

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

Publication 77

Première édition — First edition

1955

**Règles applicables à l'appareillage électrique
utilisé sur les véhicules moteurs**

**Specification for Electrical Control Equipment
Installed on Motor Vehicles**



Droits de reproduction réservés — Copyright all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60077-1:1955

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

Publication 77

Première édition — First edition

1955

**Règles applicables à l'appareillage électrique
utilisé sur les véhicules moteurs**

**Specification for Electrical Control Equipment
Installed on Motor Vehicles**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION A — VÉHICULES MOTEURS ALIMENTÉS EN COURANT CONTINU

Article 1	Domaine d'application des règles	6
2	Objet du présent règlement	6
3	Classification des appareils et limitation des règles	6
4	Caractéristiques des appareils	8
5	Tensions nominales d'alimentation	8
6	Régime continu équivalent	8
7	Courant de régime continu équivalent	8
8	Tension de régime continu équivalent	8
9	Pouvoir de coupure nominal	10
10	Autres caractéristiques	10
11	Essais de vérification	10
12	Appareils soumis aux essais	10
13	Vérification du fonctionnement mécanique	10
14	Essais de robustesse mécanique	12
15	Essais d'étanchéité	12
16	Mesures des résistances ohmiques	14
17	Essais d'échauffement	14
18	Essais de coupure	16
19	Essais de réglage et de fonctionnement des appareils de protection et des relais	18
20	Essais de rigidité diélectrique	20

SECTION B — VÉHICULES MOTEURS ALIMENTÉS EN COURANT ALTERNATIF MONOPHASÉ

21	Règle générale	22
22	Règles particulières applicables aux transformateurs principaux	22
23	Règles particulières applicables aux interrupteurs principaux	26

INDEX

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION A — MOTOR VEHICLES SUPPLIED WITH DIRECT CURRENT

Clause 1	Scope	7
2	Object of the specification	7
3	Classification of apparatus and limitations of the specification	7
4	Characteristics of apparatus	9
5	Nominal supply voltages	9
6	Equivalent continuous rating	9
7	Equivalent continuous rated current	9
8	Equivalent continuous rated voltage	9
9	Rated rupturing capacity	11
10	Other characteristics	11
11	Check tests	11
12	Apparatus subjected to the tests	11
13	Checking of mechanical operation	11
14	Test for mechanical strength	13
15	Air-tightness test	13
16	Measurement of electrical (ohmic) resistance	15
17	Temperature-rise tests	15
18	Rupturing-capacity tests	17
19	Setting and operating tests of protecting devices and relays	19
20	Dielectric tests	21

SECTION B — MOTOR VEHICLES SUPPLIED WITH SINGLE-PHASE ALTERNATING CURRENT

21	General rule	23
22	Special rules applicable to main transformers	23
23	Special rules applicable to main circuit-breakers	27

RÈGLES APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE UTILISÉ SUR LES VÉHICULES MOTEURS

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente publication C E I N° 77 (document C M T 48) est l'aboutissement du projet présenté par l'Union Internationale des Chemins de Fer lors de la réunion du Comité Mixte international du matériel de traction électrique à Stockholm le 14 octobre 1948

Un certain nombre de modifications à ce projet furent examinées par le Comité mixte au cours de ses sessions de

Tremesso	7 juin 1950
Londres	25 septembre 1951
Interlaken	11 juin 1953

A la suite de la session d'Interlaken, le projet de la première édition du fascicule N° 77 fut soumis pour approbation aux Comités nationaux de la C E I

Ce projet ayant reçu l'accord explicite des Comités nationaux de la C E I des pays suivants:

Belgique	Pays-Bas
Danemark	République Fédérale Allemande
Etats-Unis	Royaume-Uni
France	Suède
Japon	Union Sud-Africaine
	Yougoslavie

et de l'Union Internationale des Chemins de Fer, le Comité mixte, au cours de sa session de Philadelphie, le 6 septembre 1954, demanda au Comité d'Action d'autoriser la publication de ce document en tant que première édition du fascicule N° 77

Cette autorisation fut accordée par le Comité d'Action au cours de sa session du 15 septembre 1954, à Philadelphie

Le présent fascicule constitue la première édition officielle des règles applicables à l'appareillage électrique utilisé sur les véhicules moteurs

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR ELECTRICAL CONTROL EQUIPMENT INSTALLED ON MOTOR VEHICLES

FOREWORD

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

I E C Publication 77 (C M T Document 48) is based upon the draft submitted by the International Union of Railways to the meeting of the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment (C M T) held in Stockholm on 14th October, 1948

Certain amendments to this draft were discussed by the C M T at its meetings at

Tremezzo	7th June, 1950
London	25th September, 1951
Interlaken	11th June, 1953

Following the Interlaken meeting the draft of the first edition of this Publication was submitted for approval to the I E C National Committees

This draft having been explicitly approved by the I E C National Committees of

Belgium	Netherlands
Denmark	Sweden
France	Union of South Africa
German Federal Republic	United Kingdom
Japan	United States of America
	Yugoslavia

and by the International Union of Railways, the C M T at its Philadelphia meeting, on 6th September, 1954, asked the Committee of Action to authorize the issue of the first edition of this Publication

This authorization was given by the Committee of Action at its meeting of 15th September, 1954, at Philadelphia

This document constitutes the first official edition of the specification for electrical control equipment installed on motor vehicles

RÈGLES APPLICABLES A L'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE UTILISÉ SUR LES VÉHICULES MOTEURS

PRÉAMBULE

L'appareillage électrique utilisé sur les véhicules moteurs comprend, en principe, tous les organes prévus pour être traversés, soit par le courant de ligne, soit par le courant à basse tension à l'exclusion des machines tournantes et des redresseurs statiques

L'appareillage est inséré dans différents circuits, ceux-ci 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 (caténaïres, sous-stations)

A — VÉHICULES MOTEURS ALIMENTÉS EN COURANT CONTINU

Article 1 — Domaine d'application des règles

Ces règles sont relatives à l'appareillage utilisé sur les véhicules moteurs alimentés en courant continu dit à haute tension, c'est-à-dire dont la tension nominale est comprise entre 1 200 et 3 000 volts

Nota — En cas d'accord entre les parties, ces règles pourront être également utilisées pour les tensions inférieures à 1 200 volts

Article 2 — Objet du présent règlement

- Énoncer les divers appareils auxquels il s'applique
- Préciser les caractéristiques qui définissent chaque catégorie d'appareils
- Indiquer les essais qui servent à vérifier ces caractéristiques

Article 3 — Classification des appareils et limitation des règles

D'après les circuits qui les traversent, les appareils qui font l'objet des présentes règles peuvent se classer en :

- appareils de protection des circuits principaux;
- appareils de commande et de réglage des circuits principaux y compris les résistances de démarrage et de freinage;
- appareils de protection des circuits auxiliaires alimentés par la ligne;
- appareils de commande et de réglage des circuits auxiliaires, moteurs de compresseurs, moteurs de ventilation, moteurs générateurs, servo-moteurs, etc ,
- appareils de commande des circuits d'éclairage et des circuits de chauffage alimentés par la ligne;
- appareils de commande, de contrôle, de signalisation, d'éclairage et de chauffage alimentés par la ligne par l'intermédiaire de résistances;
- appareils de commande, de contrôle, de signalisation, d'éclairage et de chauffage alimentés en basse tension, soit par une génératrice auxiliaire, soit par une batterie d'accumulateurs;
- coupleurs sauf coupleurs de chauffage

SPECIFICATION FOR ELECTRICAL CONTROL EQUIPMENT INSTALLED ON MOTOR VEHICLES

PREAMBLE

The electrical equipment installed on motor vehicles includes in principle all the parts of these vehicles designed for either line voltage or low voltage operation, with the exception of rotating machines and static rectifiers

The equipment is connected in different circuits, each of which has a particular purpose. These circuits are so designed as to ensure that the motor vehicle has the characteristics and properties required for service, taking into account the nature of the current used and the type of supply system (catenaries, sub-stations)

A — MOTOR VEHICLES SUPPLIED WITH DIRECT CURRENT

Clause 1 — Scope

This specification applies to equipment installed on rolling stock supplied from a direct current line, i.e. of which the nominal voltage is between 1 200 and 3 000 volts.

Note — By agreement between the parties concerned, these rules may also be used for voltages less than 1 200 volts.

Clause 2 — Object of the Specification

- To state the various apparatus to which it applies
- To state the characteristics with which each piece of apparatus shall comply
- To state the tests for determining these characteristics

Clause 3 — Classification of Apparatus and limitations of the Specification

According to the circuits with which they are associated, the apparatus covered by this specification may be classified as follows:

- protective devices for main circuits,
- control apparatus for main circuits, including accelerating and braking resistors;
- protective devices for auxiliary circuits, fed from the line,
- control apparatus for auxiliary circuits, compressor motors, ventilating motors, motor-generators, servo-motors, etc.,
- control switches for lighting and heating circuits, fed from the line;
- control apparatus, indicating and proving apparatus, lighting and heating control apparatus fed from the line through resistors;
- control apparatus, indicating and proving, lighting control, heating control apparatus, fed at low-voltage either from an auxiliary generator or an accumulator battery,
- electric couplers other than couplers for heating

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

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 parafoudres,
- 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-circuits à fusibles, les lampes et leur lustreie,
- les coupleurs et appareils de chauffage (les coupleurs étant régis par la Fiche N° 552 de l'U I C) ;
- les isolateurs de traversées de toiture,
- les appareils de mesure,
- les appareils de répétition des signaux de la voie sur les machines,

et, d'une façon générale, tous les appareils soumis à d'autres règles que les présentes.

Article 4 — Caractéristiques des appareils

Les présentes règles énoncent les différentes caractéristiques qui définissent les appareils, la manière dont il convient d'exprimer ces caractéristiques et, s'il y a lieu, les valeurs des caractéristiques qui doivent être prises en considération.

Article 5 — Tensions nominales d'alimentation

a) *Tension nominale de ligne* La tension nominale d'alimentation d'un réseau de traction est la tension spécifiée pour ce réseau (voir publication C.E.I. N° 48, article 34, tableau II et *Nota*)

b) *Tension nominale d'une batterie* La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par une batterie d'accumulateurs est de 1,2 volts par élément dans le cas d'une batterie alcaline et de 2 volts par élément dans le cas d'une batterie au plomb.

c) *Tension nominale d'une génératrice* La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par une groupe moteur générateur est la tension spécifiée pour la génératrice.

Article 6 — Régime continu équivalent

La nature du service en traction électrique conduit généralement à des valeurs de courant, de tension, de pression d'air, etc., variables dans le temps ¹.

Il est quelquefois possible de déterminer le régime constant et de longue durée pratiquement équivalent du point de vue des contraintes, soit mécanique, soit électrique, soit thermique, 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.

Article 7 — Courant de régime continu équivalent

Le courant de régime continu équivalent est le courant qui correspond au régime continu équivalent défini à l'article 6 ci-dessus.

Article 8 — Tension de régime continu équivalent

La tension de régime continu équivalent est la tension qui correspond au régime continu équivalent défini à l'article 6 ci-dessus.

¹ La pression d'air prise en considération dans l'ensemble du texte est la pression relative et non la pression absolue.

The control of the various apparatus forming part of the equipment may depend on mechanical, pneumatic, electro-magnetic or electro-pneumatic operation, or consist of a combination of these types. The equipments may include individual or collective controls.

This specification does not apply to the following:

- cables (these should be the object of special agreement including the methods of installation),
- lightning arresters,
- current collectors which depend mainly on the general design of the contact system and the speed of the rolling stock,
- fuses, lamps and lamp fittings;
- couplers and apparatus for heating (couplers are covered by the U I C Leaflet No 552),
- roof bushing insulators,
- measuring instruments,
- apparatus for repeating track signals on the rolling stock,

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

Clause 4 — Characteristics of Apparatus

This specification states the various characteristics with which the apparatus shall comply, the manner in which these characteristics are to be expressed and, when required, the values of the characteristics to be taken as the basis.

Clause 5 — Nominal Supply Voltages

(a) *Nominal line voltage* The nominal supply voltage of a traction system is the voltage specified for this system (see I E C Publication No 48 — Clause 34, Table II and Notes).

(b) *Nominal battery voltage* The nominal supply voltage for equipment supplied from an accumulator battery is, for equipment supplied from alkaline cells 1.2 volts per cell and from lead-acid cells 2 volts per cell.

(c) *Nominal generator voltage* The nominal supply voltage for equipment supplied by a motor-generator set is the specified voltage of the generator.

Clause 6 — Equivalent continuous rating

Electric traction service requirements are generally characterized by values of current, voltage or air pressure, etc. which vary with time (1).

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 rating equivalent to actual service (abbreviated “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.

Clause 7 — Equivalent continuous rated current

The equivalent continuous rated current is the current corresponding to the equivalent continuous rating as defined in Clause 6.

Clause 8 — Equivalent continuous rated voltage

The equivalent continuous rated voltage is the voltage corresponding to the equivalent continuous rating as defined in Clause 6.

1) The air pressure considered throughout this test is the relative pressure and not the absolute pressure.

Article 9 — Pouvoir de coupure nominal

La notion de pouvoir de coupure ne vise que les appareils utilisés pour la coupure du courant

Le pouvoir de coupure nominal de tels appareils est, par convention, l'intensité qu'ils sont capables de couper sous la tension nominale dans un circuit d'inductance donnée

Le pouvoir de coupure nominal s'exprime en ampères sous une tension déterminée

Article 10 — Autres caractéristiques

Les divers appareils employés dans l'équipement des véhicules moteurs peuvent également répondre à des caractéristiques particulières visant la robustesse mécanique, le fonctionnement mécanique, l'étanchéité dans le cas de commande à air comprimé, la résistance ohmique des éléments, l'échauffement, le réglage et les tolérances qu'il comporte, la rigidité diélectrique, etc

Article 11 — Essais de vérification

Les principaux essais qui peuvent être demandés pour l'appareillage utilisé sur le matériel roulant sont :

- essais de contrôle du fonctionnement mécanique;
- essais de robustesse mécanique,
- essais d'étanchéité (commande à air comprimé);
- essais de mesure de la résistance ohmique;
- essais d'échauffement;
- essais de coupure;
- essais de réglage et de fonctionnement des appareils de protection et des relais;
- essais de rigidité diélectrique

Article 12 — Appareils soumis aux essais

On distinguera dans la suite du texte :

- les essais de série (essais effectués sur tous les appareils sans exception);
- les essais de type (essais effectués, en plus des essais de série, sur les appareils de type nouveau ou sur quelques appareils prélevés sur l'ensemble de la fourniture)

Article 13 — Vérification du fonctionnement mécanique

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

Les essais de série sont effectués à la température ambiante d'abord sur chaque appareil, puis sur l'équipement monté sur le véhicule

Les essais de type sont exécutés, avant montage seulement, 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 20 fois de suite que le fonctionnement des appareils est correct dans les limites de pression et de tension définies ci-dessous

Lorsque la commande est pneumatique ou électropneumatique, les appareils doivent fonctionner normalement pour une pression d'air pouvant varier entre deux limites extrêmes dans le rapport de 1 à 1,8 encadrant une pression nominale p , l'indication de la valeur de ces deux limites pouvant dépendre du service imposé aux appareils considérés

Lorsque la commande est électromagnétique ou électropneumatique, la tension du circuit de contrôle dépend d'une batterie d'accumulateurs ou d'un groupe moteur générateur dont la tension nominale est u (voir article 5)

Clause 9 — Rated rupturing capacity

Rupturing capacity only applies to apparatus used for rupturing current

The rated rupturing capacity of such apparatus is, conventionally, the current it is capable of rupturing at the rated voltage in a circuit with defined inductance

The rated rupturing capacity shall be expressed in amperes at a stated voltage

Clause 10 — Other characteristics

The various items of apparatus used in the equipment of locomotives or motor coaches may also be required to comply with special characteristics regarding mechanical strength, mechanical operation, air-tightness (in the case of compressed air control), electrical (ohmic) resistance of the elements, temperature-rise, operating values and the relevant tolerances, dielectric strength, etc

Clause 11 — Check tests

The main tests which may be required for apparatus used on rolling stock shall be as follows

- tests for checking mechanical operation,
- tests for mechanical strength;
- air-tightness test (compressed air control);
- tests for the measurement of the electrical (ohmic) resistance,
- temperature-rise tests,
- rupturing-capacity tests;
- tests for the setting and the operation of protective devices and relays;
- dielectric tests

Clause 12 — Apparatus subjected to the tests

In the clauses which follow, a distinction is made between:

- routine tests (tests carried out on all apparatus without exception);
- type tests (tests carried out, in addition to routine tests, on apparatus of a new type or on a few pieces of apparatus taken from the bulk of the order)

Clause 13 — Checking of mechanical operation

This includes routine tests and type tests

Routine tests shall be carried out at the ambient temperature on each piece of apparatus separately and then on the equipment when mounted on the vehicle

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

These tests consist in checking 20 times in succession that the apparatus will operate correctly within the pressure and voltage limits given below

In the case of pneumatic or electro-pneumatic control the apparatus shall operate normally at an air pressure which may vary between two extreme limits, the ratio of minimum to maximum being 1 to 1.8. The nominal pressure p , the value specified for and dependent on the service required, shall lie between these two limits

In the case of electro-magnetic and electro-pneumatic control, the voltage of the control circuit depends upon a battery or a motor-generator set of nominal voltage u (see Clause 5)

Le fonctionnement des appareils doit être assuré entre 0,675 u et 1,35 u lorsque la tension d'alimentation dépend d'une batterie d'accumulateurs au plomb et entre 0,785 u et 1,57 u lorsque la tension d'alimentation dépend d'une batterie alcaline

Les limites extrêmes de fonctionnement sont ramenées respectivement à 0,6 u et 1,2 u dans les autres cas, sauf pour les appareils alimentés

- soit par un moteur générateur dont la génératrice est munie d'un régulateur de tension,
- soit par une génératrice dont la tension est absolument indépendante de la ligne de contact,

auxquels cas les limites sont 0,6 u et 1,0 u

Nota — Il convient de s'assurer au cours des essais de type que le fonctionnement reste correct lorsqu'est réalisée (dans les limites fixées ci-dessus et dans l'article 17 a), la combinaison la plus défavorable des valeurs de tension, de pression et de température

Article 14 — Essais de robustesse mécanique

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

a) *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

Ces essais comprennent

- 500 000 manœuvres, avec graissage après 250 000 manœuvres, pour un contacteur unitaire ou pour un groupe de contacteurs tributaires d'un arbre à cames
- 10 000 manœuvres (sans graissage) comprenant chacune le cycle total des positions possibles, pour un inverseur, un manipulateur ou tout autre appareil analogue
- 10 000 manœuvres pour un disjoncteur principal ou un ensemble d'appareils remplissant les mêmes fonctions d'après une cadence et un mode de graissage à fixer suivant la nature de l'appareil

b) *Essais de l'équipement assemblé* L'équipement assemblé est soumis, soit sur le véhicule, soit dans les ateliers du constructeur, à un essai d'endurance sous la tension nominale u et sous la pression p (voir la signification de u et de p aux articles 5 et 13). 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

Nota — Pendant les 30 premières et les 30 dernières manœuvres, l'alimentation peut être faite sous la tension minimum

Article 15 — Essais d'étanchéité

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

Les essais de type d'une électrovalve sont effectués avant montage dans l'équipement et doivent être exécutés comme suit

On fait passer dans l'enroulement de l'électrovalve froid un courant égal à celui qui serait obtenu avec cet enroulement chaud (après une heure) alimenté sous la tension minimum, on fait ensuite fonctionner 200 fois chaque appareil à la cadence de 30 battements par minute; on connecte alors chaque clapet à un réservoir d'un litre rempli à la pression maximum; l'étanchéité sera satisfaisante si la pression dans le réservoir ne décroît pas de plus de 10 % de la pression maximum après 10 minutes d'épreuve

Les essais de série des électrovalves seront effectués suivant une méthode simplifiée qui fera l'objet d'un accord entre constructeur et exploitant et qui aura pour but de vérifier que les fuites d'air ne sont pas supérieures à celles spécifiées pour les essais de type

The various apparatus shall operate between the limits of 0.675 u and 1.35 u when they are supplied from a lead acid accumulator battery and between 0.785 u and 1.57 u when they are supplied from an alkaline battery

The extreme limits of operation are reduced to 0.6 u and 1.2 u respectively in other cases except for apparatus supplied

- either from a motor-generator set whose generator is fitted with a voltage regulator,
- or from a generator whose voltage is entirely independent of the line voltage,

in which case the limits shall be between 0.6 and 1.0 u

Note — It should be ascertained during the type tests that operation remains satisfactory during the most unfavourable combination of voltage, pressure and temperature values (within the limits defined above and in Clause 17 *a*)

Clause 14 — Test for mechanical strength

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

(*a*) *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 pressure for apparatus with electro-pneumatic control, the apparatus operating at no-load

These tests are as follows

- 500 000 operations (with lubrication every 250 000 operations) for a single contactor or a single electrically-operated valve, or for a group of contactors on a camshaft
- 10 000 operations (without lubrication) each including the full cycle of possible positions, for a reverser, a controller or any similar apparatus
- 10 000 operations for a main circuit-breaker or any assemblage of apparatus fulfilling the same purpose, carried out at a rate and with a method of lubrication depending on the nature of the apparatus

(*b*) *Tests on the assembled equipment* — The assembled equipment shall be subjected, either on the vehicle or at the manufacturer's works, to an endurance test at the nominal voltage u and the nominal pressure p (see definitions of u and p in Clauses 5 and 13). This test shall be made by operating the controller handle in such a manner as to produce 200 starts with complete reversals, the apparatus being operated at no load. The rate at which the successive operations are made shall correspond to the most severe service conditions to which it is considered the apparatus may be subjected

Note — During the first thirty and last thirty operations, the apparatus may be fed at minimum voltage

Clause 15 — Air-tightness test

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

The type tests for a magnet valve before mounting on the equipment shall be carried out as follows

A current, equal to that obtained with the winding hot (after 1 hour) at the minimum voltage, shall be passed through the winding of the magnet valve when cold. Each apparatus shall then be made to operate 200 times at the rate of 30 times per minute. Each valve shall be connected to a one-litre tank charged at the maximum pressure, the air-tightness shall be satisfactory if the pressure in this tank does not decrease by more than 10% of the maximum pressure, after 10 minutes on test

The routine tests of magnet valves shall be carried out by a simplified method which is to be the subject of an agreement between manufacturer and operator. The purpose of the tests shall be the verification that the air leakage is not greater than that specified for the type test

Il ne sera pas effectué d'essais de type sur les cylindres à air. Pour les essais de série, chaque cylindre muni de son piston ou de sa membrane et relié à un réservoir d'un litre chargé à la pression maximum, ne devra pas accusar une perte de pression supérieure à 5 % de la pression maximum après 10 minutes d'épreuve.

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 maximum. 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 ou 40 minutes, suivant accord entre constructeur et exploitant, 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. Dans cet essai, il y aura lieu d'exclure les appareils qui sont prévus, de construction, avec certaines fuites systématiques.

Article 16 — Mesures des résistances ohmiques

Ces mesures constituent un essai de série et 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 $\pm 8\%$ de la valeur spécifiée ou, à défaut, de la moyenne des valeurs relevées sur les dix premiers éléments contrôlés.

Article 17 — Essais d'échauffement

Ces essais constituent des essais de type; ils sont effectués sur

- les enroulements des appareils de commande ou de réglage,
- les bobines de soufflage et les enroulements des relais d'intensité,
- les contacts principaux et leurs connexions souples;
- les résistances de démarrage et de freinage ainsi que celles de réglage et de protection.

a) *Enroulements des appareils de commande ou de réglage* Les essais d'échauffement des enroulements des électrovalves (contacteurs, servo-moteurs) des contacteurs électromagnétiques et des relais seront effectués à une tension égale à la tension de régime continu équivalent définie à l'article 8.

Si cette tension de régime continu équivalent ne peut être déterminée, les essais seront effectués sous une tension égale

- soit à la tension maximum de la ligne, définie à l'article 34, tableau II de la publication C E I N° 48, s'il s'agit d'enroulements alimentés par la ligne,
- soit à la limite supérieure de la tension définie à l'article 13, s'il s'agit d'enroulements à basse tension.

Pour les relais ou appareils alimentés par la ligne de contact, mais montés en série avec des résistances additionnelles, la tension à appliquer aux bornes du relais ou de l'appareil doit être égale à celle qui existe réellement à ses bornes lorsque la tension de la ligne est égale à la tension de régime continu équivalent, ou, si celle-ci ne peut être déterminée, à la tension maximum de la ligne définie par l'article 34, tableau II, de la publication C E I N° 48.

Quelle que soit la durée de l'essai, l'échauffement mesuré par variation de résistance doit être inférieur aux valeurs suivantes:

- | | |
|--|--------|
| — isolants de la classe A (coton, soie, papier et matières organiques similaires, imprégnés) | 65° C |
| — fils émaillés sous isolants de la classe A imprégnés | 85° C |
| — isolants de la classe B (composés de mica, amiante ou de matières inorganiques analogues) | 105° C |

Nota — Les essais d'échauffement ci-dessus ne seront pas exigés pour les organes spéciaux à fonctionnement très intermittent. Pour ceux-ci, les essais d'échauffement doivent faire l'objet d'une convention entre constructeur et exploitant.

No type tests shall be made on air cylinders. With regard to routine tests 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 minutes on test.

The following test shall be made after the equipment has been mounted 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 control circuits. After a period of 20 to 40 minutes, according to agreement between the maker and operator, 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.

Clause 16 — Measurement of electrical (ohmic) resistance

These measurements constitute a routine test, they shall be made on all electric-pneumatic or electro-magnetic control devices when cold, as in the case of magnet valves, servo-motors, voltage relays, 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.

Clause 17 — Temperature-rise tests

These are type tests, to be applied to

- windings of control apparatus,
- blow-out coils and windings of current relays, main contacts and their flexible connections;
- starting, braking and control resistors.

(a) *Windings of control apparatus* The temperature tests of windings of magnet valves (contactors, servo-motors), of electro-magnetic contactors and of relays shall be made at a voltage equal to the equivalent continuous rated voltage defined in Clause 8.

If this equivalent continuous rated voltage cannot be determined, the tests shall be made

- at the maximum line voltage defined in Clause 34, Table II of I E C Publication No 48, for windings fed from the line;
- at the upper limit of the voltage defined in Clause 13, for low voltage windings.

For relays or apparatus fed from the line, but connected in series with additional resistors, the test voltage to be applied to the terminals of the relays or of the apparatus shall be equal to the actual voltage at the terminals when the line voltage is equal to the equivalent continuous rated voltage or, if this voltage cannot be determined, to the maximum line voltage defined in Clause 34, Table II of I E C Publication No 48.

Whatever the duration of the test, the temperature-rise measured by resistance shall be less than the following values:

- | | |
|---|--------|
| — Class A insulating materials (cotton, silk, paper and similar organic materials when impregnated) | 65° C |
| — Enamelled wire under Class A impregnated insulating materials | 85° C |
| — Class B insulating materials (mica, asbestos and similar inorganic materials in built-up form) | 105° C |

Note — The temperature-rise tests shall not be required for special apparatus operating very intermittently. The temperature-rise tests to be applied in this case shall be the subject of an agreement between manufacturer and operator.

b) *Bobines de soufflage et enroulements des relais d'intensité* Pour les bobines de soufflage ou les enroulements de relais exécutés en une seule couche de spires de forte section, l'échauffement en fin d'essai au courant de régime continu équivalent est mesuré par thermomètre ou par couple et ne doit pas dépasser

- 65° C s'il s'agit de bobinages en fil émaillé ou non et munis d'un isolement de la classe A,
- 90° C s'il s'agit de bobinages munis d'un isolement de la classe B;
- 105° C s'il s'agit de bobinages nus

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 au paragraphe a) ci-dessus

c) *Contacts principaux et connexions souples* L'échauffement des pièces de contact mesuré au thermomètre, au courant de régime continu équivalent du circuit dont elles font partie, ne doit pas dépasser les valeurs ci-après

- | | |
|---|-------|
| — cuivre rouge formant ressort | 35° C |
| — laiton ou bronze formant ressort | 65° C |
| — cuivre rouge ou alliage de cuivre, nu ou ne formant pas ressort | 75° C |

Au même régime, l'échauffement des connexions souples dans l'air ne doit pas dépasser 90° C

d) *Echauffement des résistances* 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.)

Article 18 — Essais de coupure

a) *Généralités* Ces essais constituent des essais de type applicables aux appareils destinés à couper en charge des circuits à haute tension, parmi ces appareils il convient de considérer deux catégories les appareils de protection et les appareils de coupure

1 Les appareils de protection comprennent

les appareils qui réalisent la protection générale de l'équipement tels que disjoncteurs, groupe de contacteurs (effectuant une coupure directe ou en plusieurs temps) et les appareils qui réalisent la protection individuelle d'un circuit déterminé

Les ensembles d'appareils qui réalisent soit la protection générale de l'équipement, soit seulement la protection des circuits principaux (traction ou récupération) doivent être capables d'interrompre par leurs propres moyens un circuit dans lequel pourrait s'établir et subsister un courant I_m sans faire intervenir les organes de protection des installations fixes

Cette intensité I_m dépend de la conception du réseau d'alimentation

Le pouvoir de coupure nominal (défini à l'article 9) de l'appareil ou du groupe d'appareils de protection doit être au moins égal à I_m

2 Les appareils de coupure comprennent

tous les appareils de coupure qui interrompent en service normal les différents circuits de l'équipement

b) *Essais des appareils de protection* Ces appareils sont soumis à des essais d'endurance répétés toutes les 2 minutes pendant 2 heures et consistent à couper sous la tension maximum U_m du réseau un courant égal à l'intensité correspondant au réglage statique de fonctionnement de ces appareils. Pour ces essais, on introduira dans le circuit une inductance qui sera considérée comme représentant un circuit de traction

En outre, on vérifie que ces appareils de protection sont capables de couper, sans amorçage, dans le temps prescrit ou garanti, un circuit constitué de façon que le courant puisse se stabiliser à la valeur I_m sous la tension maximum du réseau

(b) *Blow-out coils and windings of current relays* For blow-out coils or windings of relays made up of a single layer of large section coils, the temperature-rise at the end of the test at the rated current shall be measured by thermometer or by thermo-couple and shall not exceed

- 65° C for coils of wire, whether enamelled or not, with Class A insulation,
- 90° C for coils with Class B insulation,
- 105° C for bare coils

In the case of coils made up of several layers, the temperature-rise shall be measured by the resistance method and shall not exceed the limiting values given in (a) above

(c) *Main contacts and flexible connections* The temperature-rise of contacts as measured by thermometer at the end of a test at the equivalent continuous rated current of the circuit of which they form a part shall not exceed the following values

- copper, forming a spring 35° C
- brass or bronze, forming a spring 65° C
- copper or copper alloy, bare or not forming a spring 75° C

At the same rating, the temperature-rise of flexible connections in air shall not exceed 90° C

(d) *Temperature-rise of resistors* The limits of temperature-rise of resistors shall be fixed according to the materials used in their construction, the general design of the apparatus, and the temperature which can be withstood by the boundary walls and the neighbouring accessories (connectors, cables, etc.):

Clause 18 — Rupturing-capacity tests

(a) *General* These are type tests applicable to apparatus intended to rupture high-voltage circuits under load; these apparatus are to be considered under two headings: protective devices and rupturing devices

1 *Protective devices include*

Apparatus ensuring the general protection of the equipment, such as circuit-breakers, groups of contactors (providing immediate rupturing or rupturing in several stages) and apparatus ensuring the individual protection of a given circuit

Assembled apparatus ensuring either the general protection of the equipment or only the protection of the main circuits (traction or regeneration) shall be capable of rupturing on their own a circuit in which a current I_m might occur and persist, without operating the protective devices of the supply system

The value of the current I_m is dependent on the design of the supply network

The nominal rupturing capacity (defined in Clause 9) of the device or group of protective devices shall be at least equal to I_m

2 *Rupturing devices include*

All apparatus for rupturing the various circuits of the equipment in normal service

(b) *Tests on protective devices* Such apparatus shall be subjected to reliability tests involving rupturing, at the maximum voltage U_m of the network every 2 minutes for 2 hours, a current equal to that which corresponds to the setting of the apparatus under static operating conditions For the purposes of these tests, an inductance, which shall be deemed to be representative of a traction circuit, shall be introduced into the circuit

In addition it shall be confirmed that these protective devices are capable of rupturing, without flashover, within the specified or guaranteed time, a circuit such that the current may become stabilized at the value I_m at the maximum voltage of the network

Ce dernier essai est exécuté à 3 reprises avec et sans inductance additionnelle dans le circuit à 2 minutes d'intervalle

L'ouverture du circuit est provoquée par les appareils eux-mêmes

Enfin, on vérifie que ces appareils sont capables de couper correctement un courant d'une intensité égale à la plus faible des valeurs suivantes 0,1 fois le réglage statique minimum ou 50 ampères

Ce dernier essai sera exécuté à 3 reprises avec et sans inductance additionnelle dans le circuit à 2 minutes d'intervalle

c) Essais des appareils de coupure Lorsque plusieurs contacteurs sont appelés dans un équipement à interrompre simultanément un circuit, on considère que cet ensemble forme un appareil de coupure

Sur un appareil de chaque type, on effectue des essais d'endurance en établissant et coupant sous la tension maximum de la ligne ou du circuit interne, toutes les 2 minutes pendant 6 heures, le courant maximum qu'il est appelé à couper en service

En outre, sur chaque appareil type intéressant les circuits principaux, on vérifie que dans les mêmes conditions de montage, ce dernier est capable de couper, sans amorçage extérieur, un courant égal à n fois le courant de réglage maximum des systèmes de relais de surcharge placés dans les circuits que doit interrompre l'appareil considéré, la valeur n est égale à 1,2 pour les contacteurs principaux Elle est précisée d'un commun accord entre les parties pour les contacteurs auxiliaires

Pour les divers essais de coupure, on introduira dans le circuit une inductance qui sera considérée comme représentant un circuit de traction

Enfin, on vérifie que ces appareils sont capables de couper correctement le courant le plus faible pour lequel ils sont prévus

Cet essai est exécuté à 3 reprises avec et sans inductance additionnelle dans le circuit à 2 minutes d'intervalle

Nota — Pour effectuer les différents essais de coupure, on s'efforce de placer les appareils 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 de ces 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 au pôle de même polarité que la voie de retour, il en est de même pour la masse des circuits de commande basse tension

Article 19 — Essais de réglage et de fonctionnement des appareils de protection et des relais

Ces essais constituent des essais de série qui doivent être effectués d'une part sur les appareils (relais) dont le fonctionnement est déterminé par la valeur de la tension de la ligne ou par celle de la tension de la source alimentant les circuits de contrôle et, d'autre part, sur tous les appareils (disjoncteurs, relais d'intensité) dont le fonctionnement est déterminé par la valeur de l'intensité du courant les traversant

Les relais de tension à accrochage mécanique devront fonctionner avec une tolérance de $\pm 7,5\%$ de leur tension de réglage, les relais de tension sans accrochage mécanique devront fonctionner avec une tolérance de $\pm 5\%$ de leur tension de réglage

Les relais d'accélération, les relais différentiels, les relais de surcharge et, d'une façon générale, tous les relais d'intensité devront fonctionner avec une tolérance de $\pm 5\%$ de leur intensité de réglage

Les graduations de ces appareils devront être exactes à $\pm 10\%$ près

Pendant les essais de fonctionnement et de réglage, un certain nombre de relais de tension et d'intensité devront être soumis à des vibrations d'ampleur et de fréquence comparables à celles auxquelles ils seront assujettis sur le véhicule en marche Ces essais avec vibration sont considérés comme essais de type

This latter test shall be carried out 3 times with and without additional inductance in the circuit at 2-minute intervals

The breaking of the circuit shall be caused by the apparatus themselves

It shall finally be confirmed that these apparatus are capable of successfully rupturing a current corresponding to the smallest of the following values 0.1 times the minimum static setting or 50 amperes

This last test shall be carried out three times at intervals of 2 minutes

(c) *Tests on rupturing devices* When several contactors are called upon to break a circuit simultaneously, this assembly shall be considered to be a rupturing device

Reliability tests shall be made on one device of each type These tests involve the making and rupturing under maximum line voltage or the maximum voltage of the internal circuit of the maximum current which it is called upon to break in service, every 2 minutes for 6 hours

In addition, on each apparatus of a given type operating on the main circuits, it shall be confirmed that under identical conditions of mounting, the apparatus shall be capable of rupturing, without external flashover, a current equal to n times the maximum current setting of the systems of overload relays connected in the circuits to be ruptured by the apparatus under consideration The value of n is equal to 1.2 for main contactors In the case of auxiliary contactors it shall be the subject of an agreement between the parties concerned

In order to carry out the various rupturing capacity tests an inductance shall be connected in the circuit which shall be deemed to be representative of a traction circuit

It shall finally be confirmed that these apparatus are capable of successfully rupturing the smallest current for which they are designed

This test shall be carried out 3 times with and without additional inductance in the circuit at intervals of 2 minutes

Note — To carry out the various rupturing-capacity tests, it is desirable to place the apparatus in an enclosure reproducing as far as possible the conditions of installation on the vehicle (distance to earth, air volume, method of fixing, etc.)

During these tests, the cases in which the devices are enclosed or the metal supports normally connected to earth, and the screens representing the metal parts or panels of the vehicle, are connected to a pole of the same polarity as the return circuit; the same applies to the earthing of low-voltage control circuits

Clause 19 — Setting and operating tests of protective devices and relays

These tests are routine tests to be carried out both on apparatus (relays) the operation of which is determined by the value of the line voltage or by that of the voltage of the source supplying the control circuits, and, on all apparatus (circuit-breakers, current relays) the operation of which is determined by the value of the current passing through them

Mechanically latching voltage relays shall operate with a tolerance of $\pm 7.5\%$ of their setting
Non-latching voltage relays shall operate with a tolerance of $\pm 5\%$ of their setting

Accelerating relays, differential relays, overload relays and, in general, all current relays shall operate with a tolerance of $\pm 5\%$ of their setting

The calibration of such devices shall be correct to within $\pm 10\%$

The operating and setting tests of a certain number of voltage and current relays shall be carried out under conditions of vibration of an amplitude and frequency comparable to those to which they will be subjected in service The tests under vibration shall be treated as type tests

Article 20 — Essais de rigidité diélectrique

Les essais de rigidité diélectrique constituent des essais de série qui sont exécutés en courant alternatif à la fréquence de 50 ou 60 Hz sur tous les appareils individuels puis sur les équipements montés. La durée d'application de la pleine tension est uniformément fixée à 1 minute dans tous les cas.

a) Essais des appareils individuels

1 *Circuits à haute tension* Pour chaque appareil ou chaque groupe d'appareils devant interrompre complètement un circuit à haute tension, l'essai consiste en l'application entre l'entrée et la sortie du groupe — les contacts étant ouverts, les cheminées de soufflage étant en place — d'une tension de valeur efficace égale à :

$$U_e = 2 U + 1\,500 \text{ volts}$$

dans laquelle U représente la tension nominale de la ligne

Pour tous les appareils de coupure montés en dérivation sur une résistance, la tension d'essai sera limitée à $0,75 U_e$.

Pour tous les appareils pris isolément, ainsi que pour chacun de leurs organes, un essai de rigidité à la tension $U''_e = 2,25 U + 2\,000$ volts doit être effectué entre circuits principaux et la masse et entre circuits principaux et circuits de contrôle lorsque les appareils comportent des enroulements haute et basse tension montés sur un circuit magnétique non relié en permanence à la masse ¹.

Lorsque certains organes (tels que les résistances) comportent un double isolement, l'essai de rigidité du circuit par rapport à la masse sera effectué avec ce double isolement à la tension $U'_e = 2,25 U + 3\,500$ volts. De plus, pour chacun de ces organes, l'essai entre circuit et bâti isolé de la masse sera effectué à la tension $U''_e = 2 U + 1\,000$ volts.

Les appareils de contrôle insérés dans le circuit haute tension, mais dans une partie non soumise à un potentiel supérieur à 500 volts par rapport à la masse, seront essayés à 2 500 volts sauf convention contraire.

2 *Circuits à basse tension* On entend par circuit à basse tension tout circuit dont la tension nominale d'alimentation est inférieure à 300 volts.

Les essais de rigidité des organes à basse tension de tous les appareils doivent être exécutés par rapport à la masse sous une tension de valeur efficace égale à 1 500 volts.

b) *Équipement monté sur le véhicule* Avant livraison du matériel, chaque équipement monté doit être soumis à un essai diélectrique par rapport à la masse. Les machines tournantes et, sauf convention contraire, les appareils de contrôle insérés dans une partie du circuit à haute tension normalement soumise en service à un potentiel inférieur à 500 volts par rapport à la masse, seront déconnectés des circuits auxquels ils appartiennent.

Pour les circuits à haute tension, l'essai doit être effectué sous une tension efficace de valeur égale à $U_e = 2 U + 1\,000$ volts. Les appareils de contrôle qui auraient été préalablement déconnectés comme appartenant à une partie de ces circuits non soumise à un potentiel supérieur à 500 volts seront essayés individuellement à une tension de 2 500 volts.

Enfin, les circuits à basse tension seront essayés par rapport à la masse, avec une tension de valeur efficace égale à 1 000 volts.

¹ Néanmoins, dans certaines circonstances spéciales, après accord spécifié entre le constructeur et l'exploitant, il peut être fait usage d'une tension d'essai supérieure à celle donnée par la formule $2,25 U + 2\,000$.

Clause 20 — Dielectric tests

Dielectric tests are routine tests to be carried out first with alternating current at a frequency of 50 or 60 c/s on every single apparatus, then on the equipment when mounted. The time of application of the full voltage should be 1 minute in all cases.

(a) Tests on single apparatus

1 *Line voltage circuits* For each apparatus or group of apparatus which is intended to rupture a line voltage circuit, the test shall consist of the application between the input and the output side of the group—with contacts open and arc-chutes in position—of a voltage with an r m s value equal to:

$$U_e = 2 U + 1\,500 \text{ volts}$$

U being the nominal line voltage

For all rupturing apparatus connected in parallel with a resistor, the test voltage shall be limited to $0.75 U_e$.

For all apparatus taken singly and for each component, a dielectric test at the voltage $U''_e = 2.25 U + 2\,000$ volts shall be applied between main circuit and earth, and between main circuits and control circuits, when the apparatus includes high- and low-voltage windings connected to a magnetic circuit not solidly earthed.¹

When certain items (such as resistors), have a double insulation, the dielectric test of the circuit to earth shall be carried out with this double insulation at the voltage $U'_e = 2.25 U + 3\,500$ volts. Furthermore, for each of these items, the test between circuit and frame insulated from earth shall be carried out at the voltage $U''_e = 2 U + 1\,000$ volts.

Control apparatus, included in the line voltage circuit, but of which no part operates at a voltage greater than 500 volts to earth, shall be tested at 2 500 volts unless otherwise specified.

2 *Low-voltage circuits* By a low voltage circuit is meant any circuit of which the nominal supply voltage is less than 300 volts.

Dielectric tests of low-voltage parts of all the apparatus shall be made to earth at a voltage of 1 500 volts r m s.

(b) *Mounted equipment* Before delivery of the equipment, each mounted equipment shall be subjected to a dielectric test to earth. Rotating machines and, unless otherwise specified, control apparatus inserted at points in the high-voltage circuit, which are normally subjected in service to a voltage of less than 500 volts to earth, shall be disconnected from the circuits to which they belong.

For high-voltage circuits the test shall be made at an r m s voltage of $U_v = 2 U + 1\,000$ volts. Control apparatus which had previously been disconnected as belonging to a part of these circuits not subjected to a voltage above 500 volts shall be tested individually at a voltage of 2 500 volts.

Low-voltage circuits shall be tested to earth at a voltage of 1 000 volts r m s.

¹ In certain special cases, after specific agreement between the manufacturer and the user, a test voltage higher than that given by the formula $2.25 U + 2\,000$ may be used.

B VÉHICULES MOTEURS ALIMENTÉS EN COURANT ALTERNATIF MONOPHASÉ

Article 21 — Règle générale

Les définitions générales ainsi que les règles et conditions d'essais énoncées sous le titre A pour l'appareillage du matériel alimenté en courant continu restent entièrement valables pour l'appareillage des circuits de commande, de contrôle et de signalisation du matériel à courant monophasé alimentés en courant continu à basse tension par une batterie d'accumulateurs, un groupe moteur générateur ou un redresseur

Elles sont également applicables, sauf en ce qui concerne les transformateurs et appareils faisant partie du circuit à haute tension (interrupteurs principaux, sectionneurs, etc.) à tout l'appareillage des circuits alimentés en courant alternatif sous les réserves suivantes

- a) les valeurs d'intensité et de tension sont à exprimer en valeurs efficaces;
- b) la tension nominale des appareils insérés dans un circuit alimenté par un enroulement secondaire du transformateur est égale à la tension efficace U' mesurée à vide aux bornes de cet enroulement lorsque la tension aux bornes du primaire est égale à la tension nominale U de la ligne;
- c) les mesures de résistance doivent, s'il y a lieu, être accompagnées de mesures d'impédances effectuées en courant alternatif à la fréquence du réseau;
- d) le fonctionnement des appareils électromagnétiques ou électropneumatiques dont les circuits de contrôle sont alimentés en courant alternatif, doit être satisfaisant si la tension est comprise entre 0,6 et 1,2 U , U étant la tension d'alimentation à la tension nominale de la ligne de contact (voir article 13);
- e) les tensions appliquées aux essais de rigidité diélectrique (article 20) des appareils insérés dans un circuit alimenté par un enroulement secondaire d'un transformateur seront de:

$$U_e = 2 U' + 1\,500 \text{ volts}$$

$$U''_e = 2,25 U' + 2\,000 \text{ volts si } U' \text{ est supérieure à } 100 \text{ V}$$

$$U''_e = 1\,500 \text{ volts si } U' \text{ est au plus égale à } 100 \text{ V}$$

Les dispositions afférentes aux transformateurs et aux interrupteurs principaux sont définies ci-après :

Article 22 — Règles particulières applicables aux transformateurs principaux

1 *Définitions* Les transformateurs utilisés sur le matériel roulant monophasé sont à refroidissement à air ou à huile. Les transformateurs immergés sont isolés avec des isolants des classes A ou B. Les transformateurs dans l'air sont isolés avec des isolants de la classe B. Suivant le type, les limites d'échauffement à ne pas dépasser au régime continu (pour une température de l'air de refroidissement supposée égale à 25° C) sont les suivantes

— enroulements des transformateurs immergés (isolants de la classe A ou B)	75° C
— liquide d'immersion de ces mêmes transformateurs	65° C
— enroulements des transformateurs dans l'air (isolants de la classe B)	80° C

Les mesures sont faites

- par variation de résistance pour les enroulements (avec emploi éventuel de la méthode d'extrapolation au temps 0 de la courbe de refroidissement de ceux-ci),
- par thermomètre pour le liquide d'immersion

Le régime continu est le régime nominal d'un transformateur. Sa puissance continue est également sa puissance nominale et est exprimée en kilovolts-ampères par le produit des deux facteurs ci-après :

- intensité du courant en ampères que le transformateur peut fournir indéfiniment entre les deux bornes permettant la plus grande puissance sans que les limites d'échauffement précisées ci-dessus soient dépassées;

B — MOTOR VEHICLES SUPPLIED WITH SINGLE-PHASE ALTERNATING CURRENT

Clause 21 — General rule

General definitions, rules and testing requirements given in Section A for control gear of equipment supplied with direct current remain fully valid for gear in control and indicating circuits of single-phase equipment, supplied with direct current at low voltage by an accumulator battery, a motor-generator set or a rectifier

They are also applicable, except as regards transformers and apparatus forming part of the high-voltage circuit (main circuit-breakers, isolating switches, etc.) to all the gear in circuits fed with alternating current subject to the following reservations:

- (a) current and voltage values shall be given as r m s values;
- (b) the nominal voltage of the apparatus connected in a circuit supplied by a secondary winding of the transformer is equal to the r m s voltage U' measured at no-load at the terminals of this winding when the voltage at the terminals of the primary is equal to the nominal voltage U of the line;
- (c) the resistance measurements shall, if necessary, be supplemented with impedance measurements made with alternating current at the frequency of the system;
- (d) the operation of electro-magnetic or electro-pneumatic apparatus, the control circuits of which are fed with alternating current, shall be satisfactory when the voltage is between 0.6 and 1.2 U , U being the supply voltage at the nominal voltage of the line (see Clause 13);
- (e) the voltages to be applied in dielectric tests (Clause 20) of apparatus connected in a circuit supplied by a secondary winding of a transformer shall be:

$$\begin{aligned}U_e &= 2 U' + 1\,500 \text{ volts} \\U''_e &= 2.25 U' + 2\,000 \text{ volts if } U' \text{ exceeds } 100 \text{ volts} \\U'''_e &= 1\,500 \text{ volts if } U' \text{ does not exceed } 100 \text{ Volts}\end{aligned}$$

The requirements for main transformers and switches are given below:

Clause 22 — Special rules applicable to main transformers

1 *Definitions* Transformers used on single-phase rolling stock are air- or liquid-cooled. Immersed-type transformers shall be insulated with Class A or Class B insulants. Air-cooled transformers shall be insulated with Class B insulants. According to type, the temperature-rise limits which shall not be exceeded at continuous rating (for a cooling air temperature of 25 °C) are as follows

— windings of immersed transformers (Class A or B insulation)	75 °C
— cooling liquid of this type of transformer	65 °C
— windings of air-cooled transformers (Class B insulation)	80 °C

The measurements shall be made:

- by the method of resistance variation for the windings (possibly using the method of extrapolating the cooling curve to zero time);
- by thermometer for the cooling liquid

The rating of a transformer is its continuous rating. Its continuous output is also its rated output and is expressed in kVA by the product of the two following factors:

- current in amperes which can be supplied indefinitely by the transformer between the two terminals giving the greatest power output without the limits of temperature-rise exceeding those specified above;

— tension à vide en kilovolts entre les bornes du transformateur qui fournissent le courant précité, le transformateur étant alimenté à la tension nominale de la ligne de contact

S'il existe des bobines de transition et que, en service, celles-ci soient utilisées aux crans supérieurs de marche, l'une des bornes extrêmes indiquées ci-dessus est la borne de sortie des bobines de transition

Ces bobines peuvent être utilisées s'il y a lieu pour obtenir une répartition convenable du courant secondaire au début de l'essai d'échauffement pendant lequel les circuits auxiliaires, chauffage, éclairage, etc doivent être ouverts

2 *Vérification et essais à effectuer conditions à réaliser* Les vérifications, mesures et essais faisant l'objet des paragraphes a) à f) ci-après sont des essais de série L'essai g) est, sauf convention contraire, un essai de type Les tolérances ou écarts admissibles entre les résultats des mesures et les valeurs spécifiées ou garanties font, par cas d'espèce, l'objet d'accords préalables entre le constructeur et l'exploitant

a) *Mesure des différents rapports de transformation*

b) *Mesure de la résistance des enroulements à la température ambiante*

c) *Mesure du courant primaire à vide et des pertes dans le fer à la tension nominale U ainsi qu'aux tensions $1,1 U$ et $0,9 U$*

d) *Relevé de la caractéristique de court-circuit du transformateur*, le court-circuit étant établi entre les bornes extrêmes de l'enroulement du circuit de traction

S'il existe en service des bobines de transition aux crans supérieurs de marche du transformateur, elles doivent être maintenues dans le circuit pour les essais de court-circuit, les circuits des services auxiliaires et de chauffage étant déconnectés

Les mesures à effectuer comprennent des mesures de tension et de pertes

e) *Détermination des pertes totales* Les pertes totales doivent être données pour une température des enroulements de 75°C Si les essais à vide et en court-circuit ont été effectués à des températures différentes de 75°C , les résultats obtenus doivent être corrigés

Il est bien entendu que les pertes à vide ne subiront aucune correction étant donné qu'elles sont pratiquement indépendantes de la température

f) *Essais de rigidité diélectrique* Les essais de rigidité diélectrique des transformateurs neufs isolés à l'huile, montés dans leur cuve, ou des transformateurs sans huile sont effectués à froid dans les ateliers du constructeur

Les dispositions à adopter pour les essais doivent être définies dans chaque cas particulier, mais il y a lieu toutefois

— de maintenir connectés à la masse les divers points des enroulements qui le sont normalement en service;

— de maintenir en service pendant les essais la ventilation normale des transformateurs sans huile à refroidissement par air

Les essais proprement dits sont effectués en appliquant une fois pendant 1 minute, entre les enroulements et la masse et, s'il y a lieu, entre enroulements primaire et secondaire, une tension alternative de forme sinusoïdale et de fréquence appropriée dont la valeur efficace est donnée par les formules

$$U_e = 1,75 U + 15\,000 \text{ volts pour l'enroulement primaire }^1,$$

$$U_e = 2,25 U' + 2\,000 \text{ volts pour les enroulements secondaires,}$$

U étant la valeur efficace de la tension nominale de la ligne et U' la valeur efficace aux bornes de l'enroulement secondaire considéré quand la tension aux bornes du primaire est égale à la tension nominale

¹ Néanmoins, dans certaines circonstances spéciales, après accord stipulé entre le constructeur et l'exploitant, il peut être fait usage d'une tension d'essai supérieure à celle donnée par la formule $1,75 U + 15\,000$

- voltage in kilovolts at no-load between the terminals of the transformer which give the above current when it is supplied at the nominal voltage of the line

If there are transition coils and if, in service, these are used at the top running notches, one of the outer terminals referred to above is the leading-out terminal of the transition coils

These coils may be used, if necessary, to obtain satisfactory distribution of the secondary current at the commencement of the temperature-rise test during which the auxiliary circuits, heating and lighting circuits, etc., shall be open

2 Checking and testing requirements Check measurements and tests covered by paragraphs (a) to (f) below are routine tests. Test (g) is a type test, unless otherwise agreed. Permissible tolerances or differences between results of measurements and the specified or guaranteed values are, in each particular case, the subject of previous agreement between manufacturer and operator

- (a) *Measurement of transformation ratios*
- (b) *Measurement of the resistance of windings at the ambient temperature*
- (c) *Measurement of the primary no-load current and iron losses at rated voltage U and at voltages $1,1 U$ and $0,9 U$*
- (d) *Determination of the short-circuit characteristic of the transformer, the transformer being short-circuited between the end terminals of the traction circuit winding*

If, in service, there are transition coils at the top running notches of the transformers, they shall be left in circuit during the short-circuit tests, the auxiliary service and heating circuits being disconnected

The measurements to be carried out include voltage and loss measurements

(e) *Determination of total losses* Total losses shall be given for a temperature of the windings of 75°C . When the no-load and short-circuit tests are made at other temperatures than 75°C , the results obtained shall be corrected

Measurements of no-load losses shall not be subject to any correction, such losses being practically independent of the temperature

(f) *Dielectric tests* Dielectric tests of new oil-filled transformers, mounted in their tank, or of transformers other than oil-filled, shall be carried out cold at the manufacturer's works

Testing requirements shall be specified in each particular case, but it is necessary

- to keep connected to the frame the various points of the winding which are normally so connected in service,
- to keep in operation during the tests the normal ventilation of air cooled oilless transformers

The tests themselves shall be carried out by applying, for one minute, between the windings and the frame and, if necessary, between the primary and the secondary windings, an alternating sinusoidal voltage, of appropriate frequency, the r m s value of which is given by the formula

$$\begin{aligned} U_e &= 1,75 U + 15\,000 \text{ volts for the primary winding }^1, \\ U'_e &= 2,25 U' + 2\,000 \text{ volts for the secondary windings,} \end{aligned}$$

U being the r m s value of the nominal voltage of the supply system and

U' the r m s value at the terminals of the secondary winding under consideration when the voltage at the primary terminals is equal to the nominal voltage

¹ In certain special cases, after specific agreement between the manufacturer and the user, a test voltage higher than that given by the formula $1,75 U + 15\,000$ may be used