

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

**CEI  
IEC  
571-1**

Première édition  
First edition  
1990-07

---

---

**Équipements électroniques utilisés sur les  
véhicules ferroviaires**

**Partie 1:**  
Généralités et essais des équipements  
électroniques

**Electronic equipment used on rail vehicles**

**Part 1:**  
General requirements and tests for electronic  
equipment



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 571-1: 1990

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie

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

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

## Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

## Validity of this publication

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

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

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

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

## Terminology

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

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

## Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

## IEC publications prepared by the same technical committee

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

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
571-1

Première édition  
First edition  
1990-07

**Equipements électroniques utilisés sur les  
véhicules ferroviaires**

**Partie 1:  
Généralités et essais des équipements  
électroniques**

**Electronic equipment used on rail vehicles**

**Part 1:  
General requirements and tests for electronic  
equipment**

© CEI 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

R

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

## SOMMAIRE

|                                                                                           | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                                        | 4     |
| <br>Articles                                                                              |       |
| SECTION 1 — GÉNÉRALITÉS                                                                   |       |
| 1.1 Domaine d'application et objet .....                                                  | 6     |
| 1.2 Références normatives .....                                                           | 6     |
| 1.3 Définitions .....                                                                     | 8     |
| 1.4 Classification des appareils électroniques .....                                      | 8     |
| <br>SECTION 2 — CONDITIONS DE SERVICE                                                     |       |
| 2.1 Conditions normales .....                                                             | 10    |
| 2.2 Conditions spéciales .....                                                            | 12    |
| <br>SECTION 3 — SOURCE D'ALIMENTATION                                                     |       |
| 3.1 Alimentation par batterie d'accumulateurs .....                                       | 12    |
| 3.2 Alimentation par transformateur .....                                                 | 14    |
| 3.3 Alimentation par dispositif potentiométrique relié à la ligne de contact .....        | 16    |
| 3.4 Alimentation par un groupe convertisseur tournant ou par un convertisseur statique .. | 18    |
| 3.5 Surtensions transitoires admissibles .....                                            | 18    |
| 3.6 Installation .....                                                                    | 20    |
| 3.7 Protection contre les courts-circuits .....                                           | 20    |
| <br>SECTION 4 — CATÉGORIES D'ESSAIS                                                       |       |
| 4.1 Catégories d'essais .....                                                             | 22    |
| 4.2 Essais de type .....                                                                  | 22    |
| 4.3 Essais de série .....                                                                 | 22    |
| 4.4 Essais d'investigation .....                                                          | 22    |
| <br>SECTION 5 — ESSAIS                                                                    |       |
| 5.1 Liste des essais .....                                                                | 24    |
| 5.2 Essai de fonctionnement .....                                                         | 24    |
| 5.3 Essai de rigidité diélectrique .....                                                  | 26    |
| 5.4 Essai de surtension .....                                                             | 26    |
| 5.5 Essai de refroidissement .....                                                        | 30    |
| 5.6 Essai d'échauffement (chaleur sèche) .....                                            | 30    |
| 5.7 Essai d'échauffement (chaleur humide) .....                                           | 30    |
| 5.8 Essai en atmosphère corrosive (par exemple brouillard salin) .....                    | 32    |
| 5.9 Essai conjugué à la poussière, à l'humidité et à la chaleur .....                     | 32    |
| 5.10 Essai aux vibrations, chocs et secousses .....                                       | 32    |
| 5.11 Essai d'étanchéité .....                                                             | 34    |
| <br>SECTION 6 — ESSAIS SUR LES VÉHICULES APRÈS ACHÈVEMENT<br>ET AVANT MISE EN SERVICE     |       |
| 6.1 Généralités .....                                                                     | 36    |
| 6.2 Essai de fonctionnement .....                                                         | 36    |
| 6.3 Protection contre les surtensions .....                                               | 36    |

# CONTENTS

|                                                                                                          |                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|
|                                                                                                          |                            | Page<br>5 |
| <b>FOREWORD</b> .....                                                                                    |                            |           |
| <b>Clause</b>                                                                                            | <b>SECTION 1 — GENERAL</b> |           |
| 1.1 Scope .....                                                                                          |                            | 7         |
| 1.2 Normative references .....                                                                           |                            | 7         |
| 1.3 Definitions .....                                                                                    |                            | 9         |
| 1.4 Classification of electronic equipment .....                                                         |                            | 9         |
| <b>SECTION 2 — SERVICE CONDITIONS</b>                                                                    |                            |           |
| 2.1 Normal service conditions .....                                                                      |                            | 11        |
| 2.2 Special conditions .....                                                                             |                            | 13        |
| <b>SECTION 3 — SOURCE OF POWER</b>                                                                       |                            |           |
| 3.1 Supply from an accumulator battery .....                                                             |                            | 13        |
| 3.2 Supply from a transformer .....                                                                      |                            | 15        |
| 3.3 Supply from a potentiometer device linked to the contact system .....                                |                            | 17        |
| 3.4 Supply by a rotating set or a static convertor .....                                                 |                            | 19        |
| 3.5 Permitted transient surges .....                                                                     |                            | 19        |
| 3.6 Installation .....                                                                                   |                            | 21        |
| 3.7 Protection against short circuits .....                                                              |                            | 21        |
| <b>SECTION 4 — CATEGORIES OF TESTS</b>                                                                   |                            |           |
| 4.1 Categories of tests .....                                                                            |                            | 23        |
| 4.2 Type tests .....                                                                                     |                            | 23        |
| 4.3 Routine tests .....                                                                                  |                            | 23        |
| 4.4 Investigation tests .....                                                                            |                            | 23        |
| <b>SECTION 5 — TESTS</b>                                                                                 |                            |           |
| 5.1 List of tests .....                                                                                  |                            | 25        |
| 5.2 Performance test .....                                                                               |                            | 25        |
| 5.3 Dielectric test .....                                                                                |                            | 27        |
| 5.4 Voltage surge test .....                                                                             |                            | 27        |
| 5.5 Cooling test .....                                                                                   |                            | 31        |
| 5.6 Temperature-rise test (dry heat) .....                                                               |                            | 31        |
| 5.7 Temperature-rise test (damp heat) .....                                                              |                            | 33        |
| 5.8 Test in a corrosive atmosphere (e.g. salt mist) .....                                                |                            | 33        |
| 5.9 Combined dust, humidity and heat test .....                                                          |                            | 33        |
| 5.10 Vibration, shock and bump test .....                                                                |                            | 33        |
| 5.11 Watertightness test .....                                                                           |                            | 35        |
| <b>SECTION 6 — TESTS ON THE VEHICLES ON COMPLETION OF CONSTRUCTION<br/>AND BEFORE ENTRY INTO SERVICE</b> |                            |           |
| 6.1 General .....                                                                                        |                            | 37        |
| 6.2 Performance test .....                                                                               |                            | 37        |
| 6.3 Protection against surges .....                                                                      |                            | 37        |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES  
UTILISÉS SUR LES VÉHICULES FERROVIAIRES****Partie 1: Généralités et essais des équipements électroniques**

## AVANT-PROPOS

- 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leur règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 9 de la CEI: Matériel de traction électrique. Elle constitue la première édition de la CEI 571-1 et remplace la CEI 571 de 1977.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote |
|--------------------|-----------------|
| 9(BC)278/CMT163    | 9(BC)283        |

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

La présente norme constitue la partie 1 d'une série de publications relatives aux équipements électroniques utilisés sur les véhicules ferroviaires, dont les autres parties sont les suivantes:

CEI 571-2: 1988, Equipements électroniques utilisés sur les véhicules ferroviaires, Partie 2: Normalisation de certaines grandeurs mécaniques et électriques – Principes des dispositifs d'essai.

CEI 571-3: 1990, Equipements électroniques utilisés sur les véhicules ferroviaires, Partie 3: Composants, équipements électroniques programmables et fiabilité des systèmes électroniques.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRONIC EQUIPMENT USED ON RAIL VEHICLES****Part 1: General requirements and tests for electronic 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No.9: Electric traction equipment. It constitutes the first edition of IEC 571-1 and replaces IEC 571 of 1977.

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

| Six Months' Rule | Report on Voting |
|------------------|------------------|
| 9(CO)278/CMT163  | 9(CO)283         |

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

This standard constitutes the Part 1 of a series of publications relating to the electronic equipment used on rail vehicles, the other parts of which are the following:

- IEC 571-2: 1988, Electronic equipment used on rail vehicles, Part 2: Standardization of certain mechanical and electrical quantities – Principles of test devices.
- IEC 571-3: 1990, Electronic equipment used on rail vehicles, Part 3: Components, programmable electronic equipment and electronic system reliability.

## ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES UTILISÉS SUR LES VÉHICULES FERROVIAIRES

### Partie 1: Généralités et essais des équipements électroniques

#### SECTION 1 — GÉNÉRALITÉS

##### 1.1 Domaine d'application et objet

La CEI 571 est applicable à tout appareillage électronique de commande, de régulation, de protection, d'alimentation, etc., monté sur des véhicules ferroviaires et relié:

- soit à la batterie d'accumulateurs du véhicule;
  - soit à une source d'alimentation à basse tension avec ou sans liaison galvanique avec la ligne de contact (transformateur, dispositif potentiométrique, alimentation auxiliaire),
- à l'exception des circuits électroniques de puissance, qui doivent répondre à la CEI 411.

La ligne de séparation entre électronique de puissance et électronique de commande est déterminée par l'élément (par exemple transformateur de mesure, transformateur d'impulsion, etc.) qui assure l'isolement galvanique entre les deux parties. Cet élément d'isolement, qui généralement est placé à proximité ou à l'intérieur de l'électronique de puissance, est considéré comme appartenant à cette dernière. En cas d'absence d'isolement galvanique, la ligne de séparation peut être définie par un moyen similaire.

Les équipements électroniques qui font l'objet de la CEI 571 peuvent équiper les véhicules de traction 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 3000 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, à moteur thermique, à transmission électrique ou autre).

La CEI 571 s'applique également aux équipements électroniques installés sur les voitures pilotes ou répartis dans les voitures et dans les wagons.

*Note.* — Les règles de la CEI 571, ou toute partie d'entre elles, peuvent, après accord entre l'utilisateur et le constructeur, être utilisées pour l'équipement électronique 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 véhicules routiers à source électrique extérieure (trolleybus, etc.).

##### 1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la CEI 571-1. Au moment de la

## ELECTRONIC EQUIPMENT USED ON RAIL VEHICLES

### Part 1: General requirements and tests for electronic equipment

#### SECTION 1 — GENERAL

##### 1.1 Scope

IEC 571 applies to any electronic equipment for control, regulation, protection, supply, etc., installed on rail vehicles and associated with:

- either the accumulator battery of the vehicle;
- or a low-voltage power supply source with or without a direct connection to the contact system (transformer, potentiometer device, auxiliary supply),

with the exception of electronic power circuits, which conform to IEC 411.

The line of demarcation between power electronics and control electronics is determined by the component (e.g. instrument transformer, pulse transformer, etc.) which ensures electrical isolation between the two parts. This isolating component, which is generally located either close to or inside the power electronics equipment, is considered as belonging to the latter. In cases where there is no electrical isolation, the line of demarcation may be defined in a similar manner.

The electronic equipment which is the subject of IEC 571 can be used to equip traction vehicles belonging to the following categories:

- vehicles supplied with direct current at what is called “high voltage” – that is, with the nominal voltage between 600 V and 3000 V;
- vehicles supplied with alternating current at a high voltage at power frequency or at a special frequency;
- multiple current vehicles which can be powered by several current systems as listed above;
- independent vehicles (vehicles with batteries, an internal combustion engine, electrical transmission or other system).

IEC 571 also applies to electronic equipment installed on driving cars or distributed in the wagons and coaches.

*Note.* — The rules of IEC 571, or any part of them, may, after agreement between the user and the manufacturer, be used for electronic equipment installed on other vehicles such as d.c. electric rolling stock supplied at voltages below 600 V, mine locomotives, or road vehicles with external electrical supply (trolleybuses, etc.).

##### 1.2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of IEC 571-1. At the time of publication, the editions indicated

publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

- CEI 50: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).
- CEI 68: Essais d'environnement.
- CEI 77: 1968, Règles applicables à l'appareillage électrique de traction.
- CEI 97: 1970, Systèmes de grille pour circuits imprimés.
- CEI 165: 1973, Règles pour les essais des véhicules moteurs de traction électrique après achèvement et avant mise en service.
- CEI 194: 1988, Termes et définitions concernant les circuits imprimés.
- CEI 271: 1988, Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.
- CEI 319: 1978, Présentation des données de fiabilité pour les composants (ou pièces détachées) électroniques.
- CEI 349: 1971, Règles applicables aux machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers.
- CEI 362: 1971, Guide pour l'acquisition des données de fiabilité, de disponibilité et de maintenabilité à partir des résultats d'exploitation des dispositifs électroniques.
- CEI 410: 1973, Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs.
- CEI 411, Convertisseurs de puissance pour la traction.
- CEI 490: 1974, Règles pour les essais des véhicules ferroviaires équipés de moteurs thermiques et de transmissions électriques, après achèvement et avant mise en service.
- CEI 850: 1988, Tensions d'alimentation des réseaux de traction.

### 1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions contenues dans les publications suivantes de la CEI (voir 1.2) s'appliquent: 50, 68, 77, 97, 165, 194, 271, 319, 349, 362, 410, 411, 490 et 850.

### 1.4 Classification des appareils électroniques

La classification ci-après est donnée à titre d'exemple. Elle groupe, dans la mesure du possible, les appareils électroniques selon la catégorie des circuits (circuits de puissance, circuits d'auxiliaires, circuits pneumatiques) sur lesquels ils agissent:

- dispositifs électroniques assurant la commande, le contrôle ou la signalisation des appareils des circuits de puissance (disjoncteur principal, graduateur, contacteurs de démarrage, de freinage, etc.) ou des circuits auxiliaires (valves électropneumatiques, relais, etc.);

were valid. All standards are subject to revision, and parties using agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

- IEC 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV).
- IEC 68: Environmental testing.
- IEC 77: 1968, Rules for electric traction equipment.
- IEC 97: 1970, Grid system for printed circuits.
- IEC 165: 1973, Rules for the testing of electric rolling stock on completion of construction and before entry into service.
- IEC 194: 1988, Terms and definitions for printing circuits.
- IEC 271: 1988, List of basic terms, definitions and related mathematics for reliability.
- IEC 319: 1978, Presentation of reliability data on electronic components (or parts).
- IEC 349: 1971, Rules for rotating electrical machines for rail and road vehicles.
- IEC 362: 1971, Guide for the collection of reliability, availability, and maintainability data from field performance of electronic items.
- IEC 410: 1973, Sampling plans and procedures for inspection by attributes.
- IEC 411, Power converters for electric traction.
- IEC 490: 1974, Rules for testing of rails vehicles equipped with thermal engines and electric transmissions, after completion of construction and before entry into service.
- IEC 850: 1988, Supply voltages of traction systems.

### 1.3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the definitions contained in the following IEC publications (see 1.2) apply: 50, 68, 77, 97, 165, 194, 271, 319, 349, 362, 410, 411, 490 and 850.

### 1.4 Classification of electronic equipment

The classification below is given by way of example. So far as is possible, it groups together electronic equipment according to the category of the circuits (power, auxiliary or pneumatic) on which it acts:

- electronic devices for control, checking or indication of equipment for power circuits (main circuit breaker, tap changer, starting or braking contactors, etc.) or for auxiliary circuits (electropneumatic valves, relays, etc.);

- dispositifs de commande des thyristors de convertisseurs statiques (pont redresseur, onduleur, hacheur, etc.);
- dispositifs de réglage de l'excitation des machines tournantes (moteurs, génératrices);
- dispositifs de régulation (charge de batterie, chauffage, conditionnement d'air, etc.);
- dispositifs de surveillance et de sécurité (antipatinage, sélecteur de tension, etc.);
- dispositifs de mesure (vitesse, tension, courant, température, etc.);
- dispositifs de transmission d'informations (liaisons radiotéléphoniques, sonorisation des véhicules, contrôle de vitesse, etc.);
- commande de frein pneumatique (ou à vide);
- autres dispositifs (convertisseurs d'éclairage, etc.).

## SECTION 2 — CONDITIONS DE SERVICE

### 2.1 Conditions normales

#### 2.1.1 Altitude

En l'absence d'indication sur la hauteur au-dessus du niveau de la mer à laquelle les appareils sont appelés à fonctionner normalement, il est admis que cette hauteur ne dépasse pas 1200 m.

#### 2.1.2 Température ambiante

En l'absence d'indication sur les températures de l'air ambiant extérieur au véhicule de traction, il est admis que celles-ci restent comprises entre  $-25^{\circ}\text{C}$  et  $+40^{\circ}\text{C}$ , la température moyenne annuelle n'excédant pas  $+25^{\circ}\text{C}$ .

La température de l'air ambiant à l'intérieur du véhicule de traction (au voisinage immédiat des composants électroniques) doit être considérée comme pouvant varier de  $-25^{\circ}\text{C}$  à  $+70^{\circ}\text{C}$ . Toutefois, selon la disposition de l'installation et le mode de ventilation, cette dernière valeur peut être, après accord entre l'utilisateur et le constructeur, fixée à un niveau inférieur ou supérieur à  $+70^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.1.3 Chocs et vibrations

En l'absence d'indication concernant les vibrations et chocs auxquels l'équipement électronique est susceptible d'être soumis, il est admis:

- que les vibrations sont de forme sinusoïdale, que leur fréquence  $f$  reste comprise entre 1 Hz et 100 Hz et que leur amplitude  $a$ , exprimée en millimètres, est donnée en fonction de  $f$  par les relations:

$$a = 25/f \text{ pour des valeurs de } f \text{ comprises entre 1 Hz et 10 Hz;}$$

$$a = 250/f^2 \text{ pour des valeurs de } f \text{ comprises entre 10 Hz et 100 Hz;}$$

- que les accélérations maximales des chocs sont égales à  $30 \text{ m/s}^2$  dans chacune des trois directions longitudinale, transversale et verticale.

- control devices for thyristors in static convertors (rectifier bridges, inverters, choppers, etc.);
- regulating devices for excitation of rotating machines (motors, generators);
- controlling devices (battery charging, heating, air conditioning, etc.);
- monitoring and safety devices (wheelslip, voltage selection, etc.);
- measuring devices (speed, voltage, current, temperature, etc.);
- information transmission devices (radiotelephone links, vehicle sound equipment, speed control, etc.);
- controls for air (or vacuum) brakes;
- other equipment (lighting convertors, etc.).

## SECTION 2 — SERVICE CONDITIONS

### 2.1 Normal service conditions

#### 2.1.1 *Altitude*

In the absence of information on the height above sea-level at which the equipment is normally to function, it is to be assumed that this height will not exceed 1200 m.

#### 2.1.2 *Ambient temperature*

In the absence of information on the temperature of the ambient air outside the traction vehicle, it is to be assumed that this will lie between  $-25^{\circ}\text{C}$  and  $+40^{\circ}\text{C}$ , with an annual average temperature not exceeding  $+25^{\circ}\text{C}$ .

The ambient air temperature inside the traction vehicle (in the immediate vicinity of the electronic components) shall be considered as being capable of variation between  $-25^{\circ}\text{C}$  and  $+70^{\circ}\text{C}$ . However, by agreement between the user and the manufacturer, the latter may be fixed at a value below or above  $+70^{\circ}\text{C}$ , in accordance with the arrangement of the equipment and the method of ventilation.

#### 2.1.3 *Shocks and vibrations*

In the absence of information concerning the degree of vibrations and shocks to which the electronic equipment is likely to be subjected, it is to be assumed that:

- the vibrations are sinusoidal in form, that their frequency  $f$  lies between 1 Hz and 100 Hz and that their amplitude  $a$ , expressed in millimetres, is given as a function of  $f$  by the equations:

$$a = 25/f \text{ for values of } f \text{ between 1 Hz and 10 Hz;}$$

$$a = 250/f^2 \text{ for values of } f \text{ between 10 Hz and 100 Hz;}$$

- the maximum accelerations of shocks are equal to  $30 \text{ m/s}^2$  in each of the three directions: longitudinal, transverse and vertical.

Des valeurs plus élevées, applicables lorsque l'équipement électronique est installé sur des bogies ou sur des moteurs thermiques, doivent faire l'objet d'accord entre l'utilisateur et le constructeur.

*Note.* — Les prescriptions ci-dessus sont données à titre indicatif et sont à considérer comme étant encore à l'étude. Un Groupe de travail a été créé pour l'étude des conditions à satisfaire dans le domaine des chocs et des vibrations pour tous les équipements de traction.

#### 2.1.4 Degré hygrométrique

En l'absence d'information précise sur l'humidité relative de l'air ambiant extérieur (dont la température est inférieure à 40 °C), on considère que sa valeur supérieure est comprise entre 90 % et 95 %.

### 2.2 Conditions spéciales

Des dispositions particulières fixées par accord entre l'utilisateur et le constructeur doivent être prises lorsque les conditions diffèrent de celles qui sont mentionnées à l'article 2.1, par exemple:

- altitude supérieure à 1200 m;
- température ambiante extérieure supérieure à 40 °C;
- température ambiante intérieure ou extérieure inférieure à –25 °C;
- température maximale de l'air ambiant intérieur du véhicule différente de 70 °C;
- température moyenne élevée, conjuguée avec une forte humidité de l'air;
- pluies torrentielles, tempêtes de sable ou de neige, présence de vapeurs huileuses, de chaleur rayonnante, etc.;
- installation sur bogies ou moteurs thermiques.

La vérification de l'efficacité des dispositions ainsi arrêtées pourra faire éventuellement l'objet d'essais de type facultatifs pouvant être effectués sur le véhicule lui-même, suivant modalités à fixer par accord entre l'utilisateur et le constructeur.

## SECTION 3 — SOURCE D'ALIMENTATION

### 3.1 Alimentation par batterie d'accumulateurs

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par une batterie d'accumulateurs est égale à la tension spécifiée pour cette batterie d'accumulateurs. Cette dernière tension doit être choisie, de préférence, dans la gamme suivante: 24 V, 48 V, 72 V, 110 V.

#### 3.1.1 Variations de la tension d'alimentation

Sous réserve des cas particuliers à préciser par l'utilisateur, les équipements électroniques alimentés par batteries d'accumulateurs sans dispositif stabilisateur de tension doivent fonctionner de façon satisfaisante à toutes les valeurs de la tension d'alimentation comprises entre 0,7  $U$  et 1,25  $U$ ,  $U$  étant la tension nominale d'alimentation.

Higher values, applicable when the electronic equipment is mounted on bogies or heat engines, shall be agreed between the user and the manufacturer.

*Note.* — The above requirements are given for guidance only and should be regarded as under consideration. A Working Group has been entrusted with the study of vibrations and shock requirements for all traction equipment.

#### 2.1.4 *Relative humidity*

In the absence of precise information on the relative humidity of the external ambient air (the temperature of which is lower than 40 °C) it is considered that its upper value lies between 90% and 95%.

### 2.2 **Special conditions**

Special arrangements shall be agreed between the user and the manufacturer when conditions differ from those mentioned in Clause 2.1, for example:

- altitude exceeding 1200 m;
- external ambient temperature above 40 °C;
- internal or external ambient temperature below –25 °C;
- maximum ambient air temperature inside the vehicle below or above 70 °C;
- high average temperature plus high air humidity;
- torrential rains, sand or snow storms, presence of oil vapour, radiant heat, etc.;
- installation on bogies or heat engines.

Checks on the effectiveness of such arrangements could, if required, form the subject of optional type tests which could be carried out on the vehicle itself in accordance with methods to be agreed between the user and the manufacturer.

## SECTION 3 — SOURCE OF POWER

### 3.1 **Supply from an accumulator battery**

The nominal supply voltage for an equipment supplied by an accumulator battery is the voltage specified for that battery. This voltage shall preferably be selected from the following values: 24 V, 48 V, 72 V, 110 V.

#### 3.1.1 *Variations of the supply voltage*

With the exception of special cases to be specified by the user, electronic equipment supplied by accumulator batteries without a voltage stabilizing device shall operate satisfactorily for all the values of the supply voltage lying between 0,7  $U$  and 1,25  $U$ , where  $U$  is the nominal supply voltage.

Toute tension d'alimentation sortant de ces limites de variation doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur de l'équipement électronique.

En cas d'alimentation par une tension inférieure à  $0,7 U$ , toutes les précautions doivent être prises pour éviter que puisse survenir, aux équipements électroniques, une avarie susceptible de compromettre leur bon fonctionnement ultérieur.

### 3.1.2 Capacité dynamique de la batterie d'accumulateurs

La valeur de la grandeur  $di/dt$  pouvant être fournie par la batterie d'accumulateurs, doit être évaluée ou mesurée, par exemple, sur un circuit défini par accord entre le constructeur du véhicule et le constructeur de l'équipement électronique.

## 3.2 Alimentation par transformateur

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté à partir d'un enroulement secondaire de transformateur est égale à la valeur efficace de la tension à vide aux bornes de cet enroulement lorsque le primaire du transformateur est alimenté à sa tension nominale. Si un transformateur auxiliaire est interposé entre le secondaire précédent et l'équipement, la tension nominale d'alimentation de l'équipement est en principe égale au produit de la tension précédente par le rapport de transformation du transformateur auxiliaire.

La valeur minimale de la tension délivrée par cet enroulement sous charge transitoire maximale doit être indiquée au constructeur de l'équipement électronique.

### 3.2.1 Variations de la tension d'alimentation

Sous réserve des cas particuliers à préciser par l'utilisateur, par exemple en cas d'utilisation de dispositifs stabilisateurs de tension, les équipements électroniques dont la tension d'alimentation dépend directement de celle d'une ligne de contact à courant alternatif doivent fonctionner de façon satisfaisante à toutes les valeurs de la tension d'alimentation comprises entre  $0,7 U$  et  $1,1 U$ ,  $U$  étant la tension nominale d'alimentation.

### 3.2.2 Forme d'onde de la tension alternative

La forme d'onde de la tension est considérée comme sinusoïdale dans la CEI 571 si,  $b$  étant la valeur instantanée de l'onde fondamentale, la valeur maximale de la différence  $|a-b|$  indiquée sur la figure 1 ne dépasse pas 10% de la valeur de crête  $c$  de l'onde fondamentale, c'est-à-dire si l'on a :

$$|a-b| \leq 0,10 c$$

Any supply voltage outside these limits of variation shall be the subject of agreement between the user and the manufacturer of the electronic equipment.

For supply voltages less than  $0,7 U$ , all precautions shall be taken to prevent any damage being caused to electronic equipment which may adversely affect its subsequent satisfactory operation.

### 3.1.2 *Dynamic capacity of the accumulator battery*

The value of the quantity  $di/dt$  which can be supplied by the battery shall be calculated or measured, for example by a circuit of a form to be agreed between the vehicle manufacturer and the manufacturer of the electronic equipment.

## 3.2 **Supply from a transformer**

The nominal supply voltage for an equipment supplied from a transformer secondary winding is equal to the no-load r.m.s. voltage at the terminals of this winding when the transformer primary is supplied at its nominal voltage. If an auxiliary transformer is placed between the above-mentioned secondary and the equipment, the nominal supply voltage for the equipment is in principle equal to the product of the previous voltage and the transformer ratio of the auxiliary transformer.

The manufacturer of the electronic equipment shall be informed of the minimum value of the voltage delivered by the winding under maximum transient load.

### 3.2.1 *Variations of the supply voltage*

With the exception of special cases to be specified by the user, such as the use of voltage stabilizing devices, electronic equipment with a supply voltage depending directly on that of an a.c. contact system shall operate satisfactorily for all supply voltage values lying between  $0,7 U$  and  $1,1 U$ , where  $U$  is the nominal supply voltage.

### 3.2.2 *Waveform of alternating voltage*

The waveform of the voltage is considered as sinusoidal in IEC 571 if the largest deviation  $|a-b|$ , in figure 1 from the instantaneous value  $b$  of the fundamental wave does not exceed 10% of the crest value  $c$  of the fundamental wave. That is:

$$|a-b| \leq 0,10 c$$

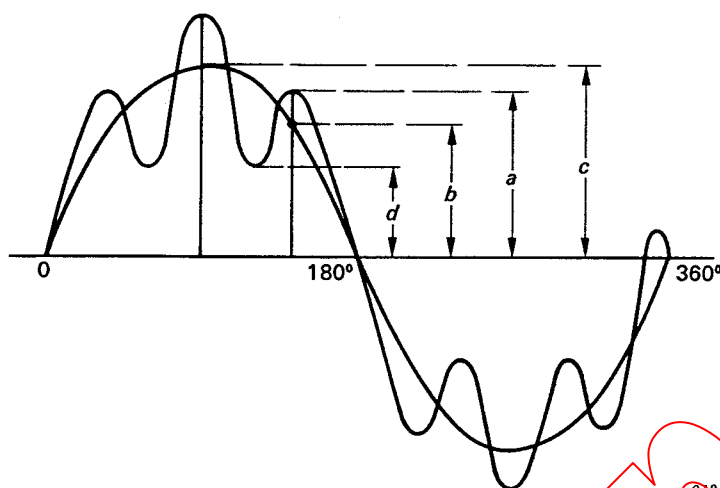


FIGURE 1

Etant donné la difficulté de mesurer directement  $b$ , il suffira, en pratique, de mesurer la valeur  $d$  qui représente avec  $a$  les valeurs minimale et maximale de l'onde réelle sur une variation immédiatement consécutive à la valeur de crête  $c$ . Il est alors admis que l'onde est sinusoïdale si l'on a:

$$|a-d| \leq 0,20 c$$

*Note.* — La déformation de l'onde fondamentale peut intervenir en tout point de la période comprise entre 0° et 360°. Cette forme d'onde peut présenter plusieurs passages à zéro.

### 3.2.3 Variations de la fréquence du réseau

Sauf spécification contraire, la fréquence du réseau peut varier:

- de 15 Hz à 17,5 Hz pour les réseaux à 16⅔ Hz;
- de 48 Hz à 51 Hz pour les réseaux à 50 Hz;
- de 58 Hz à 61 Hz pour les réseaux à 60 Hz.

Pour les autres fréquences, par exemple dans le cas d'alternateurs entraînés par des moteurs thermiques, les variations admissibles doivent être fixées par accord entre l'utilisateur et le constructeur.

## 3.3 Alimentation par dispositif potentiométrique relié à la ligne de contact

La tension nominale d'alimentation pour un équipement alimenté par un dispositif potentiométrique relié à la ligne de contact est égale à la tension délivrée par le dispositif potentiométrique à vide lorsque la tension de la ligne de contact est égale à sa valeur nominale.

Les valeurs minimale et maximale de la tension délivrée par le dispositif potentiométrique sous charge transitoire maximale seront indiquées au constructeur de l'équipement électronique.

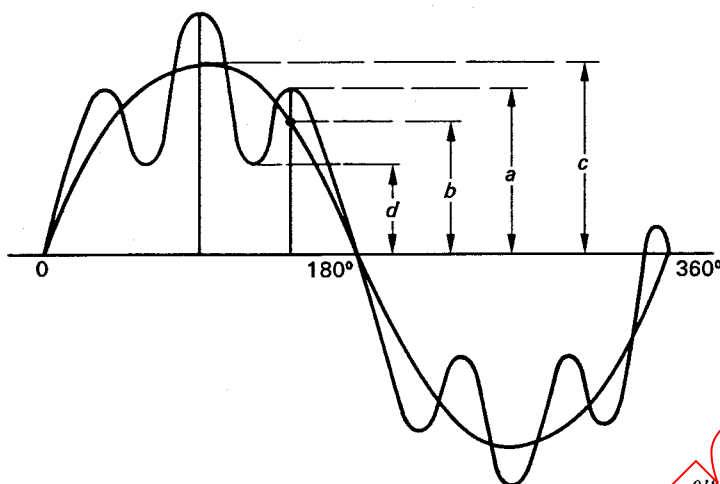


FIGURE 1

In view of the difficulty of measuring  $b$  directly, it will be sufficient in practice to measure the value  $d$  which represents with  $a$  the minimum and maximum values of the actual wave at a variation immediately following the crest value  $c$ . It is then assumed that the wave is sinusoidal if:

$$|a - d| \leq 0,20 c$$

*Note.* — Deformation of the fundamental waveform may occur at all points in the cycle lying between  $0^\circ$  and  $360^\circ$ . This waveform may include several passages through zero.

### 3.2.3 Variation of the system frequency

Unless otherwise specified, the system frequency may vary:

- from 15 Hz to 17,5 Hz for 16⅔ Hz systems;
- from 48 Hz to 51 Hz for 50 Hz systems;
- from 58 Hz to 61 Hz for 60 Hz systems.

For other frequencies, such as in the case of alternators driven by heat engines, permissible variations shall be defined by agreement between the user and the manufacturer.

### 3.3 Supply from a potentiometer device linked to the contact system

The nominal supply voltage for an equipment supplied with power by a potentiometer device linked to the contact system is equal to the voltage delivered by the potentiometer device on no-load, when the voltage of the contact system is equal to its nominal value.

The manufacturer of the electronic equipment shall be informed of the minimum and maximum values of the voltage delivered by the potentiometer device under maximum transient load.

### 3.3.1 Variations de la tension d'alimentation

Lorsque la tension d'alimentation dépend directement de celle d'une ligne de contact à courant continu, les limites supérieures et inférieures doivent correspondre aux variations de la tension du réseau (voir la CEI 850).

Dans le cas d'une ligne de contact à courant alternatif, voir 3.2.1 ci-dessus.

### 3.4 Alimentation par un groupe convertisseur tournant ou par un convertisseur statique

Pour un équipement alimenté à partir d'une source stabilisée, à partir d'un groupe convertisseur tournant moteur-générateur muni d'un régulateur ou à partir d'un convertisseur statique, les limites de variation de la tension d'alimentation, de la fréquence et de la forme d'onde de cette tension doivent être fixées par accord entre l'utilisateur et le constructeur.

### 3.5 Surtensions transitoires admissibles (non répétitives, soit avec un intervalle supérieur à 5000 fois la durée de la surtension)

L'équipement électronique doit pouvoir supporter, sans dommage ni fonctionnement anormal, des surtensions transitoires non répétitives, par rapport au potentiel zéro de l'alimentation, appliquées à ses points de liaison avec les circuits extérieurs, ayant des amplitudes  $\bar{U}$  conformes au tableau 1.

TABLEAU 1 – Surtensions transitoires admissibles

| Amplitude $\bar{U}$<br>(kV) | $D^{1)}$<br>( $\mu$ s) |
|-----------------------------|------------------------|
| 7,0                         | 0,1                    |
| 4,0                         | 1,0                    |
| 3,0                         | 5,0                    |
| 1,5                         | 50                     |
| 0,8                         | 100                    |

<sup>1)</sup>  $D$  = Temps pendant lequel la surtension dépasse la moitié de l'amplitude  $\bar{U}$ .

Dans les applications pratiques, on doit admettre des formes d'ondes telles que celle qui est représentée à la figure 2, fournies par une source de tension idéale en série avec une impédance de sortie résistive de 100  $\Omega$ .

Si l'équipement électronique n'est pas relié à la masse, la tension doit être mesurée en se référant au châssis du véhicule.

### 3.3.1 Variations of the supply voltage

When the supply voltage is directly dependent on the voltage of a d.c. contact system, the upper and lower limits shall correspond to the variations of the system voltage (see IEC 850).

In the case of an a.c. contact system, see 3.2.1 above.

### 3.4 Supply by a rotating set or a static convertor

In the case of equipment supplied with power from a stabilized source, from a rotating motor-generator set provided with a regulator or from a static convertor, the limits of variation of the supply voltage, the frequency and the waveform of this voltage shall be fixed by agreement between the user and the manufacturer.

### 3.5 Permitted transient surges (non-repetitive – that is, with an interval greater than 5000 times the duration of the surge)

The electronic equipment shall withstand, without damage or abnormal operation, transient non-repetitive surges, with respect to the zero potential of the supply, applied at the points of connection with external circuits, having  $\hat{U}$  amplitudes in accordance with table 1.

TABLE 1 – Permitted transient surges

| Amplitude<br>$\hat{U}$<br>(kV)                                                               | $D^{1)}$<br>( $\mu$ s) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 7,0                                                                                          | 0,1                    |
| 4,0                                                                                          | 1,0                    |
| 3,0                                                                                          | 5,0                    |
| 1,5                                                                                          | 50                     |
| 0,8                                                                                          | 100                    |
| <sup>1)</sup> $D$ = Time during which the overvoltage exceeds half the amplitude $\hat{U}$ . |                        |

For design purposes, the waveforms shall be considered to be as shown in figure 2, generated by an ideal voltage source, in series with a resistive output impedance of 100  $\Omega$ .

If the electronic equipment is not earthed, the voltage shall be measured with respect to the vehicle frame.

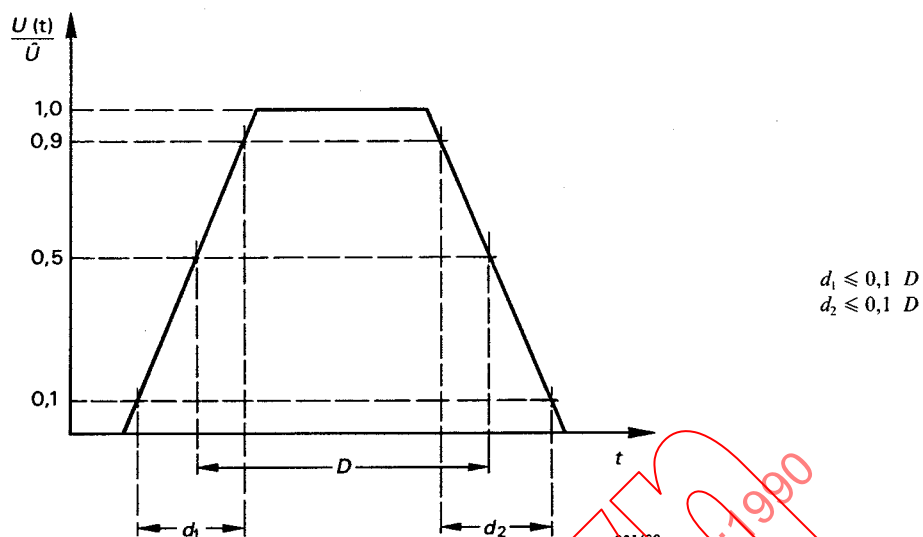


FIGURE 2

### 3.6 Installation

L'installation et la disposition des équipements à bord des véhicules doivent être déterminées selon accord entre le constructeur de l'équipement électronique, le constructeur du véhicule et l'utilisateur.

Compte tenu de son emplacement et de sa disposition dans le véhicule, l'équipement électronique doit être capable de fonctionner correctement malgré la neige (surtout poudreuse), la poussière, etc., auxquelles le matériel roulant peut normalement être exposé en service.

De plus, le fonctionnement de l'équipement électronique ne doit pas être influencé par les champs électromagnétiques existant à l'intérieur des véhicules, ni par des vibrations, chocs et secousses.

Il convient que l'alimentation de l'équipement soit, si possible, réalisée au moyen d'un conducteur distinct relié le plus directement possible à la source. Ce conducteur ne doit normalement servir qu'à l'alimentation de circuits électroniques.

Dans la mesure du possible, l'installation de l'équipement électronique doit être réalisée de façon à réduire l'effet des influences électriques extérieures. La protection à la source est recommandée si cette méthode ne présente pas d'inconvénients majeurs.

L'utilisateur indiquera au constructeur si un pôle de la batterie du véhicule possède une liaison avec la masse du châssis.

Enfin, si plusieurs constructeurs fournissent des équipements électroniques ayant des liaisons galvaniques communes, un potentiel de référence doit être fixé d'un commun accord entre l'utilisateur et les constructeurs.

### 3.7 Protection contre les courts-circuits

La source d'alimentation doit faire l'objet d'une protection individuelle contre les courts-circuits. Le type de protection employé doit faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

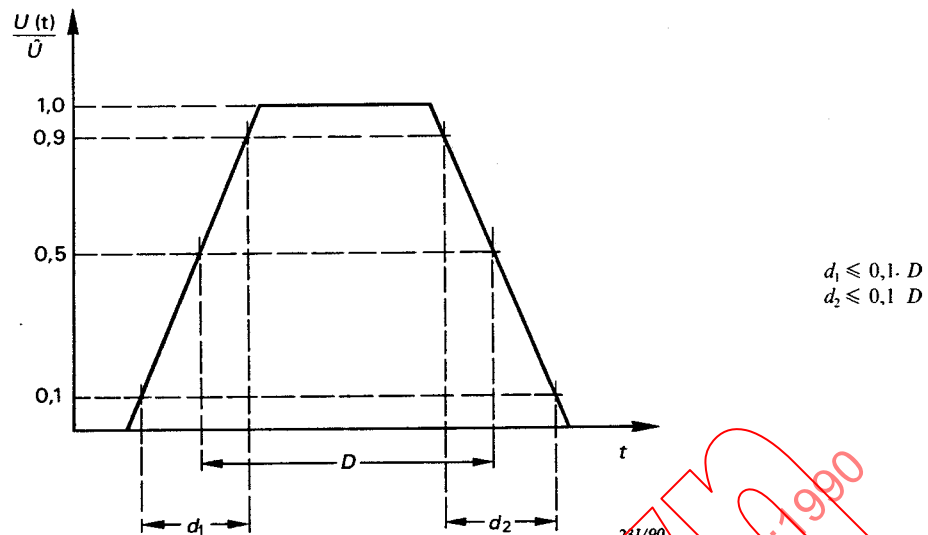


FIGURE 2

### 3.6 Installation

The installation and arrangement of equipment on the vehicles shall be determined by agreement between the manufacturer of the electronic equipment, the manufacturer of the vehicle and the user.

With due regard to its location and method of installation on the vehicle, the electronic equipment shall be capable of operating correctly in spite of snow (especially powdery snow), dust, etc., to which rolling stock can normally be exposed in service.

Moreover, operation of the electronic equipment shall not be influenced by electromagnetic fields present inside the vehicles, as well as vibrations, shocks and bumps.

The supply to the equipment should, if possible, be provided by a separate conductor connected as directly as possible to the source. This conductor should be used only for the supply to electronic circuits.

As far as possible, the installation of the electronic equipment should be arranged so as to reduce the effects of external electrical disturbances. Protection at the source is recommended if this method presents no major disadvantage.

The user will inform the manufacturer if one pole of the battery of the vehicle is earthed to the frame.

Finally, if several manufacturers supply electronic equipment having common direct connections, a reference potential shall be established by mutual agreement between the user and the manufacturers.

### 3.7 Protection against short circuits

The supply source shall be provided with its own protection against short circuits. The type of protection used shall be agreed between the user and the manufacturer.

## SECTION 4 — CATÉGORIES D'ESSAIS

*Note.* — Il est désirable de limiter l'exécution des essais coûteux à ceux qui sont nécessaires. La CEI 571-1 est conçue de telle façon que la plupart des essais peuvent normalement être effectués dans les ateliers du constructeur de l'équipement électronique, en accord avec les articles de la section cinq.

### 4.1 Catégories d'essais

Il existe trois catégories d'essais:

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

La différence entre ces trois catégories est faite au cours du texte.

### 4.2 Essais de type

Des essais de type doivent être effectués pour vérifier si un produit satisfait aux prescriptions spécifiées et convenues entre l'utilisateur et le constructeur.

Les essais de type doivent être exécutés sur un seul appareil d'un modèle et d'un procédé de fabrication donnés.

Si un équipement électronique complet, ou l'un de ses éléments constitutifs, est identique ou similaire à un appareil essayé antérieurement, le constructeur pourra présenter un procès-verbal des essais antérieurs, couvrant au minimum les exigences du contrat. Dans de tels cas, il n'est pas nécessaire, sauf convention contraire, de recommencer ces essais sur l'appareil considéré.

Certains de ces essais, ou tous ces essais, peuvent être répétés périodiquement sur des échantillons prélevés sur la production courante ou les livraisons courantes, selon accord entre l'utilisateur et le constructeur, de façon à confirmer que la qualité du produit est toujours conforme aux prescriptions spécifiées.

L'exécution des essais de type facultatifs (voir 5.1) n'est exigible que si elle est expressément spécifiée dans le contrat.

### 4.3 Essais de série

Des essais de série sont exécutés afin de vérifier que les propriétés d'un produit correspondent à celles mesurées lors de l'essai de type. Les essais de série sont exécutés par le constructeur en principe sur chacun des équipements complets du même type.

Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, celui-ci peut, en outre, contrôler, par échantillonnage en cours de fabrication, les résultats des essais de fabrication.

### 4.4 Essais d'investigation

Des essais d'investigation, qui ont pour but de donner des renseignements complémentaires sur les modalités d'utilisation de l'appareillage électronique, peuvent être organisés à la demande spéciale de l'utilisateur ou du constructeur. L'exécution de ces essais n'est exigible que si elle est spécifiée dans le contrat.

## SECTION 4 — CATEGORIES OF TESTS

*Note.* — It is advisable to confine the performance of costly tests to those which are necessary. IEC 571-1 is so structured that most of the tests can normally be carried out in the workshops of the electronic equipment manufacturer, in accordance with the clauses of section 5.

### 4.1 Categories of tests

There are three categories of tests:

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

The difference between these three categories of tests is explained in the text.

### 4.2 Type tests

Type tests shall be carried out to verify that a product will meet the requirements specified and agreed between the user and the manufacturer.

Type tests shall be performed on a single equipment of a given design and manufacturing procedure.

If a complete electronic equipment or an individual component of it is identical or similar to one tested previously, the manufacturer may supply a certificate of previous tests which shall cover at least the contract requirements. In such cases, it is not necessary, unless otherwise agreed, to repeat these tests on the unit under consideration.

Some or all of these tests may be repeated from time to time on samples drawn from current production or deliveries, according to an agreement between the user and the manufacturer, so as to confirm that the quality of the product still meets the requirements specified.

Optional type tests (see 5.1) shall be carried out only if they are explicitly specified in the contract.

### 4.3 Routine tests

Routine tests are carried out to verify that the properties of a product correspond to those measured during the type test. Routine tests shall be performed by the manufacturer in principle on each complete equipment of the same type.

After agreement between the user and the manufacturer, the user may also check the results of the production tests by taking samples during manufacture.

### 4.4 Investigation tests

Investigation tests, the object of which is to obtain additional information on methods of using the electronic equipment, may be arranged at the special request of the user or the manufacturer. The performance of these tests is required only if they are specified in the contract.

Les résultats des essais d'investigation ne sont pas opposables à l'acceptation du matériel et ne peuvent entraîner l'application de pénalités.

## SECTION 5 — ESSAIS

### 5.1 Liste des essais

Les essais à exécuter sur les dispositifs électroniques complets sont indiqués dans le tableau 2, qui précise également les numéros des articles auxquels il convient de se reporter.

TABLEAU 2 — Liste des essais

| Nature des essais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Articles       |                 |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Essais de type | Essais de série | Essais d'investigation |
| Essai de fonctionnement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.2            | 5.2             | —                      |
| Essai de rigidité diélectrique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5.3            | 5.3             | —                      |
| Essai de surtension                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5.4            | —               | —                      |
| Essai de refroidissement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5.5            | —               | —                      |
| Essai d'échauffement (chaleur sèche)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5.6            | —               | 5.6                    |
| Essai d'échauffement (chaleur humide*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.7            | —               | —                      |
| Essai en atmosphère corrosive*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5.8            | —               | —                      |
| Essai conjugué à la poussière, l'humidité et la chaleur*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5.9            | —               | —                      |
| Essai aux vibrations, chocs et secousses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5.10           | —               | 5.10                   |
| Essai d'étanchéité*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5.11           | 5.11            | —                      |
| *) Essai facultatif<br><b>NOTES</b><br>1 Avant l'exécution des essais mentionnés au tableau 2, les cartes imprimées doivent au préalable avoir subi les vérifications et essais suivants:<br>— sur toutes les cartes: contrôle optique des soudures;<br>— sur un certain nombre de cartes, par échantillonnage selon accord entre l'utilisateur et le constructeur: essai de rigidité diélectrique et essai de fonctionnement. Ce dernier peut être effectué au moyen d'un dispositif d'essai automatique.<br>2 L'utilisateur et le constructeur de l'équipement électronique doivent définir une décomposition de l'ensemble en sous-ensembles fonctionnels si les dimensions de l'équipement sont trop grandes pour les installations d'essais de température et de vibrations accessibles au constructeur.<br>Lors des essais aux températures extrêmes, il doit être tenu compte de l'interaction possible entre les sous-ensembles.<br>Quand les essais de vibrations sont effectués sur des sous-ensembles, il faut veiller à ce que soit conservé l'effet des dispositifs amortisseurs.<br>3 Pour des dispositifs électroniques produits en petite série, le programme des essais de type doit être fixé par accord entre l'utilisateur et le constructeur. |                |                 |                        |

### 5.2 Essai de fonctionnement

L'ensemble électronique ou, si nécessaire, ses sous-ensembles (voir l'article 5.1) doivent être soumis à un contrôle complet de leurs performances afin de déterminer si celles-ci correspondent au cahier des charges.

Les mesures doivent être effectuées à la température ambiante ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) du lieu d'essai.

The results of investigation tests may not be used as grounds for refusing acceptance of the equipment or to invoke penalties.

## SECTION 5 — TESTS

### 5.1 List of tests

The tests to be carried out on complete electronic devices are shown in the table 2, together with the clause numbers to which reference should be made.

TABLE 2. — List of tests

| Kind of test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Clause     |               |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Type tests | Routine tests | Investigation tests |
| Performance test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5.2        | 5.2           | —                   |
| Dielectric test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5.3        | 5.3           | —                   |
| Voltage surge test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5.4        | —             | —                   |
| Cooling test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5.5        | —             | —                   |
| Temperature-rise test (dry heat)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5.6        | —             | 5.6                 |
| Temperature-rise test (damp heat)*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5.7        | —             | —                   |
| Test in a corrosive atmosphere*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5.8        | —             | —                   |
| Combined dust, humidity and heat test*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5.9        | —             | —                   |
| Vibration, shock and bump test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5.10       | —             | 5.10                |
| Watertightness test*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.11       | 5.11          | —                   |
| <p>*) Optional test</p> <p>NOTES</p> <p>1 Before the tests mentioned in table 2 are carried out, printed circuit cards shall have undergone the following checks and tests:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— on all cards, visual check on soldering;</li> <li>— on a certain number of cards, by sampling as agreed between the user and the manufacturer: dielectric test and operational test. The latter may be carried out by means of an automatic testing device.</li> </ul> <p>2 The user and the manufacturer of the electronic equipment shall define a breakdown of the equipment into operational sub-assemblies, in the event of the dimensions of the equipment being too large for the temperature and vibration testing facilities available to the manufacturer.</p> <p>In the tests at extreme temperatures, the possible interaction between the sub-assemblies is to be taken into account.</p> <p>When vibration tests are carried out on sub-assemblies, care shall be taken to ensure that the effect of damping devices are taken into account.</p> <p>3 For electronic devices produced in small numbers, the programme of type tests shall be determined by agreement between the user and the manufacturer.</p> |            |               |                     |

### 5.2 Performance test

The electronic assembly or, if necessary, its sub-assemblies (see 5.1) shall be subjected to a complete examination of its performance in order to determine whether it corresponds to the specification.

Measurements shall be carried out at the ambient temperature ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) of the testing area.

### 5.3 Essai de rigidité diélectrique

L'essai est effectué sur la carte imprimée équipée (par échantillonnage, comme indiqué à la note 1 du tableau 2) afin de vérifier que les composants n'ont pas été montés à une distance trop faible des parties métalliques environnantes. Pour l'exécution de l'essai, la carte imprimée est connectée à son emplacement de fonctionnement. La tension d'essai, d'une fréquence nominale de 50 Hz ou 60 Hz, est appliquée pendant 1 min entre toutes les bornes court-circuitées de la carte imprimée et le châssis métallique de l'ensemble électronique. Pour les cartes munies d'un cadre-support métallique, la tension d'essai est également appliquée entre tous les contacts mis en court-circuit du connecteur et le cadre-support métallique.

La valeur efficace de la tension d'essai doit être de:

500 V pour des tensions nominales d'alimentation inférieures ou égales à 72 V;  
1000 V pour des tensions nominales d'alimentation comprises entre 72 V et 125 V.

L'essai est considéré comme satisfaisant si aucune décharge disruptive ni aucun amorçage ne se produisent.

L'essai de rigidité diélectrique de l'ensemble devant contenir les cartes imprimées équipées, ensemble constitué uniquement d'un châssis et de son câblage, doit être effectué conformément à l'article 24 de la CEI 77.

L'essai de rigidité diélectrique des éléments composant les circuits électroniques et reliés galvaniquement à un circuit à moyenne ou haute tension doit être effectué selon les règles de la CEI 77 en tenant compte des dispositifs de protection éventuels.

### 5.4 Essai de surtension

Toutes les bornes de l'équipement électronique qui seront, par leurs liaisons galvaniques, par couplage magnétique ou par couplage capacitif, en relation avec des circuits extérieurs susceptibles de produire des surtensions pouvant causer des avaries à cet équipement électronique, doivent être soumises à l'essai de surtension ci-dessous.

La surtension doit avoir la forme définie à l'article 3.5 et à la figure 2 et doit être appliquée aux points de liaison entre l'équipement électronique et les circuits extérieurs, l'appareil étant en service.

La surtension doit être appliquée dans les deux sens (en direct et en inverse).

En ce qui concerne les connexions d'alimentation, la surtension doit être superposée à la tension d'alimentation nominale préalablement appliquée à l'équipement soumis à l'essai.

Sauf convention différente entre l'utilisateur et le constructeur, les paramètres du signal doivent être les suivants:

$$\hat{U} = 1,5 \text{ kV} \pm 3\% \quad D = 50 \mu\text{s} \pm 20\%$$

$$\text{Impédance (résistive)} = 100 \Omega \pm 20\%$$

Comme variante à la forme d'onde définie en figure 2, l'essai de surtension peut être réalisé avec un circuit utilisant la décharge d'une capacité, la forme d'onde étant celle de la figure 3. Pour cette dernière forme d'onde, les paramètres correspondant à la forme d'onde de 1,5 kV, 50  $\mu\text{s}$ , définie plus haut, doivent être les suivants:

$$\hat{U} = 1,8 \text{ kV} \pm 3\% \quad D = 50 \mu\text{s} \pm 20\% \quad d = 1 \mu\text{s} \pm 20\%$$

$$\text{Impédance (résistive)} = 100 \Omega \pm 20\%$$

### 5.3 Dielectric test

The aim of the test to be carried out on the printed board assembly (by sampling, as indicated in note 1 of table 2) is to prevent the mounting of components too close to the surrounding metal parts. The test shall be carried out with the printed board connected in its place of operation. The test voltage, of a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz, shall be applied for 1 min between all the terminals with the printed board short-circuited, and the metal rack of the electronic assembly. For printed boards with a metallic supporting frame, the voltage test shall be carried out also between all short-circuited connections of the plug connector, and the metallic supporting frame.

The r.m.s. value of the test voltage shall be:  
 500 V for rated supply voltages up to and including 72 V;  
 1 000 V for rated supply voltages between 72 V and 125 V.

The test shall be considered as satisfactory if neither a disruptive discharge nor a flashover occurs.

The dielectric test on the assembly consisting only of a rack and its wiring, which is to contain the printed board assemblies, shall be carried out in accordance with clause 24 of IEC 77.

The dielectric test of elements forming electronic circuits connected directly to a medium or high-voltage circuit shall be carried out in accordance with the rules of IEC 77, with due regard to any protective devices.

### 5.4 Voltage surge test

All terminals of the electronic equipment which are directly connected, magnetically, or statically coupled to external circuits which are likely to produce voltage surges causing the risk of damage to the electronic equipment shall be subjected to the following voltage surge test.

The surge voltage shall have the waveform defined in clause 3.5 and figure 2 and shall be applied at the points of connection between the electronic equipment and external circuits, the equipment being in operation.

The surge voltage shall be applied in both directions (positive and negative).

In the case of power supply connections, the surge voltages shall be superimposed on the nominal supply voltage which shall first be applied to the equipment under test.

Unless otherwise agreed between the user and the manufacturer, the waveform parameters shall be as follows:

$$\hat{U} = 1,5 \text{ kV} \pm 3\% \quad D = 50 \mu\text{s} \pm 20\%$$

$$\text{Impedance (resistive)} = 100 \Omega \pm 20\%$$

As an alternative to the waveform defined in figure 2, the voltage surge test may be undertaken using a capacitor discharge circuit with a waveform as shown in figure 3. For this waveform the parameters corresponding to the 1,5 kV, 50  $\mu\text{s}$  waveform defined above shall be as follows:

$$\hat{U} = 1,8 \text{ kV} \pm 3\% \quad D = 50 \mu\text{s} \pm 20\% \quad d = 1 \mu\text{s} \pm 20\%$$

$$\text{Impedance (resistive)} = 100 \Omega \pm 20\%$$

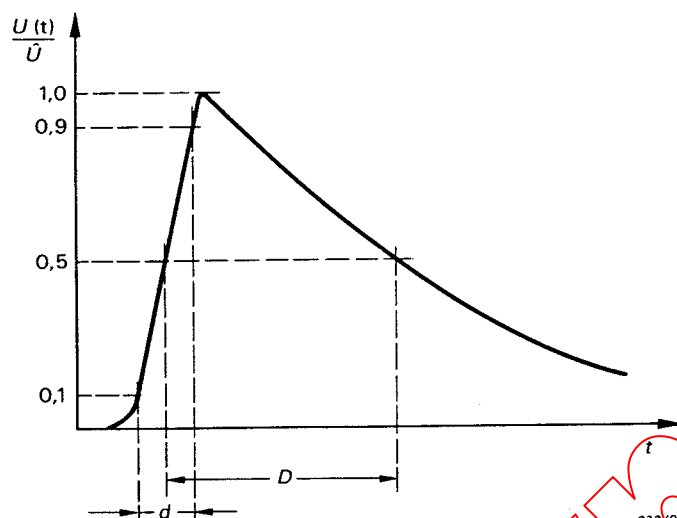


FIGURE 3

Le signal de la figure 3 peut être fourni par l'un des deux circuits représentés en figures 4 et 5. Dans chaque cas, la forme d'onde spécifiée doit être obtenue aux points de sortie du générateur de surtensions avec la charge déconnectée.

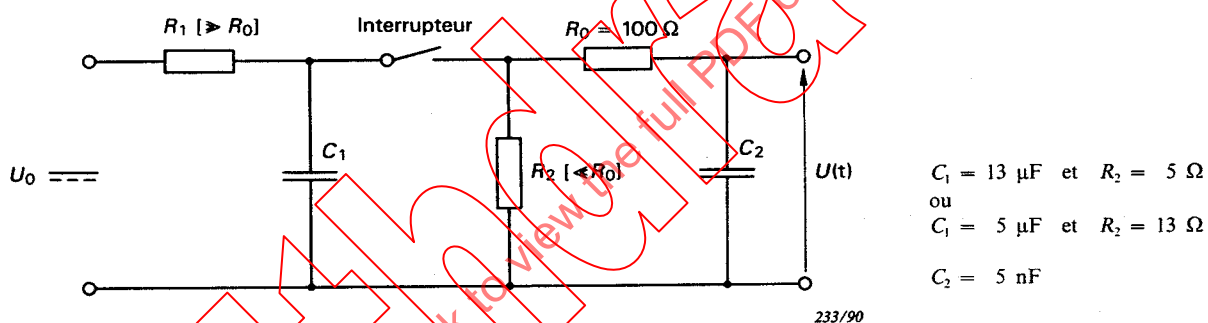
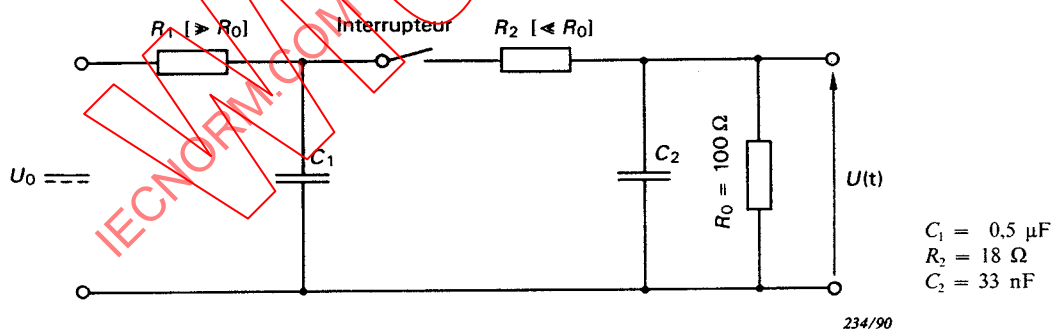


FIGURE 4



Note. — Pour obtenir la valeur de crête de l'onde de tension  $U(t)$  spécifiée dans le corps de texte, il y a lieu de charger le condensateur  $C_1$ , dans le cas du schéma de la figure 5, à une tension plus élevée que dans le cas du schéma de la figure 4.

FIGURE 5

L'essai est considéré comme satisfaisant si aucun dommage ni aucune perturbation dans son fonctionnement n'affecte l'appareil pendant et après l'essai de surtension.

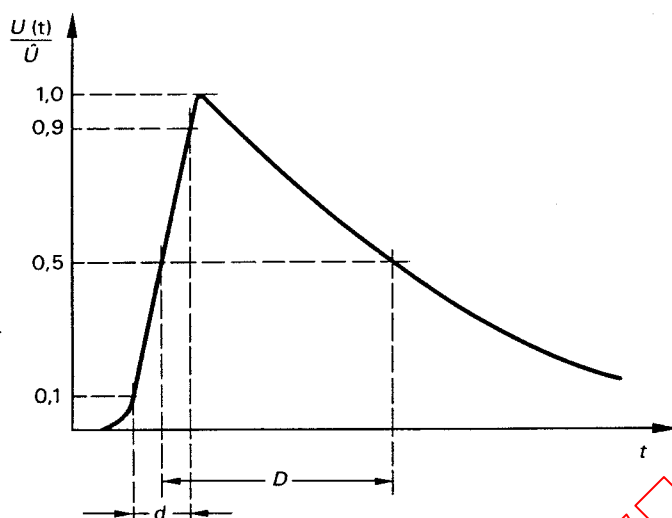


FIGURE 3

The waveform of figure 3 may be generated by either of the circuits shown in figures 4 and 5. In each case, the specified waveform shall be achieved at the output terminals of the surge generator with the load disconnected.

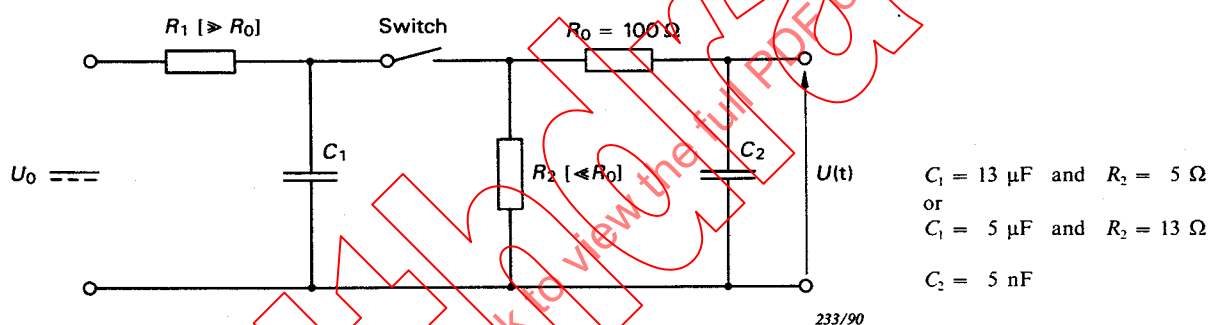
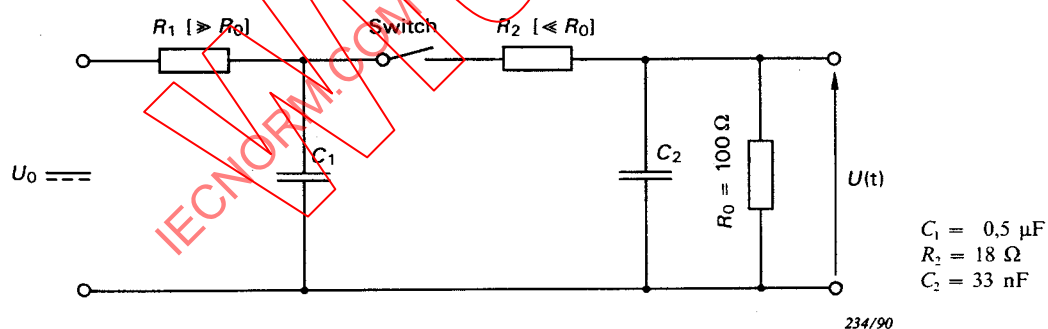


FIGURE 4



Note. — To obtain the peak value of the voltage wave  $U(t)$  stated in the text, it is necessary to charge  $C_1$  to a higher voltage for the circuit of figure 5 than in the case of figure 4.

FIGURE 5

The test shall be considered as satisfactory if the equipment continues to operate without malfunction or damage both during and following application of the voltage surge.

### 5.5 Essai de refroidissement

L'ensemble électronique est placé, hors tension, dans une chambre dont la température est abaissée progressivement de la température ambiante ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) à  $-25^{\circ}\text{C}$  ou à la température la plus basse convenue (voir l'article 2.2), en un temps égal ou supérieur à  $\frac{1}{2}$  h.

L'ensemble est maintenu durant 2 h à la basse température avec une tolérance de  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ , cette période débutant à partir de l'instant où la température à l'intérieur de l'enceinte thermique, déterminée par plusieurs sondes, devient uniforme.

A la fin de cette période, on procède à un essai de fonctionnement (voir l'article 5.2) en maintenant l'équipement à la basse température.

### 5.6 Essai d'échauffement (chaleur sèche)

L'ensemble électronique, normalement alimenté, est placé dans une chambre dont la température est élevée progressivement de la température ambiante ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) à  $70^{\circ}\text{C}$  ou à la température la plus élevée convenue (voir 2.1.2 et article 2.2), avec une tolérance de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , en un temps égal ou supérieur à  $\frac{1}{2}$  h.

L'ensemble doit être maintenu durant 6 h à cette température, avec une tolérance de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , cette période débutant à partir de l'instant où la température à l'intérieur de la chambre, déterminée par plusieurs sondes, devient uniforme (écart de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  au voisinage de  $70^{\circ}\text{C}$  ou de la température convenue).

A la fin de cette période, on procède à un essai de fonctionnement (voir l'article 5.2).

A titre d'essai d'investigation, on pourra procéder à l'élévation de la température – l'échauffement et la durée de l'essai étant fixés selon accord entre l'utilisateur et le constructeur – afin de déterminer la température limite entraînant la défaillance irréversible ou la destruction de l'équipement. Au cours de cet essai, on cherchera à déterminer la température limite conduisant à une défaillance de l'équipement, cette défaillance s'éliminant lors de l'abaissement de la température.

### 5.7 Essai d'échauffement (chaleur humide)

L'ensemble électronique est placé, hors tension, dans une chambre dont la température est élevée de la température ambiante ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) jusqu'à  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  en un temps compris entre  $1\frac{1}{2}$  h et  $2\frac{1}{2}$  h, l'humidité relative restant alors comprise entre 80% et 100%.

La température doit ensuite rester pendant 10 h comprise dans les limites de  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  avec une humidité relative de 95% à 100%.

A la fin de cette période, la température est abaissée jusqu'à la température ambiante ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ), en un temps de 3 h, l'humidité relative restant comprise entre 80% et 100%.

Après ce cycle, on procède à un essai de fonctionnement (voir l'article 5.2) et à un essai de rigidité diélectrique (voir l'article 5.3).

Ces essais ne doivent débiter que lorsque la température à l'intérieur de la chambre, déterminée par plusieurs sondes, est devenue uniforme (écart de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  au voisinage de la température ambiante).

### 5.5 Cooling test

The electronic assembly is placed, without any voltage applied, in a room where the temperature is progressively lowered from the ambient temperature ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) to  $-25^{\circ}\text{C}$ , or to the lowest agreed temperature (see clause 2.2), over a period of time equal to or greater than  $\frac{1}{2}$  h.

The assembly is kept for 2 h at the low temperature with a tolerance of  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ , this period starting from the time when the temperature on the inside of the thermal enclosure, determined by several detectors, is uniform.

At the end of this period, a performance test (see clause 5.2) is carried out, keeping the equipment at the low temperature.

### 5.6 Temperature-rise test (dry heat)

The electronic assembly, normally supplied with power, is placed in a room where the temperature is progressively raised from the ambient temperature ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) to  $70^{\circ}\text{C}$  or to the highest agreed temperature (see 2.1.2 and clause 2.2), with a tolerance of  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , over a period of time equal to or greater than  $\frac{1}{2}$  h.

The assembly shall be kept for 6 h at this temperature, with a tolerance of  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , this period starting from the time when the temperature inside the chamber, determined by several detectors, is uniform (deviating by  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  in the region of  $70^{\circ}\text{C}$  or of the agreed temperature).

At the end of this period, a performance test is carried out (see clause 5.2).

As an investigation test, the temperature may be raised – the temperature rise and duration of the test being laid down in accordance with an agreement between the user and the manufacturer – in order to determine the limit temperature resulting in irreversible failure or destruction of the equipment. During this test, attempts are made to determine the limiting temperature at which the equipment fails, this failure being eliminated when the temperature is lowered.

### 5.7 Temperature-rise test (damp heat)

The electronic assembly is placed, with no voltage applied, in a chamber where the temperature is raised from the ambient temperature ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ) up to  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  over a period of time between  $1\frac{1}{2}$  h and  $2\frac{1}{2}$  h, the relative humidity then being between 80% and 100%.

The temperature is then maintained for 10 h within the limits of  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , with a relative humidity of 95% to 100%.

At the end of this time, the temperature is lowered to the ambient temperature ( $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ), over a period of 3 h, the relative humidity being between 80% and 100%.

After this cycle, a performance test (see clause 5.2) and a dielectric test (see clause 5.3) are carried out.

These tests are not begun until the temperature inside the chamber, determined by several detectors, is uniform (deviating by  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  in the region of the ambient temperature).