un appareil ou un groupe d'appareils, ils doivent être considérés comme faisant partie de l'appareil ou du groupe d'appareils

3 1 4 Installation

Compte tenu de son emplacement et de sa disposition dans le véhicule, l'appareillage doit être capable de fonctionner correctement malgré les poussières, les saletés, le brouillard, la pluie et la neige (surtout poudreuse) auxquels le matériel roulant est normalement exposé en service

- 3 2 Des dispositions spéciales devront être arrêtées entre l'exploitant et le constructeur pour couvrir le cas de conditions de service plus sévères que celles mentionnées au paragraphe 3 1, par exemple:

- altitude supérieure à 1 200 m ,
- température ambiante supérieure à $40\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- température minimale inférieure à $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, il est admis dans ce cas que l'exploitant doit changer la qualité du lubrifiant,
- température moyenne élevée conjuguée avec une forte humidité relative de l'air,
- appareils montés directement dans les parties non suspendues (bogies et essieux),
- pluies abondantes, vents de sable, etc

La vérification de l'efficacité des dispositions ainsi arrêtées pourra éventuellement faire l'objet d'essais d'investigation (voir article 8)

3 1 2 *Temperature*

In the absence of information on the ambient temperatures in which the apparatus is normally to function, it is to be assumed that these lie between $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, with an annual average temperature not exceeding $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$

3 1 3 *Shocks and mechanical vibration*

In the absence of information concerning the degree of vibration and shock to which the apparatus is likely to be subjected in service, it is to be assumed:

- that the vibration is of sine-wave form, that the frequency f of vibration is between 1 Hz and 50 Hz, and that the amplitude a , expressed in millimetres, is given as a function of f , by the equations

$$a = \frac{25}{f} \text{ for values of } f \text{ from 1 Hz up to 10 Hz}$$

$$a = \frac{250}{f^2} \text{ for values of } f \text{ exceeding 10 Hz and up to 50 Hz}$$

- that the stresses due to sudden variations in vehicle speed correspond to maximum accelerations of $\pm 3 g$ (g being the value of acceleration due to gravity)

Note — Where shock absorbers are fitted, for an apparatus or for a group of apparatus, they shall be considered as part of the apparatus or group of apparatus

3 1 4 *Installation*

With due regard to its location and method of installation on the vehicle, the apparatus shall be capable of operating correctly in spite of dust, dirt, mist, rain and snow (especially powdered snow) to which rolling stock is normally exposed in service

3 2 Special arrangements shall be agreed between user and manufacturer to cover the case of service conditions of greater severity than those mentioned in Sub-clause 3 1, e.g.

- altitude above 1 200 m,
- ambient temperature exceeding $40\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- minimum temperature below $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, in this case it shall be for the user to change the quality of the lubricant,
- high average temperature combined with high relative air humidity,
- apparatus mounted directly on non-suspended components (e.g. bogies and axles),
- heavy rain, sandstorms, etc

Checks on the effectiveness of such arrangements may form the subject of investigation tests (see Clause 8)

CHAPITRE II: DÉFINITIONS

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans la présente recommandation se reporter à la Publication 50(30) de la CEI Vocabulaire Electrotechnique International, Groupe 30 Traction électrique Les définitions ci-après sont applicables pour la présente recommandation

4 Tensions nominales d'alimentation de l'appareillage

4.1 *Cas d'une alimentation par la ligne de contact*

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par la ligne de contact est égale à la tension nominale du réseau de traction (Voir Publication de la CEI Règles applicables aux machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers, en préparation)

4.2 *Cas d'une alimentation par un transformateur*

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par un enroulement secondaire auxiliaire du transformateur principal est égale à la tension efficace à vide aux bornes de cet enroulement lorsque le primaire du transformateur est alimenté à la tension nominale de la ligne

Si un transformateur auxiliaire est interposé entre le secondaire précédent et l'équipement, la tension nominale est en principe égale au produit de la tension précédente par le rapport de transformation du transformateur auxiliaire

4.3 *Cas d'une alimentation par un convertisseur statique monophasé-continu*

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par un tel convertisseur est la valeur moyenne spécifiée de la tension de sortie du convertisseur En l'absence de spécification, on la prendra égale à 90 % de la tension efficace à vide du secondaire du transformateur principal ou auxiliaire alimentant le redresseur lorsque la tension de la ligne est égale à sa valeur nominale

4.4 *Cas d'une alimentation par une génératrice principale à tension variable*

La notion de tension nominale n'a pas, dans ce cas, de sens précis (voir Publication de la CEI Règles applicables aux machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers, en préparation)

Toutefois, pour l'application de la présente recommandation, il convient de considérer comme tension nominale d'un équipement alimenté par une telle génératrice la tension maximale de cette génératrice

4.5 *Cas d'une alimentation par une génératrice auxiliaire*

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par une génératrice auxiliaire est la tension spécifiée pour cette génératrice

4.6 *Cas d'une alimentation par une batterie*

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par une batterie d'accumulateurs est la tension spécifiée pour la batterie d'accumulateurs

Cette dernière tension doit être choisie, de préférence, dans la gamme suivante

24 V, 48 V, 72 V et 110 V

5 Pression nominale d'air

5.1 La pression nominale d'alimentation des appareils pneumatiques ou électropneumatiques est une valeur spécifiée Elle doit être indiquée ou acceptée par l'exploitant

5.2 La pression d'air considérée dans la présente recommandation est la pression relative et non la pression absolue

CHAPTER II DEFINITIONS

For the definitions of general terms used in this Recommendation, reference should be made to IEC Publication 50 (30), International Electrotechnical Vocabulary, Group 30 Electric Traction. For the purpose of this Recommendation, the following definitions shall apply.

4 Equipment voltages

4.1 *Supply from the contact system*

The supply voltage for an equipment fed from the contact system is the declared voltage of the traction system (See IEC Publication, Rules for Rotating Electrical Machines for Rail and Road Vehicles, in preparation).

4.2 *Supply from a transformer*

The rated voltage for an equipment supplied from an auxiliary winding of the main transformer is equal to the no-load r.m.s. voltage at the terminals of the winding when the transformer primary is supplied at the declared system voltage.

If an auxiliary transformer is interposed between the above-mentioned secondary and the equipment, the rated voltage is equal to the above-mentioned voltage multiplied by the transformer ratio of the auxiliary transformer.

4.3 *Supply from a single-phase/d.c. static converter*

The rated voltage for an equipment supplied by such a converter is the average value specified for the converter output voltage. In the absence of a specified value, it shall be taken to be 90 % of the r.m.s. no-load voltage of the main or auxiliary transformer winding supplying the rectifier when the line voltage is at its declared value.

4.4 *Supply from a variable voltage generator*

The concept of rated voltage has no precise meaning in this case (see IEC Publication Rules for Rotating Electrical Machines for Rail and Road Vehicles, in preparation).

However, for the application of this Recommendation, the rated voltage of equipment supplied from such a generator may be considered to be the maximum voltage of that generator.

4.5 *Supply from an auxiliary generator*

The rated supply voltage for an equipment supplied by an auxiliary generator is the voltage specified for that generator.

4.6 *Supply from a battery*

The rated supply voltage for an equipment supplied by an accumulator battery is the voltage specified for that battery.

This voltage shall be selected from among the following preferred values:

24 V, 48 V, 72 V and 110 V

5 Rated air pressure

5.1 The rated supply pressure to pneumatic or electro-pneumatic equipment is a specified value. It shall be specified, or accepted, by the user.

5.2 The air pressure considered in this Recommendation is relative and not absolute pressure.

6 Régime continu équivalent

- 6 1 Le service en traction électrique est généralement caractérisé par des valeurs de courant, de tension, de pression d'air, etc variables dans le temps

Il est quelquefois possible de déterminer le régime constant et de longue durée pratiquement équivalent du point de vue des contraintes soit mécaniques, soit électriques, soit thermiques, au service intermittent considéré. Ce régime est désigné par régime continu équivalent au service réel (et, en abrégé, par régime continu équivalent).

S'il n'est pas possible de déterminer le régime continu équivalent, les différents organes de l'équipement peuvent être définis par l'énoncé complet des conditions à remplir.

6 2 Courant de régime continu équivalent

Le courant de régime continu équivalent est le courant qui correspond au régime continu équivalent défini au paragraphe 6 1.

6 3 Tension de régime continu équivalent

La tension de régime continu équivalent est la tension qui correspond au régime continu équivalent défini au paragraphe 6 1.

7 Appareils coupant en charge

7 1 Classification

Les appareils destinés à couper des circuits en charge peuvent se diviser en deux catégories.

- 7 1 1 Les appareils de protection qui comprennent tous les appareils réalisant la protection générale de l'équipement (tels que disjoncteurs, groupes de contacteurs (effectuant une coupure directe ou en plusieurs temps) et les appareils réalisant la protection individuelle d'un circuit déterminé.

Note — Dans cette catégorie peuvent être classés les coupe-circuit à fusibles. La présente recommandation ne s'applique toutefois qu'aux coupe-circuit à haute tension utilisés pour la protection des circuits de puissance à courant continu.

- 7 1 2 Les appareils de coupure qui comprennent tous les appareils ou groupes d'appareils appelés à interrompre, en service normal, les différents circuits de l'équipement.

7 2 Courant propre à un circuit

Courant qui circulerait si l'appareil était remplacé par une connexion d'impédance négligeable sans aucun autre changement du circuit ou des conditions d'alimentation.

7 3 Courant de court-circuit

Courant stabilisé qui circulerait dans un circuit présentant une impédance nulle en aval de l'appareil (court-circuit), si l'appareil était remplacé par une connexion d'impédance négligeable sans aucun changement dans les conditions d'alimentation du circuit.

7 4 Courant coupé limité

Valeur instantanée maximale atteinte pendant l'opération de coupure d'un appareil, lorsque la rapidité de fonctionnement de l'appareil est telle que la valeur du courant propre au circuit n'est pas atteinte.

6 Equivalent continuous rating

- 6.1 Traction service is generally characterized by values of current, voltage, compressed air pressure, etc which vary with time

It is sometimes possible to determine the continuous rating which in practice corresponds from the point of view of either electrical, mechanical or thermal stresses to the intermittent service under consideration. This is known as the continuous rating equivalent to actual service (abbreviated to “equivalent continuous rating”).

If it is not possible to determine the equivalent continuous rating, the various parts of the equipment may be defined by a complete statement of the conditions to be fulfilled.

6.2 *Equivalent continuous rated current*

The equivalent continuous rated current is the current corresponding to the equivalent continuous rating as defined in Sub-clause 6.1.

6.3 *Equivalent continuous rated voltage*

The equivalent continuous rated voltage is the voltage corresponding to the equivalent continuous rating as defined in Sub-clause 6.1.

7 Current-breaking apparatus

7.1 *Classification*

Current-breaking apparatus may be divided into two categories:

- 7.1.1 Protective apparatus comprising the whole of the apparatus providing general protection for the equipment such as circuit-breakers, contactor groups (breaking circuit either directly or in several steps) and apparatus providing individual protection for a particular circuit.

Note — Fuses may be included in this category. However, this Recommendation only applies to high-voltage fuses used for the protection of d.c. power circuits.

- 7.1.2 Current-breaking apparatus comprising the whole of the equipment or groups of equipment for interrupting the various circuits in normal service.

7.2 *Prospective current of a circuit*

The current which would flow if the apparatus were replaced by a connection of negligible impedance without any other change in the circuit or in its supply conditions.

7.3 *Short-circuit current*

The steady current which would flow in a circuit having zero impedance beyond the apparatus (short-circuit), if the apparatus were replaced by a connection of negligible impedance without any change in the supply conditions of the circuit.

7.4 *Cut-off current*

Instantaneous maximum value reached during the breaking operation when the breaking speed of the apparatus is such that the prospective current in the circuit is not attained.

7 5 *Courant critique*

Valeur minimale du courant que l'appareil est capable de couper sans risque de non-extinction de l'arc entre les contacts

7 6 *Pouvoir de coupure*

Le pouvoir de coupure d'un appareil s'exprime par le courant que cet appareil est capable de couper pour des valeurs déterminées de la tension de rétablissement, du facteur de puissance ou de la constante de temps du circuit et dans des conditions de fonctionnement spécifiées

On distingue entre:

7 6 1 *Le pouvoir de coupure nominal*

La plus haute valeur de courant que l'appareil est capable de couper à plusieurs reprises sous la tension nominale, sans avarie électrique ou mécanique susceptible d'affecter le bon fonctionnement ultérieur de l'appareil

7 6 2 *Le pouvoir de coupure maximal*

La plus haute valeur de courant que l'appareil est capable de couper sous la tension maximale

7 7 *Pouvoir de fermeture*

Le pouvoir de fermeture d'un appareil s'exprime par le courant que cet appareil est capable d'établir de façon répétée sous une tension donnée et dans des conditions prescrites de fonctionnement, sans avarie électrique ou mécanique

8 **Catégories d'essais**

Il existe trois catégories d'essais

- les essais de type,
- les essais de série,
- les essais d'investigation

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

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

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 le contrat qui lie les parties

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

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

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

7 5 *Critical current*

Minimum value of current that the apparatus is capable of breaking without risk of failure to extinguish the arc between the contacts

7 6 *Breaking capacity*

Breaking capacity expresses the current which the apparatus is capable of interrupting at given values of recovery voltage, power-factor or time constant of the circuit and in specified operating conditions

A distinction should be made between:

7 6 1 *Rated breaking capacity*

The highest value of current that the apparatus is capable of breaking repeatedly at rated voltage without electrical or mechanical damage which would affect its subsequent satisfactory operation

7 6 2 *Maximum breaking capacity*

The highest value of current that the apparatus is capable of breaking at maximum voltage

7 7 *Making capacity*

The making capacity of a switching device is expressed by the current on which the apparatus is capable of closing repeatedly at a given voltage and in specified operating conditions without electrical or mechanical failure

8 **Categories of tests**

There are three categories of tests:

- type tests;
- routine tests;
- investigation tests

Type tests are carried out on a single piece of equipment of given design

Routine tests are carried out on all pieces of equipment for the same order. For certain equipment, after agreement between the parties, the routine tests may be replaced by selecting items from a proportion of the order

Investigation tests are special tests of an optional character carried out on a single piece of equipment in order to obtain additional information on its performance, they are only to be carried out if they are particularly specified in the contract between the parties

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

The differences between these three categories of tests are brought out in the text

Standard production equipment shall be deemed to have passed the type tests and shall be exempted from them if the manufacturer produces a duly signed record of type tests already carried out on identical equipment constructed on a previous occasion

CHAPITRE III CONDITIONS AUXQUELLES DOIT SATISFAIRE L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

9 Limites de variation de la tension d'alimentation

Note — Dans le texte ci-après, U désigne la valeur nominale de la tension d'alimentation telle qu'elle est définie à l'article 4

- 9 1 Sous réserve des cas particuliers faisant l'objet des paragraphes 9 2 à 9 6, les appareils à commande électrique, électromagnétique ou électropneumatique doivent fonctionner de façon satisfaisante pour toute valeur de la tension d'alimentation comprise entre $0,7 U$ et $1,25 U$
- 9 2 Lorsque la tension d'alimentation dépend directement de celle d'une ligne de contact à courant alternatif, la limite supérieure du paragraphe 9 1 est ramenée à $1,1 U$
- 9 3 Dans le cas d'appareils alimentés soit par une génératrice auxiliaire munie d'un régulateur de tension, soit par une génératrice dont la tension est absolument indépendante d'une ligne de contact, les limites données au paragraphe 9 1 sont ramenées respectivement à $0,8 U$ et $1,1 U$
- 9 4 Lorsque la tension d'alimentation est fournie par une batterie d'accumulateurs munie de dispositifs particuliers pour corriger les variations de tension (par exemple, couplages différents des éléments à la charge et à la décharge) un assouplissement aux limites spécifiées au paragraphe 9 1 pourra être adopté par accord entre les parties
- 9 5 Dans le cas de dispositifs alimentés à partir d'une source stabilisée, les limites de variation de la tension d'alimentation devront être fixées par accord entre l'exploitant et le constructeur
- 9 6 Dans des cas spéciaux où se produisent des chutes de tension importantes, par exemple dans le cas où le véhicule comporte des appareils ou dispositifs absorbant de fortes intensités, tels que les freins électromagnétiques, les limites inférieures données ci-dessus peuvent être abaissées à une valeur définie d'un commun accord entre l'exploitant et le constructeur

10 Limites de variation de la pression d'air d'alimentation

- 10 1 Lorsque la commande des appareils est pneumatique ou électropneumatique, ces derniers doivent fonctionner correctement pour une pression d'air pouvant varier entre les limites extrêmes spécifiées pour les appareils considérés, l'indication de la valeur de ces limites pouvant dépendre du service imposé aux dits appareils. En principe, le rapport entre la pression maximale et la pression minimale ne doit pas excéder 1,8
- 10 2 Toutefois, pour les appareils alimentés par l'intermédiaire d'un réducteur de pression individuel, l'écart entre les valeurs extrêmes pourra être réduit après accord entre les parties

11 Limites d'échauffement

- 11 1 Les échauffements des différents organes des appareils mesurés au cours des essais effectués dans les conditions prescrites à l'article 20 ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées dans les tableaux I et II ci-après
- 11 2 Toutefois, dans le cas où la température ambiante maximale reste toujours nettement inférieure à 40°C , une augmentation de ces valeurs limites pourra être admise par accord entre les parties

Note — Les différentes classes d'isolant actuellement employées dans la construction des appareils faisant l'objet de la présente recommandation sont définies, notamment en ce qui concerne leur composition, dans la Publication 85 de la CEE: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service

CHAPTER III CONDITIONS WHICH ELECTRICAL EQUIPMENT HAS TO SATISFY

9 Limits of variation of supply voltage

Note — In the following text, U represents the rated value of supply voltage as defined in Clause 4

- 9 1 With the exception of the special cases forming the subject of Sub-clauses 9 2 to 9 6, electrical, electromagnetic or electro-pneumatic equipment shall operate satisfactorily at any value of supply voltage between $0.7 U$ and $1.25 U$
- 9 2 When the supply voltage is directly dependent on that of an a.c. contact system, the upper limit mentioned in Sub-clause 9 1 is to be altered to $1.1 U$
- 9 3 In the case of equipment supplied either by an auxiliary generator provided with a voltage regulator or by a generator, the voltage of which is completely independent of the contact system, the limits given in Sub-clause 9 1 are to be altered to $0.8 U$ and $1.1 U$ respectively
- 9 4 When the supply voltage is provided by an accumulator battery having special arrangements for the correction of voltage variation (e.g. different cell groupings on charge and on discharge), a relaxation of the limits specified in Sub-clause 9 1 may be allowed by agreement between the parties
- 9 5 For equipment supplied from a stabilized source, the limits of supply voltage variation shall be decided by agreement between user and manufacturer
- 9 6 In special cases involving large voltage drops, e.g. where the vehicle comprises equipment or devices taking high currents, such as electro-magnetic brakes, the lower limits given above may be reduced to a value fixed by agreement between user and manufacturer

10 Limits of variation of supply air pressure

- 10 1 When the apparatus is pneumatically or electro-pneumatically operated, it shall function satisfactorily at an air pressure which may vary between the limits specified for the apparatus in question, the value of these limits depending on the duty required of the equipment concerned. In general the ratio between maximum and minimum pressures shall not exceed 1.8
- 10 2 However, for apparatus supplied through a separate pressure reducing valve, the difference between the limits may be reduced by agreement between the parties

11 Temperature-rise limits

- 11 1 The temperature rises of the various items of equipment measured during the tests carried out in accordance with Clause 20 shall not exceed the limits given in Tables I and II hereafter
- 11 2 However, in cases where the maximum ambient temperature is always well below 40°C , an increase in these limiting values may be accepted by agreement between the parties

Note — The different classes of insulation employed at the present time in the construction of the apparatus forming the subject of this Recommendation are defined with special regard to their composition in IEC Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service

TABLEAU I

Limites d'échauffement pour les enroulements isolés

Nature des isolants	Limite d'échauffement mesurée par variation de résistance ¹⁾ deg C
Isolants de la classe A	80
Isolants de la classe E	95
Isolants de la classe B	105
Isolants de la classe F	130
Isolants de la classe H	155

¹⁾ Dans le cas où il n'est pas possible d'effectuer les mesures par variation de résistance, on utilisera un thermomètre électrique

TABLEAU II

Limites d'échauffement des différents organes

Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées par thermomètre) deg C
Bobinages nus	105 ¹⁾
Pièces de contact dans l'air :	
— Cuivre rouge formant ressort	35
— Laiton ou bronze formant ressort	65
— Cuivre rouge ou alliage de cuivre ne formant pas ressort	75
— Argent massif ou plaqué	100
Connexions souples dans l'air	90

¹⁾ A condition que cette valeur soit sans influence sur le bon fonctionnement des parties voisines

- 11 3 Lors des essais des appareils, il ne sera fait aucune correction aux échauffements observés si la température de l'air de refroidissement est comprise entre 10 °C et 40 °C. En dehors de ces limites, la correction à appliquer aux échauffements observés sera déterminée d'accord entre l'exploitant et le constructeur et compte tenu des caractéristiques particulières du matériel à essayer

12 Règles particulières applicables aux appareils de protection

- 12 1 Le pouvoir de coupure maximal d'un appareil ou d'un groupe d'appareils, qui réalise soit la protection générale de l'équipement, soit la protection des circuits principaux alimentés directement ou indirectement par le réseau d'alimentation, doit correspondre au courant de court-circuit du circuit protégé

Le courant de court-circuit, côté ligne, doit être spécifié par l'exploitant

- 12 2 Le pouvoir de coupure maximal des appareils réalisant la protection de circuits alimentés par une source interne doit être au moins égal au courant de court-circuit du circuit protégé sous la tension maximale

TABLE I

Temperature-rise limits for insulated windings

Type of insulation	Temperature-rise limit measured by variation of resistance ¹⁾ deg C
Class A insulation	80
Class E insulation	95
Class B insulation	105
Class F insulation	130
Class H insulation	155

¹⁾ Where measurement by variation of resistance is not possible, an electrical thermometer shall be used

TABLE II

Temperature-rise limits for various components

Component	Temperature rise limit (measured by thermometer) deg C
Bare wire coils	105 ¹⁾
Contacts in air:	
— Pure copper in the form of a spring	35
— Brass or bronze in the form of a spring	65
— Pure copper or copper alloy not forming a spring	75
— Solid silver or silver plate	100
Flexible connections in air	90

¹⁾ Provided that this value has no adverse effect on the satisfactory operation of adjacent parts

- 11 3 During tests on equipment, no correction shall be made to the temperature rises observed if the cooling-air temperature is between 10 °C and 40 °C. Outside these limits, the correction to be applied to the temperature rises observed shall be decided by agreement between user and manufacturer, with due regard to any special characteristics of the materials under test

12 Special rules applicable to protective apparatus

- 12 1 The maximum breaking capacity of the apparatus or apparatus groups, which provide protection either to the equipment generally or to main circuits fed directly or indirectly from the supply network, must correspond to the short-circuit current of the protected circuit

The short-circuit current on the line side shall be specified by the user

- 12 2 The maximum breaking capacity of the apparatus protecting circuits supplied from an internal source must be at least equal to the short-circuit current of the protected circuit at maximum voltage

CHAPITRE IV ESSAIS

13 Liste des essais

Les principaux essais à exécuter sur l'appareillage électrique de traction sont indiqués dans le tableau III ci-après, ainsi que les numéros des articles auxquels il convient de se reporter

TABLEAU III

Liste des essais

Nature des essais	Articles et paragraphes	
	Essai de type	Essai de série
1 Essais mécaniques		
Vérification du fonctionnement mécanique	14 1	14 2
Essais de robustesse mécanique	15	
Essais de tenue aux vibrations et aux chocs	16	
Essais d'étanchéité des équipements pneumatiques	17 1	17 2
Essais d'étanchéité des équipements hydrauliques	18 1	18 2
2 Essais électriques		
Mesure des résistances et des impédances		19
Essais d'échauffement	20	
Essais de coupure et de fermeture	21	
Relevé de la caractéristique temps/courant des coupe-circuit à courant continu haute tension	22	
Vérification du réglage et du fonctionnement des appareils de protection et des relais		23
Essais de rigidité diélectrique		24

SECTION UN — ESSAIS MÉCANIQUES

14 Vérification du fonctionnement mécanique

Cette vérification comporte des essais de type et des essais de série

14 1 Essais de type

14 1 1 Les essais de type sont exécutés avant montage sur le véhicule, à la température ambiante la plus basse à laquelle les appareils peuvent être soumis en service (ou à laquelle leur fonctionnement est garanti) comme à la température la plus élevée qu'ils peuvent atteindre

Ils consistent à vérifier vingt fois [de suite, pour chaque combinaison, que le fonctionnement des appareils reste correct dans toutes les limites de tension d'alimentation et de pression d'air définies aux articles 9 et 10

14 1 2 On devra également s'assurer que le fonctionnement des appareils reste encore correct lorsqu'est réalisée, dans les limites fixées aux articles 9, 10 et 11, la combinaison la plus défavorable des valeurs de tension, de pression et de température

Note — Pour les appareils électromagnétiques ou électropneumatiques, le fonctionnement à chaud sous tension minimale sera reconnu satisfaisant si l'appareil froid fonctionne normalement lorsqu'il est alimenté avec un courant égal à celui qui traverserait l'appareil après 1 h de fonctionnement sous la tension minimale

Cette disposition n'est toutefois pas applicable aux appareils servant à la mise en route du véhicule (électrovalves de pantographes, contacteurs de lancement de groupe, etc.), appareils qui doivent en général répondre à des exigences particulières

CHAPTER IV: TESTS

13 List of tests

The principal tests to be carried out on electric traction equipment are set out in Table III below, together with the clause numbers to which reference should be made

TABLE III
List of tests

Nature of test	Clauses and sub-clauses	
	Type test	Routine test
1 <i>Mechanical tests</i>		
Checking of mechanical operation	14 1	14 2
Tests of mechanical strength	15	
Tests for withstanding vibrations and shock	16	
Air tightness tests for pneumatic equipment	17 1	17 2
Leakage tests for hydraulic equipment	18 1	18 2
2 <i>Electrical tests</i>		
Measurement of resistance and impedance		19
Temperature-rise tests	20	
Breaking and making capacities tests	21	
Determination of time/current characteristics of high-voltage d.c. fuses	22	
Check on setting and operation of protective equipment and relays		23
Dielectric tests		24

SECTION ONE — MECHANICAL TESTS

14 Checking of mechanical operation

This comprises type tests and routine tests

14 1 Type tests

14 1 1 Type tests shall be carried out, before mounting on the vehicles, at both the lowest ambient temperature to which the apparatus can be subjected in service (or at which its correct operation is guaranteed) and at the highest temperature it can attain

These tests consist in checking twenty times in succession, for each combination, that the apparatus will operate correctly within the limits of supply voltage and air pressure specified in Clauses 9 and 10

14 1 2 A check shall also be made that the operation of the equipment is still satisfactory when carried out under the most unfavourable combination of voltage, air pressure and temperature obtainable within the limits specified in Clauses 9, 10 and 11

Note — In the case of electro-magnetic or electro-pneumatic apparatus, hot operation at minimum voltage shall be considered to be satisfactory if the apparatus when cold operates normally when it is supplied with a current equal to that which would flow through the apparatus after 1 h of operation at the minimum voltage

This method is not, however, applicable to apparatus used for preparing the vehicle for service (electro-pneumatic valve for pantographs, machine starting contactors, etc.) since this apparatus must in general meet special requirements

14 2 *Essais de série*

Les essais de série consistent à exécuter l'essai décrit au paragraphe 14 1 1, mais seulement à la température ambiante de l'atelier

15 **Essais de robustesse mécanique**

Ces essais constituent des essais de type. Ils portent sur les appareils pris individuellement, puis sur l'équipement monté

15 1 *Essais individuels des appareils*

Les essais de robustesse mécanique des appareils doivent être réalisés sous la tension nominale d'alimentation du circuit de contrôle et sous la pression nominale pour les appareils à commande électropneumatique, les appareils fonctionnant à vide. Ils sont effectués sur des appareils ayant déjà subi les essais d'échauffement et les essais diélectriques.

Ces essais comprennent

- 1 000 000 manœuvres pour un contacteur unitaire ou pour chaque contacteur d'un groupe de contacteurs tributaires d'un arbre à cames;
- 200 000 manœuvres pour les appareils fonctionnant à chaque démarrage ou freinage,
- 100 000 manœuvres pour les inverseurs qui n'entrent pas dans la catégorie ci-dessus,
- 20 000 manœuvres pour tous les autres appareils.

Les essais de robustesse seront exécutés à une cadence et avec un mode de graissage à fixer, suivant la nature de l'appareil, par accord entre l'exploitant et le constructeur.

Les appareils sont considérés comme ayant subi avec succès les essais de robustesse mécanique si, après ces essais, ils sont capables de fonctionner normalement sans intervention particulière autre qu'un nettoyage et un graissage éventuel.

15 2 *Essais de l'équipement assemblé*

L'équipement assemblé est soumis, sur le véhicule, à un essai d'endurance sous la tension nominale d'alimentation et sous la pression nominale. Cet essai est effectué en manœuvrant le manipulateur de façon à réaliser 200 démarrages complets avec retour en arrière, les appareils fonctionnant à vide. La cadence à observer dans l'exécution des manœuvres successives devra correspondre aux exigences les plus sévères auxquelles l'équipement considéré pourra être soumis en service.

Pendant les trente premières et les trente dernières manœuvres, l'alimentation doit être faite sous la tension minimale qu'il est possible d'obtenir sur le véhicule.

Note — A la demande de l'exploitant, les essais de l'équipement assemblé peuvent être exécutés dans les ateliers du constructeur.

16 **Essais de tenue aux vibrations et aux chocs**

Ces essais constituent des essais de type.

L'appareil est fixé, dans la position convenable, sur une machine provoquant des vibrations sinusoïdales d'amplitude et de fréquence réglables, puis est soumis aux essais ci-après.

L'appareil ainsi essayé doit pouvoir subir avec succès les essais électriques et, en particulier, les épreuves de rigidité diélectrique applicables au matériel de l'espèce.

14.2 *Routine tests*

Routine tests consist of carrying out the tests described in Sub-clause 14.1.1 at ambient shop temperature only

15 **Tests for mechanical strength**

These are type tests. They are made first on apparatus selected individually, then on the mounted equipment

15.1 *Individual tests on apparatus*

The tests for mechanical strength of the apparatus shall be made at the rated supply voltage of the control circuit and at the rated air pressure for apparatus with electro-pneumatic control, the apparatus operating at no-load. They are to be carried out on apparatus which has already been subjected to the temperature rise and dielectric tests

These tests are as follows

- 1 000 000 operations for a single contactor or each of a group of contactors on a camshaft,
- 200 000 operations for apparatus used at each starting or braking operation,
- 100 000 operations for reversers not included in the above,
- 20 000 operations for all other apparatus

Mechanical strength tests shall be carried out at a rate and with a method of lubrication depending on the nature of the apparatus, to be agreed between the user and the manufacturer

Apparatus shall be considered as having successfully passed the mechanical strength tests if, after the tests, they are capable of operating normally without special attention, other than cleaning and greasing

15.2 *Tests on assembled equipment*

The assembled equipment is to be submitted to an endurance test on the vehicle at rated supply voltage and rated air pressure. The test is applied by operating the controller so as to produce 200 complete starts and switchings off with the apparatus operating on no-load. The rate of execution of successive operations shall correspond to the most severe conditions to which the equipment concerned is to be subjected in service

During the first thirty and last thirty operations the supply shall be at the lowest voltage which can be obtained on the vehicle

Note — If the user so requests, tests on the assembled equipment may be carried out in the manufacturer's workshops

16 **Tests for withstanding vibration and shock**

These tests are type tests

The apparatus is secured in a suitable position to a machine producing vibrations of sinusoidal form with adjustable amplitude and frequency and is then subjected to the tests given below

The apparatus under test shall be able to withstand successfully the electrical tests and, in particular, the dielectric tests applicable to the equipment concerned

16 1 Recherche des fréquences de résonance

En vue de rechercher l'existence éventuelle de fréquences critiques provoquant des résonances, on fait varier progressivement la fréquence dans toute la gamme indiquée au paragraphe 3 1 3 et cela dans un temps au moins égal à 4 min, l'amplitude des oscillations étant celle indiquée en fonction de la fréquence

S'il se produit des résonances, les fréquences correspondantes seront maintenues pendant quelques minutes chacune, l'appareil étant sous courant. Il sera vérifié qu'il n'en résulte aucune influence néfaste sur le fonctionnement de l'appareil (déclenchement ou enclenchement anormal d'un relais, étincelles aux contacts, échauffements des contacts, etc.)

16 2 Essais de vibrations soutenues

L'appareil, sans courant, est ensuite soumis pendant 2 h 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 du paragraphe 16 1,
- soit à la fréquence de 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 paragraphe 3 1 3).

S'il s'agit de relais, d'appareils de coupure, etc., l'essai est effectué durant la première heure dans la position de repos (ou « déclenché ») et dans la deuxième heure dans la position de travail (ou « enclenché »).

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il ne donne lieu à aucune détérioration, ni à aucun fonctionnement anormal.

Après accord entre l'exploitant et le constructeur, l'appareil à pleine charge pourra être soumis à titre d'investigation à un essai de vibrations soutenues pendant une durée plus longue (25 h à 50 h).

16 3 Essais simulant l'effet des coups de tampon

Dans la direction correspondant au déplacement longitudinal du véhicule sur lequel il sera monté, l'appareil est soumis pendant 2 min à des vibrations à 50 Hz telles que l'accélération maximale soit égale à 3 g (amplitude $a = 0,3$ mm).

S'il s'agit d'appareils destinés à des véhicules équipés d'attelage rigide sans tampons, les vibrations de l'essai précédent seront remplacées par une série de trois chocs successifs correspondant chacun à une accélération maximale de 3 g.

Si l'appareil est prévu pour être monté sur des dispositifs amortisseurs, ces derniers devront être en place durant l'essai.

17 Essais d'étanchéité des équipements pneumatiques

Ces essais s'appliquent principalement aux électrovalves et aux cylindres à air dans lesquels la pression doit être maintenue en permanence. Ils comportent des essais de type et des essais de série.

16.1 *The determination of resonant frequencies*

In order to determine the possible existence of critical frequencies producing resonance, the frequency shall be varied progressively over the whole range mentioned in Sub-clause 3.1.3 within a time of not less than 4 min, the amplitude of the oscillations being that indicated as a function of the frequency.

If resonance is produced, the corresponding frequency shall be maintained for a few minutes in each case with the apparatus alive. A check shall be made that no ill effects result on the operation of the apparatus (abnormal tripping of a relay, sparking at contacts, temperature rise at contacts, etc.).

16.2 *Tests with sustained vibration*

The apparatus, at no-load, is next subjected to a test with sustained vibration for a period of 2 h

- either at the critical frequency, if any such well defined frequency has been detected in the course of the test of Sub-clause 16.1,
- otherwise, at a frequency of 10 Hz

In both cases, the amplitude of the vibrating table is adjusted to the value corresponding to the frequency concerned (see Sub-clause 3.1.3).

In the case of relays, circuit-breaking equipment, etc., the test is carried out during the first hour in the de-energized or “open” position, and in the second hour in the energized or “closed” position.

The test is considered to be satisfactory if there is no resulting damage or abnormality in operation.

Subject to agreement between user and manufacturer, as an investigation test, the apparatus on full load may be subjected to sustained vibration for a longer period (25 h to 50 h).

16.3 *Tests to simulate the effect of shunting shocks*

In the direction corresponding to the longitudinal movement of the vehicle on which it is to be mounted, the apparatus is subjected for 2 min to 50 Hz vibrations of such a nature that the maximum acceleration is equal to 3 g (amplitude $a = 0.3$ mm).

In the case of apparatus for vehicles with rigid drawgear without buffers, the above vibration test shall be replaced by a series of three successive shocks each corresponding to a maximum acceleration of 3 g.

If the apparatus is designed for mounting on shock absorbing devices, these shall be in place during the test.

17 *Air-tightness tests for pneumatic equipment*

These tests apply mainly to magnet valves and to those air cylinders in which the air pressure must be permanently maintained. They include type tests and routine tests.

17 1 Essais de type

Les essais de type sont effectués sur les appareils pris séparément. Les méthodes d'essais recommandées sont indiquées ci-après, mais toute méthode simplifiée et équivalente peut être utilisée.

17 1 1 Electrovalves

Afin de vérifier les deux clapets que comporte normalement une électrovalve, celle-ci est soumise à l'essai suivant, d'une part lorsque son enroulement froid est alimenté avec un courant égal à celui qui serait obtenu avec cet enroulement chaud (après 1 h) sous la tension minimale, d'autre part, lorsqu'elle n'est pas excitée.

L'électrovalve est reliée à un réservoir d'un volume de 1 litre, rempli à la pression maximale. L'étanchéité sera satisfaisante si la pression dans le réservoir ne décroît pas de plus de 10 % de la pression maximale après 10 min d'épreuve.

17 1 2 Cylindres à air

Les cylindres utilisés pour actionner les appareils sont soumis à l'essai suivant afin de s'assurer que le piston et les garnitures sont étanches et les matières non poreuses.

Le cylindre muni de son piston ou de sa membrane est relié à un réservoir rempli à la pression maximale et dont le volume est, en litres, au plus égal à 0,02 fois le diamètre du cylindre exprimé en millimètres, sans toutefois être inférieur à 1 litre. L'étanchéité sera satisfaisante si la pression dans le réservoir ne décroît pas de plus de 5 % de la pression maximale après 10 min d'épreuve.

17 2 Essais de série

Les essais de série seront effectués suivant des méthodes simplifiées qui feront l'objet d'accords entre exploitant et constructeur et qui auront pour but de vérifier que les fuites d'air ne sont pas supérieures à celles spécifiées pour les essais de type. Les méthodes suivantes données à titre d'exemple pourront être utilisées.

17 2 1 Electrovalves

On fait passer dans l'enroulement froid de chaque électrovalve un courant égal à celui qui serait obtenu avec cet enroulement chaud (après 1 h) alimenté sous la tension minimale, on connecte alors les clapets de dix électrovalves à un réservoir de 1 litre rempli à la pression maximale.

Les résultats obtenus devront rester du même ordre de grandeur que ceux des essais de type, étant entendu qu'en aucun cas la chute de pression, après 1 min d'épreuve, ne devra dépasser 10 % de la pression maximale.

17 2 2 Cylindres à air

Chaque cylindre, muni de son piston ou de sa membrane et relié à un réservoir de 1 litre chargé à la pression maximale, ne devra pas accusé une perte de pression supérieure à 5 % de la pression maximale après 10 min d'épreuve.

Pour les appareils comportant plusieurs cylindres ne pouvant être essayés séparément (servomoteurs pneumatiques par exemple), il convient de s'assurer que la fuite globale n'est pas supérieure à la somme des fuites autorisées pour chaque constituant. Cet essai sera effectué en connectant les divers cylindres et, s'il y a lieu, les électrovalves correspondantes à un réservoir de 1 litre rempli à la pression maximale, la pression dans ce réservoir ne devra pas décroître de plus de 10 % de la pression maximale au bout d'un temps d'épreuve T donné, en minutes, par la relation

$$T = \frac{10}{m + 0,5 n}$$

17 1 *Type tests*

Type tests are made on apparatus selected individually. Recommended methods of tests are indicated below, but any equivalent simplified test may be used.

17 1 1 *Magnet valves*

In order to check the two valves normally present in a magnet valve, the latter shall be subjected to the following test, firstly when its cold winding is supplied with a current equal to that obtained with the winding hot (after 1 h), and secondly with the valve de-energized.

The magnet valve is connected to a 1 litre vessel charged at the maximum pressure. Air tightness shall be satisfactory if the pressure in the vessel does not decrease by more than 10% of the maximum pressure after 10 min on test.

17 1 2 *Air cylinders*

Cylinders used for operating apparatus shall be subjected to the following test in order to check that piston and packing are airtight and the materials non-porous.

The cylinder equipped with its piston or diaphragm is connected to a reservoir having a volume in litres not greater numerically than 0.02 times the diameter of the cylinder in millimetres with a minimum of 1 litre charged to the maximum pressure, air tightness shall be satisfactory if the pressure in the reservoir does not decrease by more than 5% of the maximum pressure after 10 min on test.

17 2 *Routine tests*

The routine tests shall be carried out by a simplified method which is to be the subject of an agreement between user and manufacturer. The purpose of the tests shall be the verification that the air leakage is not greater than that specified for the type tests. Use may be made of the following methods which are quoted as examples.

17 2 1 *Magnet valves*

A current equal to that which would be obtained with the winding hot (after 1 h) at minimum voltage is passed through the winding of each magnet valve when cold, the valve chambers of ten magnet valves are next connected to a 1 litre vessel charged at the maximum pressure.

The results obtained shall be of the same order of magnitude as those obtained in the type tests, with the proviso that in any case the drop in pressure shall not exceed 10% of the maximum pressure after 1 min on test.

17 2 2 *Air cylinders*

Each cylinder, equipped with its piston or diaphragm and connected to a 1 litre capacity vessel charged to the maximum pressure, shall not show a loss of pressure greater than 5% of the maximum pressure after 10 min on test.

For equipment having several cylinders which cannot be tested separately (pneumatic servomotors for example), it is sufficient to check that the total leakage is not greater than the sum of the leakages allowable for each component. This test shall be carried out by connecting the various cylinders and, if required, the corresponding magnet valves to a vessel of 1 litre capacity charged to the maximum pressure, the pressure in this vessel shall not show a loss of pressure greater than 10% of the maximum after a test time T , given in minutes, by the expression

$$T = \frac{10}{m + 0.5n}$$

dans laquelle m et n désignent respectivement le nombre d'électrovalves et le nombre de cylindres à air reliés au réservoir de 1 litre

17 2 3 *Équipement monté*

L'essai suivant sera enfin effectué après montage de l'équipement sur chaque véhicule

Le réservoir d'alimentation de l'appareillage de commande sera chargé sous la pression maximale. Il sera ensuite isolé du compresseur et, le cas échéant, des circuits de freinage et des circuits de commande automatique des portes. Au bout de 20 min ou 40 min, suivant accord entre exploitant et constructeur, il sera vérifié que la pression est encore suffisante pour permettre le fonctionnement correct de tout l'appareillage en effectuant la suite complète des opérations de contrôle. Il y aura lieu d'exclure de cet essai les appareils qui sont prévus de construction avec certaines fuites systématiques.

18 **Essais d'étanchéité des équipements hydrauliques**

18 1 *Essais de type*

Un essai d'endurance d'une durée de trois mois sera effectué sur un équipement hydraulique complet fonctionnant suivant un cycle de charge défini par accord entre l'exploitant et le constructeur, dans le but de vérifier qu'il ne se produit pas de fuite pouvant nuire au fonctionnement de l'équipement ou nécessitant de refaire le plein en fluide hydraulique. Aucune perte de fluide vers l'extérieur ne doit être observée pour l'ensemble de l'équipement.

La durée de l'essai pourra être fixée à une valeur autre que trois mois par accord entre l'exploitant et le constructeur.

18 2 *Essais de série*

18 2 1 *Cylindres*

Le piston étant équipé de ses garnitures, segments ou joints, il ne doit pas se produire de fuite appréciable lorsque la charge maximale est appliquée sur la tige de piston.

18 2 2 *Valves et distributeurs hydrauliques*

Les essais des valves et distributeurs hydrauliques doivent être effectués au débit maximal et à la pression maximale définis. La fuite, dans ces conditions, ne doit pas excéder par minute 0,35 % du débit maximal défini, pour une pression de 100 bars.

SECTION DEUX — ESSAIS ÉLECTRIQUES

19 **Mesures des résistances et des impédances**

Ces mesures constituent un essai de série.

Les mesures de résistances sont effectuées à froid sur tous les appareils de commande électropneumatiques ou électromagnétiques, tels que électrovalves, servo-moteurs, relais de tension, contacteurs électromagnétiques, comportant des bobinages dont la valeur de la résistance peut influencer le fonctionnement de ces appareils.

Les valeurs obtenues pour un bobinage déterminé, ramenées à 20 °C, ne doivent pas s'écarter de plus de $\pm 8\%$ de la valeur spécifiée ou, à défaut, de la moyenne des valeurs relevées sur les dix premiers éléments contrôlés.

Les mesures de résistances sont également effectuées, à froid, sur les résistances diverses insérées dans les circuits de commande, de contrôle et d'auxiliaires. Les tolérances admissibles, variant selon l'application, seront fixées par accord entre les parties.

where m and n denote respectively the number of magnet valves and the number of air cylinders connected to the 1 litre vessel

17.2.3 *Installed equipment*

Finally, the following test shall be carried out after the installation of the equipment on each vehicle

The supply reservoir of the control equipment shall be charged to the maximum pressure. The reservoir shall then be cut off from the compressor and, if appropriate, from braking and automatic door circuits. After a period of 20 min or 40 min, according to agreement between the user and the manufacturer, it shall be confirmed that the pressure is sufficient for all the equipment to operate correctly by making the complete series of control operations. Apparatus which is constructed with certain deliberate leakage shall be excluded from this test.

18 **Leakage tests for hydraulic equipment**

18.1 *Type tests*

An endurance test of three months' duration shall be made on a complete hydraulic equipment operating on a load cycle agreed between user and manufacturer to verify that no leaks exist which would either jeopardize the functioning of the equipment or necessitate replenishing the hydraulic fluid. There shall be no loss of fluid from the system as a whole.

The duration of the test can be established for a period other than three months after agreement between user and manufacturer.

18.2 *Routine tests*

18.2.1 *Cylinders*

With pistons fitted with packing, rings or gaskets, there shall be no significant leakage from the cylinder with the maximum load applied externally to the piston rod.

18.2.2 *Hydraulic spool and directional valves*

Hydraulic spool and directional valves shall be listed at maximum rated flow and maximum rated pressure. The leakage under these conditions shall not exceed 0.35% per minute of the maximum rated flow per 100 bars.

SECTION TWO — ELECTRICAL TESTS

19 **Measurement of resistance and impedance**

These are routine tests.

Measurements of resistance shall be made on all electro-pneumatic or electro-magnetic control devices, when cold, such as magnet valves, servo-motors, voltage relays and electro-magnetic contactors, which include windings, the resistance of which may affect the operation of these devices.

The measurements obtained for any given winding, when corrected to a temperature of 20 °C, shall not vary by more than $\pm 8\%$ from the specified value or, alternatively, from the mean of the values measured on the first ten units tested.

The measurements of resistance are also made when cold on the various resistances inserted in the control, indication and auxiliary circuits. The allowable tolerances which vary according to the application shall be agreed between the parties concerned.

Pour les appareils insérés dans un circuit à courant alternatif ou dans un circuit à courant continu dont le fonctionnement correct dépend de l'impédance, les mesures de résistance doivent, s'il y a lieu, être accompagnées de mesures d'impédance effectuées en courant alternatif à la fréquence spécifiée

20 Essais d'échauffement

20 1 Généralités

Ces essais constituent des essais de type. Ils sont effectués sur les éléments constitutifs des appareils : enroulements, bobines de soufflage, contacts principaux, connexions souples, ainsi que sur les résistances de réglage et de protection.

Les appareils à essayer sont montés de façon à reproduire approximativement les conditions normales du service sur les véhicules, notamment en ce qui concerne la ventilation. Pour les appareils destinés à être montés à l'extérieur des véhicules, une ventilation artificielle créant des conditions analogues à celles rencontrées en service pourra être appliquée, en accord entre les parties.

Chaque essai doit être effectué pendant une période de temps suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établie. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 deg C par heure.

La température ambiante doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux thermomètres disposés régulièrement autour de l'appareil à la même hauteur et à une distance d'environ 1 m. Les thermomètres doivent être protégés contre les courants d'air et les radiations calorifiques. En vue d'éviter des erreurs d'indication du fait de variations rapides de température, ils peuvent être placés dans de petits réservoirs remplis d'huile, ayant une capacité en huile d'environ 1/2 litre.

20 2 Enroulements isolés

Les essais d'échauffement des enroulements : bobines de maintien des disjoncteurs, bobines d'électrovalves, bobines de commande des contacteurs électromagnétiques, bobines de relais, etc. sont effectués à une tension égale à la tension de régime continu équivalent définie à l'article 6.

Si cette tension de régime continu équivalent ne peut être déterminée, les essais sont effectués sous une tension égale à la limite supérieure de la tension du circuit dans lequel doivent être insérés les enroulements considérés.

Pour les enroulements alimentés par l'intermédiaire de résistances additionnelles, la tension à appliquer aux bornes de l'enroulement doit être égale à celle qui existe réellement à ses bornes lorsque la tension appliquée à l'ensemble de l'enroulement et de ses résistances additionnelles est égale à la tension de régime continu équivalent ou, si cette dernière ne peut être déterminée, à la tension maximale spécifiée ci-dessus.

L'échauffement mesuré par variation de résistance ne doit pas dépasser les valeurs limites indiquées dans le tableau I, page 20.

Note — Les essais d'échauffement ci-dessus ne seront pas exigés pour les organes spéciaux à fonctionnement très intermittent, c'est-à-dire à fonctionnements suffisamment rares pour que les organes en question aient le temps de se refroidir entre deux fonctionnements successifs. Dans ce cas, les essais d'échauffement devront faire l'objet d'une convention entre exploitant et constructeur.

20 3 Enroulements nus, contacts principaux et connexions souples

Les essais d'échauffement des bobines de soufflage, des enroulements de relais exécutés en une seule couche de spires de forte section, des pièces de contact et de leurs connexions souples sont effectués avec le courant de régime continu équivalent. Si celui-ci ne peut être déterminé, ils sont effectués au courant nominal de l'appareil.

For apparatus in a c circuits or in d c circuits where correct operation depends on the impedance, measurements of resistance shall, if necessary, be accompanied by measurements of impedance carried out with a c at the specified frequency

20 Temperature-rise tests

20.1 General

These are type tests. They are applied to constituent parts of equipment, windings, blow-out coils, main contacts, flexible connections, and regulating and protective resistances

The apparatus to be tested shall be mounted so as to reproduce approximately the normal service conditions on the vehicles, particularly as regards ventilation. For apparatus to be mounted outside a vehicle, artificial ventilation reproducing conditions similar to those encountered in service shall be applied by agreement between the parties

Each test shall be carried out for a period of time sufficient to enable the temperature rise to reach a steady value. In practice, this condition is fulfilled when the temperature variation does not exceed 1 deg C per hour

The ambient temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two thermometers arranged symmetrically around the apparatus at the same height and at a distance of about 1 m. The thermometers shall be protected against draughts and heat radiation. In order to avoid errors arising from rapid variations of temperature, they may be placed in small containers of oil having an oil capacity of about ½ litre

20.2 Insulated windings

Temperature tests on windings: circuit-breaker holding coils, magnet valve coils, electromagnetic contactor operating coils, relay coils, etc., shall be made at a voltage equal to the equivalent continuous rated voltage defined in Clause 6

If this equivalent continuous rated voltage cannot be determined, tests shall be made at a voltage equal to the upper limit of voltage in the circuit in which the windings under consideration are to be connected

For windings fed through additional resistances, the voltage to be applied to the terminals of the windings shall be equal to the actual voltage at the terminals when the voltage applied to the winding-resistance assembly is equal to the continuous rated voltage or, if this cannot be determined, to the maximum voltage specified above

The temperature rise measured by variation of resistance shall not exceed the limiting values given in Table I, page 21

Note — The above temperature-rise tests shall not be required for special items operating very infrequently, i.e. with operation sufficiently infrequent to enable the items in question to cool down between two successive operations. In such case, the temperature-rise tests shall form the subject of agreement between user and manufacturer

20.3 Bare windings, main contacts and flexible connections

Temperature-rise tests on blow-out coils, the windings of relays constructed of a single layer of heavy section turns, contact tips and their flexible connections are to be carried out with equivalent continuous rated current. If this cannot be determined, they are to be carried out at the rated current of the apparatus

Les échauffements, mesurés au moyen de thermomètres appliqués aux endroits présumés les plus chauds, ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées dans le tableau II, page 20

Dans le cas de bobinages à plusieurs couches, l'échauffement est mesuré par variation de résistance et ne doit pas dépasser les valeurs limites indiquées dans le tableau I

20 4 *Résistances de réglage et de protection*

Les limites de l'échauffement des résistances seront fixées 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 (cosses, câbles, etc)

21 **Essais de coupure et de fermeture**

21 1 *Généralités*

Ces essais constituent des essais de type applicables à tous les appareils destinés à couper en charge

Les appareils à essayer sont placés dans une enceinte représentant le mieux possible les conditions d'installation sur le véhicule (distance à la masse, volume d'air, fixation, etc)

Au cours des essais, les coffres renfermant les appareils ou les ferrures les supportant et normalement reliées à la masse, les écrans représentant les ferrures ou panneaux du véhicule sont reliés à la borne de même polarité que la voie de retour; il en est de même pour la masse des circuits de commande à basse tension

Dans le circuit d'essai de résistance appropriée, on introduit une inductance de valeur convenable de façon à obtenir le facteur de puissance ou la constante de temps spécifié La polarité du circuit et la situation de l'appareil dans le circuit sont choisies conformément aux conditions d'utilisation, l'impédance d'essai venant se substituer au circuit consommateur

Les essais à exécuter sur les différentes catégories d'appareils ainsi que leurs modalités d'exécution sont indiqués ci-après

21 2 *Essais de coupure des appareils de protection*

21 2 1 *Appareils de protection à courant alternatif*

L'appareil à essayer est connecté à un circuit préparé de façon à obtenir un facteur de puissance d'environ 0,15 et un courant de court-circuit égal au pouvoir de coupure maximal de l'appareil L'appareil doit effectuer trois coupures successives à 2 min d'intervalle sous l'action de son propre relais de surcharge (externe ou interne) Il est admis que, après cet essai, quelques petits travaux d'entretien, tels que nettoyage, limage des contacts, etc peuvent être effectués

21 2 2 *Appareils de protection à courant continu*

L'appareil à essayer est connecté à un circuit préparé de façon à obtenir un courant de court-circuit égal au pouvoir de coupure maximal de l'appareil et une constante de temps de valeur spécifiée En l'absence de spécification, la valeur de la constante de temps sera celle indiquée dans le tableau IV, page 36 L'appareil doit effectuer trois coupures successives à 2 min d'intervalle sous l'action de son propre relais de surcharge, sans qu'il en résulte de surtension supérieure à celle indiquée dans le tableau V, page 36 Il est admis que, après cet essai, quelques petits travaux d'entretien, tels que nettoyage, limage des contacts, etc peuvent être effectués

Temperature rises measured by thermometers applied to locations assumed to be the hottest shall not exceed the limiting values given in Table II, page 21

In the case of multi-layer windings, the temperature rise is measured by variation of resistance and shall not exceed the values given in Table I

20.4 *Regulating and protective resistors*

Temperature-rise limits for resistors shall be fixed in accordance with the kind of material employed, the general design of the apparatus and the temperatures which the enclosures and adjoining equipment (terminals, cables, etc.) are able to withstand

21 **Breaking and making capacity tests**

21.1 *General*

These are type tests applicable to all current-breaking equipment

The apparatus to be tested is to be located in surroundings representing as closely as possible the conditions of installation on the vehicle (clearance from earth, volume of air, method of fixing, etc.)

During the tests, the cases containing the apparatus or the supporting structures normally connected to earth, and the screens representing the steelwork or panelling of the vehicle, are to be connected to the terminal which is of the same polarity as the return circuit. The same is also to apply to the low-voltage control circuits.

In the test circuit of appropriate resistance, an inductance of suitable value is to be inserted so as to obtain the power-factor or time constant specified. The polarity of the circuit and the position of the apparatus in the circuit are to be chosen in accordance with the conditions of use, the test impedance being substituted for that of the circuit to be supplied.

The tests to be carried out on the various categories of equipment and the methods to be employed are given below.

21.2 *Breaking capacity test on protective equipment*

21.2.1 *A.C. protective equipment*

The apparatus under test is to be connected in a circuit so adjusted as to obtain a power-factor of approximately 0.15 and a short-circuit current equal to the maximum breaking capacity of the apparatus. The apparatus shall perform three successive interruptions at 2 min intervals by means of its own (external or internal) overload relays. After this test, some small maintenance work may be needed, such as cleaning or filing the contacts, and so on.

21.2.2 *D.C. protective equipment*

The apparatus under test shall be connected in a circuit so adjusted as to obtain a short-circuit current equal to the maximum breaking capacity of the apparatus and a time constant of specified value. In the absence of specification, the value of the time constant shall be as given by Table IV, page 37. The apparatus shall perform three successive interruptions at 2 min intervals by means of its own overload relays without causing any overvoltage higher than given in Table V, page 37. After this test, some small maintenance work may be needed such as cleaning or filing the contacts, etc.

TABLEAU IV

Pouvoir de coupure de l'appareil kA	Constante de temps en millisecondes
Inférieur à 5	30
Compris entre 5 et 25	20
Supérieur à 25	10

TABLEAU V

Tension nominale kV	Valeur de crête de la tension pendant la période transitoire kV
Inférieure ou égale à 0,75	3
1,5	6
3	12

21 2 3 Vérification du courant critique

On vérifie enfin que l'appareil est capable de couper correctement, sous la tension maximale, un courant d'une intensité égale à la plus faible des valeurs suivantes : 0,1 fois le réglage statique minimal, ou 50 A.

Ce dernier essai est exécuté à trois reprises à 2 min d'intervalle, d'une part sans inductance dans le circuit et d'autre part avec, dans le circuit, l'inductance de l'essai du paragraphe 21 2 1 ou 21 2 2.

21 3 Essais de fermeture des appareils de protection

L'appareil à essayer est connecté à un circuit préparé de façon à obtenir un courant correspondant au pouvoir de fermeture nominal de l'appareil sous la tension nominale. L'appareil doit effectuer successivement 180 manœuvres à 2 min d'intervalle.

21 4 Essais de coupure des appareils de coupure

21 4 1 Appareils de coupure à courant alternatif

L'appareil à essayer est connecté à un circuit préparé de façon à obtenir un facteur de puissance de 0,8 et un courant égal au pouvoir de coupure nominal de l'appareil. Celui-ci doit effectuer successivement, sous sa propre commande, 180 coupures à 2 min d'intervalle.

21 4 2 Appareils de coupure à courant continu

L'appareil à essayer est connecté à un circuit préparé de façon à obtenir une constante de temps de l'ordre de 10 ms à 15 ms et un courant égal au pouvoir de coupure nominal de l'appareil. Celui-ci doit effectuer successivement, sous sa propre commande, 180 coupures à 2 min d'intervalle.

TABLE IV

Breaking capacity kA	Time constant in milliseconds
Below 5	30
Between 5 and 25	20
Above 25	10

TABLE V

Rated voltage kV	Peak value of the voltage during the transient period kV
Up to and including 0.75	3
1.5	6
3	12

21.2.3 Check on the critical current

Finally, a check shall be made that the apparatus is capable of satisfactorily breaking at maximum voltage a current equal to the lower of the two values 0.1 times the minimum static setting, or 50 A.

This last test shall be carried out three times at 2 min intervals, firstly without inductance in the circuit, and afterwards with the inductance of test of Sub-clause 21.2.1 or 21.2.2 in the circuit.

21.3 Making capacity tests on protective equipment

The apparatus under test shall be connected to a circuit so adjusted as to obtain a current corresponding to the rated making capacity of the apparatus at rated voltage. The apparatus shall successfully perform 180 operations at 2 min intervals.

21.4 Breaking capacity tests on current-breaking apparatus

21.4.1 A.C. current-breaking apparatus

The apparatus under test is to be connected in a circuit so adjusted as to obtain a power-factor of 0.8, and a current equal to the rated breaking capacity of the apparatus. The apparatus shall perform successfully, under its normal control, 180 interruptions at 2 min intervals.

21.4.2 D.C. current-breaking apparatus

The apparatus under test is to be connected in a circuit so adjusted as to obtain a current equal to the rated breaking capacity of the apparatus and a time constant of the order of 10 ms to 15 ms. The apparatus shall perform successfully, under its own control, 180 interruptions at 2 min intervals.

21 5 *Essais de coupure des appareils destinés à la fois à la protection et à la coupure*

Les appareils destinés à assurer à la fois la protection et la coupure d'un circuit doivent être soumis aux essais des paragraphes 21 2 1 (ou 21 2 2), 21 2 3, 21 3 et 21 4 1 (ou 21 4 2)

21 6 *Essais de coupure des coupe-circuit à courant continu haute tension*

Les coupe-circuit principaux à courant continu haute tension sont soumis aux essais décrits aux paragraphes 21 6 1 à 21 6 3 ci-après

21 6 1 Le courant propre au circuit d'essai est réglé à une valeur comprise entre 100 % et 115 % du pouvoir de coupure du coupe-circuit

Si le courant coupé limité est supérieur à 60 % du courant propre, l'essai est répété deux nouvelles fois

Si le courant coupé limité est inférieur à 60 % du courant propre, on procédera, et dans ce cas seulement, à l'essai du paragraphe 21 6 2

21 6 2 Tout en s'efforçant de maintenir constante la valeur de la constante de temps, on réduit le courant propre au circuit de façon à ramener, lors du présent essai, le courant coupé limité à une valeur comprise entre 60 % et 80 % du nouveau courant propre

L'essai est exécuté deux fois

21 6 3 Le courant propre au circuit est enfin ramené à une valeur comprise entre 100 % et 140 % du courant minimal de fusion défini par l'asymptote parallèle à l'axe des temps de la caractéristique temps/courant (voir article 22)

L'essai est exécuté deux fois

21 6 4 Au cours des essais, les surtensions sont enregistrées au moyen d'un oscillographe cathodique relié aux bornes du coupe-circuit

Ces surtensions ne doivent pas, sauf spécification contraire, dépasser les valeurs indiquées dans le tableau V, page 36

Pendant le fonctionnement, il ne doit se produire ni amorçage à la masse, ni manifestation extérieure dangereuse pour le voisinage

Après fusion du fusible, les parties du coupe-circuit, autres que celles dont le remplacement est prévu après chaque coupure, doivent être dans le même état qu'initialement. Toutefois, il est admis que les parties destinées à fixer le fusible des coupe-circuit rechargeables soient légèrement endommagées, pourvu que ceci ne soit pas susceptible d'empêcher le remplacement du fusible, de diminuer le pouvoir de coupure, de modifier les caractéristiques de fonctionnement du coupe-circuit, ni d'augmenter son échauffement en service normal

22 **Relevé de la caractéristique temps/courant des coupe-circuit à courant continu haute tension**

Cet essai constitue un essai de type

Le relevé de la caractéristique temps/courant peut être fait à une température quelconque de l'air ambiant, comprise entre 15 °C et 30 °C. Les conditions de refroidissement et de ventilation seront conformes à celles du service normal

La courbe représentant la durée de fusion en fonction du courant propre sera tracée en faisant usage d'échelles logarithmiques pour les deux coordonnées. Dans ce but, on emploiera les résultats des relevés oscillographiques obtenus au cours des essais de vérification du pouvoir de coupure, complétés au besoin par quelques essais à des intensités intermédiaires. Ces derniers peuvent être faits en basse tension et courant alternatif, sauf opposition du constructeur