

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 348

Première édition — First edition

1971

Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques

Safety requirements for electronic measuring apparatus



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60348:1971

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 348

Première édition — First edition

1971

Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques

Safety requirements for electronic measuring apparatus



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	10
SECTION DEUX — TERMINOLOGIE	
3. Appareil	10
4. Eléments et accessoires	10
5. Grandeurs électriques	12
6. Termes relatifs à la construction	14
7. Essais	14
8. Termes relatifs à la sécurité	14
SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	
9. Objet de la présente recommandation	18
10. Exemptions de la présente recommandation	18
SECTION QUATRE — GÉNÉRALITÉS SUR LES ESSAIS	
11. Conduite des essais	20
12. Conditions de référence pour les essais	20
13. Fonctionnement anormal	22
SECTION CINQ — MARQUES ET INDICATIONS	
14. Généralités	22
15. Identification	24
16. Symboles d'avertissement	24
17. Alimentation	24
18. Dispositifs de connexion extérieure et dispositifs de manœuvre	26
19. Appareils de la classe II	28
SECTION SIX — EMANATIONS ET RAYONNEMENTS DANGEREUX	
20 - 24.	28
SECTION SEPT — ÉCHAUFFEMENT	
25. Généralités	30
26. Températures admissibles	30
27. Conservation des qualités de l'isolation	30
28. Robustesse mécanique à des températures élevées	30
SECTION HUIT — IMPLOSION ET EXPLOSION	
29. Implosion	34
30. Explosion	34
SECTION NEUF — RISQUES DE CHOCs ÉLECTRIQUES	
31. Parties accessibles	34
32. Parties dangereuses au toucher	34
33. Extérieur de l'appareil	36
34. Après enlèvement des parties amovibles	40
35. Prescriptions relatives à la construction	40
36. Parties en liaison conductrice directe avec le réseau	48
37. Préconditionnement hygroscopique et règles concernant l'isolation	48
38. Courant de fuite	54
SECTION DIX — ESSAIS DANS LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT ANORMAL	
39 - 40.	56
41.	58

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	9
2. Object	11
SECTION TWO — DEFINITIONS	
3. Apparatus	11
4. Parts and accessories	11
5. Electrical quantities	13
6. Constructional terms	15
7. Tests	15
8. Safety terms	15
SECTION THREE — GENERAL REQUIREMENTS	
9. Object of this Recommendation	19
10. Exemptions from this Recommendation	19
SECTION FOUR — GENERAL INDICATIONS REGARDING TESTS	
11. Conduct of tests	21
12. Reference conditions for test purposes	21
13. Fault conditions	23
SECTION FIVE — MARKING	
14. General	23
15. Identification	25
16. Warning symbols	25
17. Mains supply	25
18. Terminals and operating devices	27
19. Safety Class II apparatus	29
SECTION SIX — HAZARDS FROM EMANATIONS	
20 - 24.	29
SECTION SEVEN — HEATING	
25. General	31
26. Permissible temperatures	31
27. Preservation of insulation	31
28. Mechanical strength at elevated temperatures	31
SECTION EIGHT — IMPLOSION AND EXPLOSION	
29. Implosion	35
30. Explosion	35
SECTION NINE — ELECTRIC SHOCK HAZARD	
31. Accessible parts	35
32. Live parts	35
33. Exterior of the apparatus	37
34. After removal of detachable parts	41
35. Constructional requirements	41
36. Parts directly connected to the supply mains	49
37. Moisture treatment and requirements for insulation	49
38. Leakage current	55
SECTION TEN — TESTING UNDER FAULT CONDITIONS	
39 - 40.	57
41.	59

Articles	SECTION ONZE — ROBUSTESSE MÉCANIQUE	Pages
42.		60
43.		60
44 - 47.		62

SECTION DOUZE — RÉSISTANCE MÉCANIQUE A LA CHALEUR

SECTION TREIZE — COMPOSANTS, PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

48. Résistances et inductances	62
49. Condensateurs	64
50. Moteurs	64
51. Interrupteurs d'alimentation	66
52. Interrupteurs de sécurité	66
53. Fusibles et dispositifs d'interruption	66
54. Batteries	68
55. Adaptateurs de tension	68
56. Connexions et fixations à vis	68

SECTION QUATORZE — COMPOSANTS, RÈGLES SPÉCIALES POUR LES APPAREILS DE LA CLASSE II

SECTION QUINZE — DISPOSITIFS DE CONNEXION EXTÉRIEURE

57. Bornes accessibles	70
58. Bornes de terre	72
59.	72

SECTION SEIZE — CÂBLES DE RACCORDEMENT EXTÉRIEUR

60.	72
61. Connexion des câbles de raccordement extérieur	74

ANNEXE A — Explications concernant les classes de sécurité	76
--	----

ANNEXE B — Index alphabétique	82
---	----

ANNEXE C — Liste des essais	86
---------------------------------------	----

ANNEXE D — Publications de la CIEI auxquelles il est fait référence dans la présente recommandation	92
---	----

FIGURES	94
-------------------	----

Note. — Dans la présente recommandation, on utilise les caractères d'imprimerie suivants :

- Prescriptions proprement dites: caractères romains.
- *Modalités d'essais et en-têtes*: caractères italiques.
- Commentaires: petits caractères romains.

Clause	SECTION ELEVEN — MECHANICAL STRENGTH	Page
42.		61
43.		61
44 - 47.		63

SECTION TWELVE — MECHANICAL RESISTANCE TO HEAT

SECTION THIRTEEN — COMPONENTS, GENERAL REQUIREMENTS

48. Resistors and inductors	63
49. Capacitors	65
50. Motors	65
51. Mains switches	67
52. Safety switches	67
53. Fusing and interrupting devices	67
54. Batteries	69
55. Voltage setting devices	69
56. Screw connections and fixings	69

SECTION FOURTEEN — COMPONENTS, SPECIAL REQUIREMENTS FOR SAFETY CLASS II APPARATUS

SECTION FIFTEEN — TERMINAL DEVICES

57. Accessible terminals	71
58. Earth terminals	73
59.	73

SECTION SIXTEEN — EXTERNAL CORDS

60.	73
61. Connection of external cords	75

APPENDIX A — Explanations on safety classification	77
--	----

APPENDIX B — Alphabetical index	83
---	----

APPENDIX C — List of tests	87
--------------------------------------	----

APPENDIX D — IEC Publications to which reference is made in this Recommendation	93
---	----

FIGURES	94
-------------------	----

Note. — In this Recommendation the following print types are used :

- Requirements proper: in roman type.
- *Test specifications and headings: in italic type.*
- Explanatory matter: in smaller roman type.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÈGLES DE SÉCURITÉ POUR LES APPAREILS
DE MESURE ÉLECTRONIQUES**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité 13C : Appareils de mesure électroniques, du Comité d'Etudes N° 13 de la CEI : Appareils de mesure, et a été complétée par le Comité d'Etudes N° 66 de la CEI : Equipement électronique de mesure.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à La Haye en 1965. Le projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1969.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Suisse
Hongrie	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC
MEASURING APPARATUS**

FOREWORD

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

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 13C, Electronic Measuring Instruments, of IEC Technical Committee No. 13, Measuring Instruments, and completed by IEC Technical Committee No. 66, Electronic Measuring Equipment.

A first draft was discussed at the meeting held in The Hague in 1965. The final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication :

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Poland
Denmark	Romania
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

RÈGLES DE SÉCURITÉ POUR LES APPAREILS DE MESURE ÉLECTRONIQUES

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente recommandation est applicable aux appareils suivants :
- appareils de mesure électroniques ;
 - accessoires utilisés avec les appareils de mesure électroniques, y compris les appareils auxiliaires et les alimentations ;
 - accessoires électroniques d'appareils de mesure non électroniques.
- 1.2 La présente recommandation est applicable aux appareils destinés à être utilisés à l'intérieur, à des températures comprises entre 0 °C et 35 °C, à des altitudes jusqu'à 2 000 m et pour une humidité relative allant jusqu'à 80% (pour les appareils tropicalisés, la température peut aller jusqu'à 45 °C et l'humidité relative jusqu'à 95%). Pour les appareils destinés à être utilisés dans des conditions climatiques ou mécaniques extrêmes ou à des emplacements particuliers, tels que les mines de charbon ou les aéronefs, ainsi que pour les appareils protégés contre les chutes d'eau verticales et les projections d'eau, des règles différentes ou des exigences supplémentaires peuvent être applicables.
- Les valeurs spécifiées dans le présent paragraphe ne constituent pas des définitions de climats tempérés ou tropicaux. Toutefois, étant donné que les règles de sécurité dépendent des exigences climatiques, ces valeurs indiquent les conditions dans lesquelles un appareil conçu et essayé conformément à la présente recommandation fonctionne de façon sûre.
- 1.3 Pour les appareils de mesure électroniques utilisés en médecine, des règles supplémentaires peuvent être applicables.
- 1.4 Pour les appareils de mesure électroniques utilisés en relation avec les rayonnements ionisants, des prescriptions supplémentaires sont spécifiées dans la publication de la CEI traitant de la sécurité contre les rayonnements ionisants.
- Cette publication est en préparation.
- 1.5 La présente recommandation peut ne pas être appropriée :
- a) à certains types d'appareils indicateurs à action directe et à certains types d'appareils enregistreurs ou à des parties de ces appareils, énumérés à l'article 10, dans les conditions qui y sont spécifiées ;
 - b) aux appareils conçus pour une tension nominale d'alimentation supérieure à :
 - 480 V (valeur efficace) entre phases, dans le cas des appareils alimentés en courant triphasé
 - 250 V (valeur efficace) dans tous les autres cas ;
 - c) aux appareils électroniques dont la fonction de mesure est utilisée exclusivement pour la commande.
- 1.6 La présente recommandation ne concerne que la sécurité, à l'exclusion des autres caractéristiques des appareils de mesure électroniques (voir section trois).
- 1.7 Dans la présente recommandation :
- a) le terme « appareil » s'applique à tout appareil ou accessoire spécifié au paragraphe 1.1 ;

SAFETY REQUIREMENTS FOR ELECTRONIC MEASURING APPARATUS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

1.1 This Recommendation applies to the following apparatus :

- electronic measuring apparatus ;
- accessories used with electronic measuring apparatus including auxiliary apparatus and power supplies ;
- electronic accessories for non-electronic measuring instruments.

1.2 This Recommendation applies to apparatus for indoor use at temperatures from 0 °C to 35 °C, at altitudes up to 2 000 m, and at a relative humidity up to 80% (tropicalized apparatus up to 45 °C and a relative humidity up to 95%). For apparatus to be used under extreme climatic or mechanical conditions or in special areas, e.g. coal mines or aircraft, also to drip-proof or splash-proof apparatus, different or additional requirements may apply.

The values specified in this Sub-clause are not intended to constitute definitions of temperate or tropical climates. However, as safety requirements depend upon the climatic demands, they indicate the conditions of safe operation of apparatus designed and tested according to this Recommendation.

1.3 For electronic measuring apparatus for medical application, additional requirements may apply.

1.4 For electronic measuring apparatus used in connection with ionizing radiation, additional requirements are contained in the IEC Publication dealing with the safety requirements for protection against ionizing radiations.

This Publication is in preparation.

1.5 This Recommendation may not be appropriate for :

- a) some types of direct indicating instruments and some types of recording instruments, or parts of them, as listed, and under the conditions indicated, in Clause 10 ;
- b) apparatus designed for a rated supply voltage exceeding :
 - 480 V (r.m.s.) between phases in the case of apparatus for three-phase supply
 - 250 V (r.m.s.) in all other cases ;
- c) electronic apparatus whose measuring function is used exclusively for control purposes.

1.6 This Recommendation is concerned with safety only and not with the other properties of electronic measuring apparatus (see Section Three).

1.7 Throughout this Recommendation :

- a) the term “apparatus” is used to cover any apparatus or accessories specified in Sub-clause 1.1 ;

- b) sauf spécification contraire, les termes tension et courant s'appliquent à des valeurs efficaces ou en courant continu ;
- c) se reporter à l'annexe D pour les titres complets des publications de la CEI.

2. **Objet**

La présente recommandation a pour objet :

- de spécifier les prescriptions auxquelles doivent satisfaire les appareils de mesure électroniques pour que la protection des personnes soit assurée raisonnablement et que l'appareil ne soit pas la cause de dommages dans le milieu environnant ;
- de spécifier les méthodes d'essai nécessaires à la vérification de la concordance des qualités des appareils avec ces prescriptions ;
- de définir la terminologie relative aux problèmes de sécurité.

La sécurité des appareils peut aussi dépendre de leur adaptation aux installations du lieu d'utilisation. Pour d'autres explications, voir l'annexe A.

SECTION DEUX — TERMINOLOGIE

Les définitions ci-après sont applicables dans le cadre de la présente recommandation.

3. **Appareil**

3.1 *Appareil de mesure électronique*

Appareil qui, au moyen de dispositifs électroniques incorporés, sert à mesurer ou à observer des grandeurs, ou à fournir des grandeurs électriques pour la mesure.

Les dispositifs électroniques sont des éléments ou assemblages d'éléments utilisant la conduction par des électrons ou des trous dans les semi-conducteurs, les gaz ou le vide.

3.2 *Appareil auxiliaire*

Appareil qui est utilisé pour la mesure mais qui n'est pas un appareil de mesure proprement dit.

Exemples : amplificateur de mesure, diviseur de fréquence.

3.3 *Appareil d'alimentation*

Appareil qui reçoit l'énergie d'une source d'alimentation électrique, généralement du réseau, et la distribue, sous une forme modifiée, à un ou plusieurs autres appareils.

3.4 *Appareil fixe*

Appareil destiné à rester fixé en permanence sur un support.

3.5 *Appareil portatif*

Appareil conçu spécialement pour être aisément porté à la main.

4. **Éléments et accessoires**

4.1 *Dispositif de connexion extérieure*

Partie de l'appareil destinée à assurer une liaison avec des conducteurs extérieurs ou d'autres appareils ; elle peut comporter plusieurs contacts.

- b) the terms voltage and current indicate r.m.s. or d.c. values unless otherwise specified ;
- c) reference should be made to Appendix D for the full titles of IEC Publications.

2. Object

The object of this Recommendation is to specify requirements for electronic measuring apparatus so as :

- to ensure reasonable personal protection and protection of the surrounding area against damage ;
- to specify the test methods for showing compliance with these requirements ;
- to specify the terminology used for dealing with safety matters.

The safety of apparatus may also depend upon matching its design to the installations of the location where it is used. For further explanations, see Appendix A.

SECTION TWO — DEFINITIONS

The following definitions apply for the purpose of this Recommendation.

3. Apparatus

3.1 *Electronic measuring apparatus*

Apparatus which, by means of incorporated electronic devices, serves to measure or to observe quantities, or to supply electrical quantities for measuring purposes.

Electronic devices are parts or assemblies of parts which use electron or hole conduction in semi-conductors, gases, or in vacuum.

3.2 *Auxiliary apparatus*

Apparatus which is used for measurement purposes but which is not itself measuring apparatus.

Examples : measuring amplifier, frequency divider.

3.3 *Supply apparatus*

Apparatus which takes energy from an electrical supply source, in general from the supply mains, and supplies it, in a modified form, to one or more other apparatus.

3.4 *Fixed apparatus*

Apparatus designed to remain permanently fixed to a supporting device.

3.5 *Portable apparatus*

Apparatus specifically designed to be carried easily by hand.

4. Parts and accessories

4.1 *Terminal device*

A part of the apparatus by which connection is made to external conductors or other apparatus ; it may contain several terminal contacts.

4.2 *Borne de terre de mesure*

Borne reliée directement à un point du circuit de mesure ou de commande ou à une partie utilisée comme écran, destinée à être mise à la terre dans des buts de mesure.

Dans le cas d'appareils autres que de mesure, cette borne est habituellement dénommée « borne de terre fonctionnelle ».

4.3 *Borne de terre de protection*

Borne connectée aux parties métalliques de l'appareil à des fins de sécurité.

Cette borne est destinée à être reliée à un système de protection extérieur.

Dans certains pays, une connexion à un circuit de protection ou au neutre est jugée équivalente à la mise à la terre.

4.4 *Limiteur de température*

Dispositif destiné à empêcher le maintien de températures excessives dans certaines parties de l'appareil, en mettant ces parties hors tension.

4.5 *Interrupteur de sécurité*

Dispositif destiné à mettre l'appareil hors tension lorsque des parties susceptibles d'être dangereuses au toucher deviennent accessibles.

4.6 *Dispositif de commande à distance*

Dispositif destiné à actionner un appareil à distance.

4.7 *Tiroir*

Partie amovible d'un appareil, connectable au moyen de prises et de fiches, destinée à remplir une fonction particulière ou à permettre un type particulier de mesure.

5. **Grandeurs électriques**

5.1 *Valeur nominale*

Valeur (ou l'une des valeurs) d'une grandeur qui figure dans la désignation de l'appareil.

5.2 *Tension du circuit de mesure*

Tension entre deux bornes d'un circuit de mesure ou entre l'une de ces bornes et la terre.

5.3 *Réseau de distribution d'énergie (réseau)*

Source d'énergie ne servant pas exclusivement à l'alimentation du matériel consistant soit en un seul appareil, soit en une combinaison (par exemple, dans un bâti) de plusieurs appareils tels que ceux mentionnés au paragraphe 1.1.

5.4 *Tension nominale d'alimentation*

Tension d'alimentation (tension entre phases dans le cas du courant triphasé) pour laquelle le constructeur a conçu l'appareil.

5.5 *Très basse tension de sécurité*

Tension nominale ne dépassant pas 42 V entre conducteurs, ou, dans le cas d'un circuit triphasé, ne dépassant pas 24 V entre phase et neutre.

Si une très basse tension de sécurité est obtenue à partir d'une alimentation à tension plus élevée, elle doit être fournie par l'intermédiaire d'un transformateur de sécurité ou d'un convertisseur à enroulements séparés.

Les limites de tension ci-dessus supposent que le transformateur de sécurité est alimenté à sa tension nominale.

Les valeurs des limites supérieures de la très basse tension sont celles qui ont été soumises à l'examen du Comité Consultatif de la CEI pour les questions de sécurité (ACOS). La question étant encore à l'étude, des valeurs similaires, spécifiées dans les normes nationales, peuvent également être utilisées.

4.2 *Measuring earth terminal*

A terminal directly connected to a point of a measuring or control circuit or to a screening part which is intended to be earthed for measurement purposes.

For other than measuring equipment, this terminal is often termed a “functional earth terminal”.

4.3 *Protective earth terminal*

A terminal connected to metal parts of an apparatus for safety purposes.

This terminal is intended to be connected to an external protective system.

As an equivalent to earthing, a connection to a protective circuit or the neutral is allowed in some countries.

4.4 *Thermal release*

A device which prevents the maintenance of excessively high temperature in certain parts of the apparatus by disconnecting those parts from their supply.

4.5 *Safety switch*

A device which interrupts the supply when access is given to parts which would be live.

4.6 *Remote control device*

A device for controlling an apparatus from a distance.

4.7 *Plug-in unit*

A removable part of an apparatus, connected by plug and socket connection, used to provide for a particular function or type of measurement.

5. **Electrical quantities**

5.1 *Rated value*

The value (or one of the values) of a quantity which occurs in the designation of the apparatus.

5.2 *Measuring circuit voltage*

The voltage either across two terminals of a measuring circuit or between one of these terminals and earth.

5.3 *Supply mains*

Any power source which is not used solely to supply the equipment consisting of either one apparatus or a combination (e.g. in a rack) of several apparatus as specified in Sub-clause 1.1.

5.4 *Rated supply voltage*

The supply voltage (for three-phase supply, the line-to-line voltage) for which the manufacturer has designed the apparatus.

5.5 *Safety extra-low voltage*

A nominal voltage not exceeding 42 V between conductors, or, in the case of three-phase circuits, not exceeding 24 V between conductors and neutral.

When safety extra-low voltage is obtained from supply mains of higher voltage, it is through a safety (isolation) transformer or a convertor with separate windings.

The voltage limits are based on the assumption that the safety transformer is supplied at its rated voltage.

The values of the upper limits of extra-low voltage are those which are being considered by the Advisory Committee on Safety (ACOS) of the IEC. While the matter is still under consideration, similar values specified in National Standards may be used as well.

5.6 *Forme d'onde pratiquement sinusoïdale*

Forme d'onde dont le facteur de distorsion ne dépasse pas 5%

6. **Termes relatifs à la construction**

6.1 *Distance dans l'air*

Distance la plus courte, mesurée dans l'air, entre deux parties conductrices.

6.2 *Ligne de fuite*

Distance la plus courte, mesurée sur la surface de l'isolant, entre les parties conductrices.

6.3 *A la main*

Signifie que la manœuvre ne nécessite pas l'emploi d'un outil, pièce de monnaie ou de tout autre objet.

7. **Essais**

7.1 Les *essais de type* d'un appareil sont constitués par l'ensemble des essais à effectuer sur un nombre de spécimens représentatifs du type, afin de déterminer si un constructeur peut être considéré comme capable de fabriquer des appareils conformes à la présente recommandation.

7.2 Les *essais individuels* sont les essais effectués sur tous les appareils d'une fourniture.

8. **Termes relatifs à la sécurité**

8.1 *Partie accessible*

Partie avec laquelle le doigt d'épreuve normalisé peut entrer en contact (voir article 31).

Toute zone accessible d'une partie non conductrice est considérée comme recouverte d'une couche conductrice (voir paragraphe 35.4 b).

8.2 *Partie dangereuse au toucher*

Partie dont le contact est susceptible de provoquer un choc électrique appréciable (voir article 32).

8.3 *Partie en liaison conductrice directe avec le réseau*

Partie d'un appareil qui est en liaison électrique avec le réseau, la liaison étant telle qu'en reliant cette partie à l'un des pôles du réseau, on provoquerait dans cette liaison le passage d'un courant supérieur ou égal à 9 A, l'appareil n'étant pas relié à la terre.

On admet qu'un courant de 9 A correspond au courant minimal de fusion d'un fusible de 6 A.

Lors de la détermination des parties qui sont en liaison conductrice directe avec le réseau, les fusibles de l'appareil ne sont pas mis en court-circuit.

8.4 *Partie en liaison conductrice avec le réseau (avec les circuits de mesure ou de commande)*

Partie d'un appareil qui est en liaison électrique avec le réseau (avec les circuits de mesure ou de commande), cette liaison étant telle qu'en connectant une résistance de 2 000 Ω entre cette partie et l'un quelconque des pôles du réseau (des circuits de mesure ou de commande), on obtienne dans cette résistance un courant supérieur à 0,7 mA (valeur de crête), l'appareil n'étant pas relié à la terre.

L'égalité des potentiels d'une partie de l'appareil et d'un point de masse des circuits de mesure ou de commande ne suffit pas pour permettre de considérer qu'une liaison conductrice existe entre eux, dans le cadre de cette définition.

5.6 *Substantially sinusoidal waveform*

A waveform with a distortion factor not exceeding 5%

6. **Constructional terms**

6.1 *Clearance*

The shortest distance, measured in air, between conductive parts.

6.2 *Creepage distance*

The shortest distance, measured over the surface of insulation, between conductive parts.

6.3 *By hand*

Denotes that an operation does not require the use of a tool, coin or any other object.

7. **Tests**

7.1 The *type test* of apparatus is the complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer can be considered able to produce apparatus meeting this Recommendation.

7.2 *Routine tests* are those tests which are carried out on all units of the same consignment.

8. **Safety terms**

8.1 *Accessible part*

A part which can be touched by the standard test finger (see Clause 31).

Any accessible area of a non-conducting part is considered as being covered with a conductive layer (see Sub-clause 35.4 b).

8.2 *Live part*

A part, contact with which may cause a significant electric shock (see Clause 32).

8.3 *Part directly connected to the supply mains*

A part of an apparatus which is in electrical connection with the supply mains in such a way that a connection between the part and either pole of the supply mains causes in that connection a current equal to or greater than 9 A, the apparatus not being connected to earth.

A current of 9 A is chosen as the minimum rupturing current of a 6 A fuse.

In tests to determine which parts are directly connected to the supply mains, fuses in the apparatus are not short-circuited.

8.4 *Part conductively connected to the supply mains (to the measuring or control circuits)*

A part of an apparatus is considered to be conductively connected to the supply mains (the measuring or control circuit) if a current greater than 0.7 mA (peak) flows in a resistor of 2 000 Ω when such a resistor is connected between that part and any one supply (measuring or control) circuit terminal, the apparatus not being connected to earth.

Equality of potential of the earth points of a measuring (or control) circuit and the part under investigation is not deemed sufficient to establish conductive connection for the purpose of this definition.

8.5 *Isolation fonctionnelle*

Isolation nécessaire pour assurer le fonctionnement convenable du matériel et la protection fondamentale contre les chocs électriques.

8.6 *Isolation supplémentaire (isolation de protection)*

Isolation indépendante prévue en plus de l'isolation fonctionnelle en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolation fonctionnelle.

8.7 *Double isolation*

Isolation comprenant à la fois une isolation fonctionnelle et une isolation supplémentaire.

8.8 *Isolation renforcée*

Isolation fonctionnelle améliorée ayant des propriétés mécaniques et électriques telles qu'elle procure le même degré de protection contre les chocs électriques qu'une double isolation.

8.9 *Impédance de protection*

Impédance ayant une valeur assez élevée pour assurer la protection contre les chocs électriques en usages normal et anormal et offrant une sûreté de protection comparable à celle d'une isolation supplémentaire ou d'une isolation renforcée.

Lorsque les appareils ont une double isolation ou une isolation renforcée, ils possèdent, par construction, deux barrières de sécurité. Par contre, pour les appareils munis d'une impédance de protection, les composants ou assemblages appropriés doivent être essayés du point de vue de leur fiabilité (voir section quatorze).

8.10 *Appareil de la classe I*

Appareil ayant au moins une isolation fonctionnelle en toutes ses parties et comportant une borne ou un contact pour une mise à la terre de protection, et s'il s'agit d'un appareil prévu pour être alimenté au moyen d'un câble souple, l'appareil est équipé soit d'une partie mâle de connecteur avec contact de terre, soit d'un câble souple fixé à demeure comportant un conducteur de protection et muni d'une fiche de prise de courant avec contact de mise à la terre.

8.11 *Appareil de la classe II*

Appareil qui ne comporte pas de dispositions pour une mise à la terre de protection, mais qui est construit selon l'une des modalités a) ou b) ci-dessous :

a) Double isolation et/ou isolation renforcée en toutes les parties, l'appareil pouvant être de l'un des types suivants :

- 1) Appareil dans lequel une enveloppe durable et pratiquement continue en matière isolante enferme toutes les parties métalliques, à l'exception de petites pièces, telles que plaques signalétiques, vis ou rivets, qui sont séparées des parties dangereuses au toucher par une isolation au moins équivalente à l'isolation renforcée ; un tel appareil est appelé *appareil de la classe II à isolation enveloppante*.

L'enveloppe d'un appareil de la classe II à isolation enveloppante peut former tout ou partie de l'isolation supplémentaire ou de l'isolation renforcée.

- 2) Appareil ayant une enveloppe métallique pratiquement continue et dans lequel la double isolation est partout utilisée, à l'exception des parties où l'on utilise l'isolation renforcée parce qu'une double isolation est manifestement irréalisable ; un tel appareil est appelé *appareil de la classe II à enveloppe métallique*.

- 3) Appareil qui est une combinaison des types décrits ci-dessus en 1) et 2).

b) Double isolation et/ou isolation renforcée partout où cela est possible et, sinon, impédance de protection entre les parties métalliques accessibles ou les circuits légèrement isolés et les parties du circuit d'alimentation et les autres parties dangereuses au toucher qui pourraient entraîner un risque de choc électrique dans le cas d'un défaut.

8.5 *Functional insulation*

Insulation necessary for the proper functioning of equipment and for basic protection against electric shock.

8.6 *Supplementary insulation (protective insulation)*

Independent insulation provided in addition to the functional insulation in order to ensure protection against electric shock in the case of failure of the functional insulation.

8.7 *Double insulation*

Insulation comprising both functional insulation and supplementary insulation.

8.8 *Reinforced insulation*

Improved functional insulation with mechanical and electrical qualities providing the same degree of protection against electric shock as double insulation.

8.9 *Protective impedance*

Impedance having a value high enough to ensure protection against electric shock under conditions of normal and abnormal use, and having a reliability comparable to that of supplementary insulation or reinforced insulation.

Apparatus with double or reinforced insulation is provided with two safety barriers by its design, whereas with apparatus using protective impedance the component parts or assemblies concerned are to be tested in respect of their reliability (see Section Fourteen).

8.10 *Safety Class I apparatus*

Apparatus having at least functional insulation throughout and provided with a terminal or a contact for protective earthing and, in the case of apparatus designed for mains supply connection by means of a flexible cable or cord, provided with either an appliance inlet with earthing contact or a non-detachable flexible cable or cord with protective earthing conductor and a plug with earthing contact.

8.11 *Safety Class II apparatus*

Apparatus without provision for protective earthing, but with one of the provisions a) or b) below :

a) Double insulation and/or reinforced insulation throughout, such apparatus being of one of the following types :

- 1) Apparatus having a durable and substantially continuous enclosure of insulating material which envelops all metal parts, with the exception of small parts such as name plates, screws and rivets, which are isolated from live parts by insulation at least equivalent to reinforced insulation; such apparatus is called *insulation-encased safety Class II apparatus*.

The enclosure of insulation-encased Class II apparatus may form a part or the whole of the supplementary or of the reinforced insulation.

- 2) Apparatus having a substantially continuous metal enclosure, in which double insulation is used throughout, except for those parts where reinforced insulation is used, because the application of double insulation is manifestly impracticable; such apparatus is called *metal-encased safety Class II apparatus*.

- 3) Apparatus which is a combination of the types 1) and 2) above.

b) Double and/or reinforced insulation as far as is practicable and, where this is not practicable, protective impedance between accessible metal parts or lightly insulated circuits, and parts of the supply circuit and other live parts which might result in the risk of electric shock in the event of a failure.

L'utilisation d'une impédance de protection est applicable uniquement à ceux des appareils dont le fonctionnement correct est incompatible avec une construction de la classe I.

Si un appareil comportant l'une des dispositions *a)* ou *b)* ci-dessus est muni d'une borne ou d'un contact pour la mise à la terre de protection, il est considéré comme de la classe I, même si la construction, dans son ensemble, satisfait aux principes applicables à la classe II.

8.12 Appareil de la classe III

Appareil prévu pour être alimenté par des circuits à très basse tension de sécurité et n'ayant aucun circuit, ni interne ni externe, fonctionnant sur des tensions supérieures à la très basse tension de sécurité.

SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

9. Objet de la présente recommandation

Les appareils doivent être prévus et construits de façon à ne présenter aucun danger en usage normal, comme en cas de fonctionnement anormal, afin d'assurer en particulier :

- la protection des personnes contre les chocs électriques ;
- la protection des personnes contre les effets d'une température excessive ;
- la protection des personnes contre les effets nocifs des rayonnements ionisants et des rayonnements hyperfréquences, des émanations de gaz nocifs et de la pression des ultrasons ;
- la protection des personnes contre les effets d'une implosion et d'une explosion ;
- la protection contre la propagation du feu.

La vérification résulte, en général, de l'exécution de tous les essais prescrits, dans les conditions d'essai de référence et dans les conditions de fonctionnement anormal que l'on peut rencontrer dans la pratique, ainsi qu'il est spécifié dans les articles 12 et 13.

Tous les appareils de mesure électroniques étant susceptibles d'être utilisés à des emplacements dangereux, les appareils de la classe 0 ne peuvent être considérés comme assurant une protection suffisante et leur utilisation est déconseillée dans le cadre de la présente recommandation (voir annexe A, paragraphes 1.2 et 2.1).

La présente recommandation spécifie les exigences imposées aux appareils en vue d'assurer la protection contre certains dangers particuliers. L'attention est attirée sur le fait qu'elle ne couvre pas certains des dangers qui pourraient résulter de la manipulation des appareils, en particulier ceux qui peuvent survenir par suite du transport d'appareils lourds, de la fixation défectueuse aux parois, de la fatigue des personnes qui les manipulent, etc. L'appareil doit toutefois être construit de façon que ces dangers soient écartés ou réduits autant que possible et, à cet égard, les spécifications relatives à la sécurité des travailleurs devraient être prises en considération.

10. Exemptions de la présente recommandation

En règle générale, les appareils de mesure comprenant des dispositifs électroniques doivent satisfaire à la présente recommandation.

En variante, au choix du constructeur et sous réserve de l'indiquer clairement, certains appareils indicateurs et enregistreurs à action directe peuvent être construits conformément à la Publication de la CEI traitant des règles de sécurité pour les appareils de mesure indicateurs et enregistreurs et leurs accessoires (en préparation), pour autant qu'ils soient conformes aux publications appropriées en ce qui concerne le fonctionnement et la précision.

Ces appareils sont :

10.1 Les appareils n'ayant pas de source d'alimentation incorporée et ne nécessitant pas une source d'alimentation extérieure.

Les dispositifs électroniques de ces appareils sont alimentés par la grandeur mesurée et sont utilisés, dans certains cas, pour la protection de l'élément mobile contre les surcharges.

The provision of protective impedance applies only to those types of apparatus whose performance requirements preclude the application of Class I design.

If apparatus with one of the provisions *a)* or *b)* above has a terminal or a contact for protective earthing, it is considered to be of Class I construction, even if the design otherwise complies with the principles applicable to Class II apparatus.

8.12 *Safety Class III apparatus*

Apparatus designed for connection to safety extra-low voltage circuits, and having no circuits, either internal or external, which operate at a voltage other than safety extra-low voltage.

SECTION THREE — GENERAL REQUIREMENTS

9. **Object of this Recommendation**

The apparatus shall be so designed and constructed as to present no danger, either in normal use or under fault conditions, providing particularly :

- personal protection against electric shock ;
- personal protection against the effects of excessive temperature ;
- personal protection against the effects of harmful ionizing and micro-wave radiation, of liberation of poisonous gases, and of ultrasonic pressure ;
- personal protection against the effects of implosion and explosion ;
- protection against spread of fire.

In general, compliance is checked by carrying out all the tests indicated under reference test conditions and under fault conditions, as they may occur in practical use and as specified in Clause 12 and 13.

As all electronic measuring apparatus are likely to be used in electrically hazardous locations, safety Class 0 apparatus cannot be deemed to provide sufficient protection and is deprecated in the sense of this Recommendation (see Appendix A, Sub-clauses 1.2 and 2.1).

This Recommendation specifies requirements imposed on the apparatus so as to ensure protection against particular dangers. Attention is drawn to the fact that it will not cover some dangers which might result from the handling of the apparatus, especially not dangers which might arise from the transport of heavy apparatus, defective wall fastenings, fatigue of the operator, etc. However, the apparatus should be designed to protect from, or to reduce, these dangers as far as possible, and the relevant specifications for the protection of workers should be considered.

10. **Exemptions from this Recommendation**

As a general rule, measuring apparatus containing electronic devices shall comply with this Recommendation.

As an alternative, some direct indicating and recording instruments chosen by the manufacturer (provided that the choice is clearly indicated) may be designed according to the IEC Publication dealing with the safety requirements for indicating and recording instruments and their accessories (in preparation), provided that, in respect of their performance and accuracy, they comply with the relevant Publications.

These instruments are :

10.1 Instruments neither having an incorporated supply source nor needing an external supply source.

The electronic devices of these instruments are energized by the measured quantity, and will in some cases be used for the overload protection of the mechanism.

- 10.2 Les appareils ayant une source d'alimentation incorporée, en général une pile, sous réserve que les dispositifs électroniques ne soient utilisés que pour influencer la valeur indiquée ou enregistrée et que la tension de la source et toute tension produite par cette source ne dépassent pas la limite de la très basse tension.

Une source d'alimentation extérieure est admise lorsque la tension nominale du circuit de mesure ne dépasse pas la limite de la très basse tension.

- 10.3 Les appareils dont le dispositif électronique n'est utilisé que pour fournir une tension auxiliaire, comme c'est le cas pour les ohmmètres, sous réserve que la tension de la source ne dépasse pas la limite de la très basse tension. Une tension produite par cette source peut dépasser cette limite, sous réserve que le courant de sortie maximal aux bornes de mesure soit limité à 5 mA en courant alternatif ou à 10 mA en courant continu.

Ces appareils peuvent avoir une source d'alimentation incorporée ou être alimentés par une source extérieure.

- 10.4 La partie des appareils qui ne contient pas de dispositifs électroniques si elle est séparée en permanence et en pratique de la partie qui contient des dispositifs électroniques.

Les prescriptions relatives à la séparation figurent dans la publication de la CEI traitant des règles de sécurité pour les appareils de mesure indicateurs et enregistreurs, et leurs accessoires. Cette publication est en préparation.

SECTION QUATRE — GÉNÉRALITÉS SUR LES ESSAIS

11. Conduite des essais

- 11.1 *Sauf indication contraire, les essais mentionnés dans la présente recommandation sont des essais de type.*

Dans les cas où des essais individuels sont indiqués, ils constituent des prescriptions minimales. Ils doivent, par conséquent, être accompagnés de moyens appropriés pour le contrôle de la production.

- 11.2 *Les essais sont effectués sur un seul et même appareil et, autant que possible, dans l'ordre des articles.*

Lorsque les dimensions ou la masse rendent impossible l'exécution de certains essais sur l'appareil complet, il est permis d'effectuer séparément ces essais sur chacun de ses ensembles.

12. Conditions de référence pour les essais

Sauf spécification contraire, les conditions suivantes doivent régner à l'endroit où sont effectués les essais (voir Publication 160 de la CEI) :

- *Température comprise entre 15 °C et 35 °C.*
 - *Humidité relative comprise entre 45% et 75%.*
 - *Pression atmosphérique comprise entre 860 mbar et 1 060 mbar (650 mm Hg et 800 mm Hg).*
- Absence de givre, de rosée, d'infiltration d'eau, de pluie, etc., et absence de rayonnement solaire.*

On attend de l'appareil qu'il reste sûr après avoir été entreposé ou transporté dans les conditions indiquées par le constructeur. En cas de doute, des essais dans les présentes conditions de référence peuvent se révéler utiles.

Les essais sont effectués sous la combinaison la plus défavorable des conditions suivantes :

- 12.1 *Toute position d'utilisation normale de l'appareil, la ventilation naturelle n'étant pas contrariée et l'appareil étant monté conformément aux instructions du constructeur.*
- 12.1.1 *Tension d'alimentation égale à 0,9 ou 1,1 fois toute tension nominale d'alimentation pour laquelle l'appareil peut être réglé.*
- 12.1.2 *Toute tension, sauf la tension d'alimentation, comprise entre zéro et la ou les tension(s) nominale(s) d'entrée, sauf spécification contraire de la part du constructeur.*

- 10.2 Instruments having an incorporated supply source, in general a battery, provided that the electronic devices are used for influencing the indicated or recorded value only, and that the voltage of the source, and any voltage generated from that source, does not exceed the limit of extra-low voltage.

An external supply source is allowed when the nominal circuit voltage of the measuring circuit does not exceed the limit of extra-low voltage.

- 10.3 Instruments in which the electronic device is solely used to supply an auxiliary voltage, such as for ohmmeters, provided that the voltage of the source does not exceed the limit of extra-low voltage. A voltage generated from that source may exceed this limit provided that the maximum current output at the measuring terminals is limited to 5 mA a.c. or 10 mA d.c.

These instruments may have an incorporated supply source or may be fed by an external source.

- 10.4 Those instruments which contain no electronic devices if they are permanently and substantially separated from those which contains electronic devices.

Requirements concerning the separation are contained in the IEC Publication dealing with the safety requirements for indicating and recording instruments and their accessories. This Publication is in preparation.

SECTION FOUR — GENERAL INDICATIONS REGARDING TESTS

11. Conduct of tests

- 11.1 *Tests according to this Recommendation are type tests, unless otherwise indicated.*

In cases where routine tests are indicated, they constitute the minimum requirement. Therefore, they should be accompanied by suitable means of production control.

- 11.2 *Tests are carried out on one and the same apparatus in the order of the clauses, as far as this is possible.*

When dimensions or weight make it impossible to carry out particular tests on a whole apparatus, separate performance of these tests on each of its assemblies is allowed.

12. Reference conditions for test purposes

Unless otherwise specified, the following conditions shall prevail in the test location (see IEC Publication 160)

- *Temperature not outside the range of 15 °C to 35 °C.*
 - *Relative humidity not outside the range of 45% to 75%.*
 - *Air pressure not outside the range of 860 mbar to 1 060 mbar (650 mm Hg to 800 mm Hg).*
- Without hoar-frost, dew, percolating water, rain, etc. and without solar irradiation.*

The apparatus is expected to remain safe after having been stored or transported under conditions as indicated by the manufacturer. In case of doubt, testing under the present reference conditions may be useful.

Tests are carried out under the most unfavourable combination of the following conditions :

- 12.1 *Any position of normal use of the apparatus, normal ventilation not impeded and the apparatus mounted according to manufacturer's instructions.*
- 12.1.1 *A supply voltage of 0.9 times or 1.1 times any rated supply voltage for which the apparatus can be set.*
- 12.1.2 *Any voltage, except the supply voltage, between zero and the rated input voltage(s), if not otherwise indicated by the manufacturer.*

- 12.1.3 *Pour les entrées et sorties flottantes, tout potentiel compris entre zéro et la tension flottante nominale maximale.*
- 12.1.4 *Toute fréquence nominale de la tension d'alimentation.*
- 12.1.5 *Alimentation en courant continu ou en courant alternatif pour les appareils prévus pour ces deux natures de courant.*
- 12.2 *Position quelconque des commandes que l'utilisateur peut manœuvrer à la main, à l'exception des adaptateurs de tension satisfaisant aux exigences de l'article 55.*
Toute commande à distance connectée ou non.
- 12.3 *Bornes de terre de protection, s'il en existe, raccordées à la terre. Les bornes de terre de mesure peuvent être raccordées à la terre ou non.*
- 12.4 *Dans le cas d'une alimentation en courant continu ou en courant alternatif monophasé, les connexions à la phase et au neutre étant interverties.*
- 12.5 *L'appareil étant utilisé pour le but de mesure prévu, ou non raccordé, pour quelque utilisation que ce soit.*
- 12.6 *Pour les parties de l'appareil entraînées par un moteur, les conditions de charge étant conformes au but prévu.*
Lorsque l'on essaie un appareil comportant un entraînement par moteur, les autres parties restent sous tension pendant l'essai.
- 12.7 *En outre, pour les appareils fournissant des grandeurs électriques à des fins de mesure :*
a) *l'appareil fonctionnant de telle façon que l'on obtienne la puissance nominale de sortie aux bornes de l'impédance nominale de charge ;*
b) *l'impédance nominale d'un circuit de sortie quelconque connectée ou non.*

13. **Fonctionnement anormal**

On entend par fonctionnement anormal l'ensemble des conditions obtenues lorsque, outre les conditions de référence définies à l'article 12, on simule la défaillance de composants individuels ou d'isolations, l'une après l'autre. Les essais dans les conditions de fonctionnement anormal sont décrits dans la section dix.

SECTION CINQ — MARQUES ET INDICATIONS

L'appareil doit être marqué comme suit.

14. **Généralités**

14.1 Les marques et indications doivent être :

- facilement reconnaissables sur l'appareil prêt à l'usage, de façon qu'aucune confusion ne soit possible ;
- indélébiles et lisibles.

Le contrôle est effectué par examen et par l'essai suivant.

- 12.1.3 *For floating inputs and outputs, any potential between zero and the maximum rated floating voltage.*
- 12.1.4 *Any rated frequency of the supply voltage.*
- 12.1.5 *For a.c./d.c. apparatus, a.c. or d.c. supply.*
- 12.2 *Any position of the controls which are accessible to the user for adjustment by hand, except voltage setting devices complying with Clause 55.
Any remote control device connected or not.*
- 12.3 *Protective earth terminals, if any, being connected to earth. Measuring earth terminals may or may not be connected to earth.*
- 12.4 *In the case of d.c. or single-phase supply, line and neutral being interchanged.*
- 12.5 *The apparatus being used for its intended measuring purpose, or not connected for any use whatsoever.*
- 12.6 *For motor-driven parts of the apparatus, load conditions in accordance with the intended purpose.*
When testing motor-driven apparatus, other parts of the apparatus are not disconnected.
- 12.7 *In addition, for apparatus supplying electrical quantities for measuring purposes :*
a) *the apparatus operated in such a way as to provide the rated output power to the rated load impedance ;*
b) *the rated load impedance of any output circuit being connected or not.*

13. **Fault conditions**

Testing under fault conditions denotes that, in addition to the reference conditions mentioned in Clause 12, the breakdown of particular components or insulations is simulated one after the other. Fault conditions tests are described in Section Ten.

SECTION FIVE — MARKING

The apparatus shall be marked as follows.

14. **General**

- 14.1 The marking shall be :
— easily discernible on the apparatus when ready for use, in such a way that there can be no misunderstanding ;
— indelible and legible.
Compliance is checked by inspection and by the following test.

Les marques et indications ne doivent pas s'effacer lorsqu'on les frotte légèrement avec un chiffon imbibé d'eau ou d'essence.

Les marques et indications doivent, de préférence, être placées à l'extérieur de l'appareil, à l'exception du fond. On admet cependant qu'elles figurent en un autre endroit, facilement accessible à la main, par exemple sous le couvercle ou sur la face extérieure du fond d'un appareil petit et léger, à condition que le manuel d'instructions précise où se trouve le marquage.

- 14.2 Les symboles littéraux utilisés pour la représentation des grandeurs et unités doivent être en accord avec la Publication 27 de la CEI.

Les symboles graphiques doivent être en accord avec la Publication 117 de la CEI.

Les porte-fusibles doivent être marqués conformément aux prescriptions du paragraphe 53.2.

Le contrôle est effectué par examen.

15. Identification

L'appareil doit être identifié par :

- a) le nom du constructeur ou la marque de fabrique ;
- b) le numéro ou le nom du type.

Le contrôle est effectué par examen.

16. Symboles d'avertissement

- a) Si, pour éviter d'endommager l'appareil, il est nécessaire que l'utilisateur se reporte au manuel d'instructions, l'appareil doit porter le symbole suivant :



Le symbole doit être placé à proximité du dispositif auquel il s'applique.

L'apposition de ce symbole n'exempte pas l'appareil de satisfaire aux prescriptions de la présente recommandation.

- b) Les appareils contenant des sources radioactives doivent être marqués conformément aux spécifications particulières, par exemple le symbole international pour le rayonnement et les indications supplémentaires prescrites.

Pour plus de détail, se reporter à la publication de la CEI traitant de la sécurité contre les rayonnements ionisants (en préparation).

- c) Les appareils contenant des sources de laser doivent être marqués conformément aux spécifications particulières.

Le contrôle est effectué par examen.

17. Alimentation

Les indications suivantes doivent être portées sur les appareils :

- a) Nature de l'alimentation :

- pour les appareils utilisables seulement en courant alternatif : fréquence nominale du réseau (ou plage de fréquences) ;
- pour les appareils utilisables seulement en courant continu : le symbole — ou — — —.

The marking shall not be removed when rubbed lightly with a piece of cloth soaked with either petroleum spirit or water.

The information should preferably be put on the exterior of the apparatus, excluding the bottom. It is, however, permissible to put it in another place that is easily accessible to the hand, e.g. under the lid or on the exterior of the bottom of a small and light apparatus, provided that the location of the marking is given in the instruction manual.

- 14.2 Letter symbols for quantities and units shall be in accordance with IEC Publication 27.

Graphical symbols shall be in accordance with IEC Publication 117.

Fuse holders shall be marked in accordance with Sub-clause 53.2.

Compliance is checked by inspection.

15. Identification

The apparatus shall be identified by :

- a) manufacturer's name or registered trade mark ;
- b) model number or name.

Compliance is checked by inspection.

16. Warning symbols

- a) If, to preserve the apparatus from damage, it is necessary for the user to refer to the instruction manual, the apparatus shall be marked with the symbol :



The symbol shall be placed adjacent to the device to which it applies.

Marking with this symbol does not exempt the apparatus from any requirement contained in this Recommendation.

- b) Apparatus containing radioactive sources shall be marked according to relevant specifications, e.g. by the international radiation symbol and the prescribed additional markings.

For details, reference is made to the IEC Publication dealing with the safety requirements for protection against ionizing radiations (in preparation).

- c) Apparatus containing laser sources shall be marked according to relevant specifications.

Compliance is checked by inspection.

17. Mains supply

The apparatus shall be marked with the following information :

- a) Nature of supply :

— a.c. only : rated mains frequency (or range of frequencies) ;

— d.c. only : with the symbol — or — — —.

- b) Tension nominale d'alimentation (ou plage de tensions) que l'on peut appliquer sans modifier le réglage d'un adaptateur de tension.

Pour information, il peut être utile :

- de porter sur les appareils utilisables seulement en courant alternatif le symbole $\sim$;
- de porter sur les appareils utilisables indifféremment en courant continu ou en courant alternatif le symbole $\overline{\sim}$;
- d'indiquer la consommation maximale ou le courant maximal.

- c) Lorsque les appareils peuvent être réglés sur plusieurs tensions nominales, l'indication de la tension pour laquelle l'appareil est réglé doit être visible sur l'appareil prêt à être utilisé. Si l'appareil est conçu de façon que l'utilisateur puisse changer à la main la tension d'alimentation, cette opération doit entraîner une modification correspondante dans l'indication de la tension.

Lorsque l'appareil est muni de plusieurs dispositifs de réglage de la tension nominale, il doit être indiqué clairement si tous les dispositifs doivent être réglés pour la même tension.

- d) S'il existe un socle de prise de courant pour l'alimentation d'autres appareils, la tension (si elle est différente de celle du réseau) et la puissance disponible ou le courant disponible.

La conformité aux paragraphes a) à d) est vérifiée par examen.

- e) Si la consommation est indiquée, la puissance réelle consommée par l'appareil ne doit pas dépasser cette valeur de plus de 10%.

Le contrôle est effectué par un essai dans les conditions d'essai de référence, en connectant toujours l'appareil à sa tension nominale d'alimentation.

18. Dispositifs de connexion extérieure et dispositifs de manœuvre

Tous les dispositifs de connexion extérieure et de manœuvre doivent être identifiés par des inscriptions ou des symboles expliquant, autant que possible, le but proposé du dispositif et correspondant à l'explication appropriée contenue dans le manuel d'instructions.

En particulier, les bornes et dispositifs suivants doivent être marqués :

- a) Les bornes de terre, du symbole : $\perp$.

Si l'utilisation de ce symbole pour la borne de terre de protection n'est pas permise par une norme nationale, ce symbole peut être modifié, par exemple, en l'entourant d'un cercle.

Le symbole doit être placé près de la borne ou sur la borne même, mais non sur les parties amovibles comme, par exemple, les vis.

Suivant les règles nationales, l'indication peut ne pas être exigée lorsque la borne de terre de protection fait partie d'un connecteur d'alimentation ou d'un cordon connecteur approuvé.

- b) Les bornes de terre de circuits de mesure et de commande raccordées aux parties métalliques accessibles dans le cadre des dispositions du paragraphe 35.9 et dont le raccordement n'est pas évident, du symbole : $\perp$.

- c) Les dispositifs de connexion alimentés de l'intérieur par des tensions qui peuvent présenter un danger pendant l'opération de branchement ou de débranchement, lorsqu'elles sont supérieures à 1 kV, doivent être marqués du symbole de la flèche :  La flèche brisée doit être de couleur rouge et être dirigée vers le dispositif de connexion extérieure.

C'est une utilisation particulière du symbole — à titre d'information supplémentaire pour l'utilisateur — parce que la limite de tension qui lui est attribuée ici est supérieure à celle généralement admise.

- d) S'il existe un interrupteur de mise en marche, la position correspondant à circuit ouvert ou circuit fermé doit être clairement indiquée. Une lampe-témoin seule n'est pas considérée comme suffisante.

- b) Rated supply voltage (or range of voltages) that can be applied without the adjustment of a voltage setting device.

For information purposes, it may be useful :

- to mark a.c. apparatus with the symbol $\sim$;
- to mark apparatus suitable for both a.c. and d.c. with the symbol $\overline{\sim}$;
- to give the maximum consumption or current.

- c) Apparatus which can be set to different rated supply voltages shall be so constructed that the indication of the voltage to which the apparatus is set is discernible on the apparatus when ready for use. If the apparatus is so constructed that the user can alter the supply voltage setting by hand, the action of changing the setting shall also change the indication.

If the apparatus is provided with more than one voltage setting device, it shall be clear whether all devices shall be set to the same voltage.

- d) If there is a socket-outlet to provide mains power to other equipment, the voltage (if different from the supply voltage) and the power or current which may be drawn.
Compliance with paragraphs a) to d) is checked by inspection.

- e) If the power consumption is indicated, the actual consumption of the apparatus shall not exceed the marked value by more than 10%.

Compliance is checked by a test under reference test conditions, except that the apparatus is connected to its rated supply voltage.

18. Terminals and operating devices

All terminals and operating devices shall be identified by inscriptions or symbols making clear, if possible, the intended purpose of that device and corresponding to the relevant explanation in the instruction manual.

The following terminals and devices shall be marked in particular :

- a) Earth terminals with the symbol : $\equiv$.

If the use of this symbol for the protective earth terminal is not permitted by national standards, it may be modified, for example by being placed inside a circle.

The symbol shall be placed adjacent to or on the terminal, but not on removable parts such as screws.

The marking may, depending on national rules, not be required when the protective earth terminal is a part of an approved mains connector or cord set.

- b) Earth terminals of measuring and control circuits connected to accessible metal parts under the provisions of Sub-clause 35.9 and whose connection is not self-evident, with the symbol : $\perp$.

- c) Terminal devices fed from the interior by live voltages that may be dangerous when connecting to or disconnecting from those devices shall be marked with the flash shown when the voltage exceeds 1 kV :

The flash shall be red and be placed adjacent to the terminal device.

This is — as an additional warning to the user — a particular application of the symbol since a higher voltage is here assigned to the flash than is generally applicable.

- d) The on-position or the off-position of the on/off switch, if any, shall be clearly marked. A signal lamp alone is not deemed to be sufficient.

- e) Les entrées et les sorties flottantes doivent porter l'indication de leur tension flottante maximale admissible si cette tension dépasse les limites de la très basse tension dans les conditions d'essai de référence.

Le contrôle est effectué par examen.

19. **Les appareils de la classe II** doivent porter le symbole : 

Le symbole doit être placé à côté de la plaque indicatrice de l'alimentation ou sur la plaque même.

Les appareils qui ne sont munis que partiellement d'une isolation supplémentaire ou qui comprennent une borne de terre de protection ne doivent pas porter ce symbole.

Le contrôle est effectué par examen.

Aucun symbole n'est prévu pour les appareils des classes I et III, la construction correspondant à ces classes de sécurité étant immédiatement visible sur l'appareil.

SECTION SIX — ÉMANATIONS ET RAYONNEMENTS DANGEREUX

L'appareil doit être construit de façon à assurer la protection des personnes contre les effets des rayonnements ionisants et hyperfréquences, des émanations de gaz nocifs et de la pression des ultrasons.

20. Le débit d'exposition, en tout point facilement accessible, situé à 5 cm de la surface extérieure, ne doit pas dépasser 0,5 mr/h dans les conditions d'essai de référence.

Le contrôle est effectué par la mesure de la quantité de rayonnement.

En général, cela s'applique à des appareils dans lesquels les électrons sont accélérés par des tensions supérieures à 5 kV.

La prescription ne concerne pas les appareils contenant des substances radioactives (voir paragraphe 1.4).

21. L'appareil doit être construit de façon que les compartiments dans lesquels les électrons sont accélérés par des tensions supérieures à 5 kV ne puissent pas être ouverts à la main.

Le contrôle est effectué par examen.

22. L'intensité des rayonnements hyperfréquences en tous emplacements à proximité de l'appareil ne doit pas causer de risques au personnel qui le manipule.

Les valeurs limites, qui sont encore à l'étude, seront applicables aux fréquences comprises entre 10 MHz et 100 GHz. La limite de 100 W/m² proposée auparavant a été considérée comme n'assurant pas une protection suffisante.

Le contrôle est effectué en mesurant l'intensité.

23. L'appareil ne doit pas libérer de gaz nocifs dans les conditions d'essai de référence, ni dans les conditions de fonctionnement anormal.

Exemples : Ozone ou gaz provenant des accumulateurs.

Des essais de conformité sont à l'étude.

24. La pression des ultrasons en tous emplacements, à proximité de l'appareil, susceptibles d'être occupés par le personnel qui le manipule, ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans les conditions d'essai de référence.

Une limite préliminaire a été fixée à 110 dB au-dessus du niveau de référence de 10⁻¹² W/m², applicable aux fréquences comprises entre 20 kHz et 100 kHz. L'extension aux fréquences audibles est à l'étude.

Le contrôle est effectué par la mesure de la pression.

- e) Floating inputs and outputs with their maximum permissible floating voltage, if this voltage exceeds the limits of extra-low voltage under reference test conditions.

Compliance is checked by inspection.

19. **Safety Class II apparatus** shall be marked with the symbol : 

The symbol shall be placed adjacent to, or on, the supply information plate.

Apparatus having extra insulation only partially or which is provided with a protective earth terminal are not allowed to bear this symbol.

Compliance is checked by inspection.

For apparatus of safety Classes I and III, no symbol is provided as the construction according to these safety classes is immediately discernible on the apparatus.

SECTION SIX — HAZARDS FROM EMANATIONS

The apparatus shall be so constructed that personal protection is provided against the effects of ionizing and micro-wave radiation, of liberation of poisonous gases, and of ultrasonic pressure.

20. The exposure-rate at any readily accessible point 5 cm from the outer surface shall not exceed 0.5 mr/h under reference test conditions.

Compliance is checked by measuring the amount of radiation.

In general, this applies to apparatus in which electrons are accelerated by voltages exceeding 5 kV.

The requirement does not refer to apparatus containing radioactive substances (see Sub-clause 1.4).

21. The apparatus shall be so constructed that compartments in which electrons are accelerated by voltages exceeding 5 kV cannot be opened by hand.

Compliance is checked by inspection.

22. The intensity of micro-wave radiation at all points in the vicinity of the apparatus shall not cause danger to personnel operating the equipment.

Limiting values, which are still under consideration, shall apply to frequencies between 10 MHz and 100 GHz. A preliminary limit of 100 W/m² was not considered to provide sufficient protection.

Compliance is checked by measuring the intensity.

23. The apparatus shall not liberate poisonous gases under reference test conditions and fault conditions.

Examples : Ozone or gases from accumulators.

Compliance tests are under consideration.

24. The ultrasonic pressure at all points in the vicinity of the apparatus likely to be occupied by personnel operating the equipment shall not exceed specified limits under reference test conditions.

A preliminary limit is 110 dB above the reference level of 10⁻¹² W/m², applicable to frequencies between 20 kHz and 100 kHz. The inclusion of the audible range is under consideration.

Compliance is checked by measuring the pressure.

SECTION SEPT — ÉCHAUFFEMENT

25. Généralités

L'appareil doit fonctionner de façon sûre dans les conditions normales d'emploi.

L'échauffement ne doit pas provoquer d'incendie, ni de déformation, ni présenter de danger pour les personnes qui touchent les parties accessibles.

Le contrôle est effectué par l'exécution des essais décrits aux articles 26 à 28.

Pour les appareils destinés à une utilisation de courte durée, pour usages intermittents, ou répondant à des conditions spéciales de fonctionnement, la présente recommandation est applicable uniquement en tenant compte de ces conditions de fonctionnement. Les conditions admissibles de fonctionnement doivent être marquées sur l'appareil.

26. Températures admissibles

La conformité aux échauffements admissibles est vérifiée en mesurant la température, dans les conditions d'essai de référence, lorsque l'état de régime est atteint.

En général, l'état de régime est considéré comme atteint après 4 h de fonctionnement.

Les températures sont déterminées :

- *dans le cas des enroulements, par la méthode de variation de résistance (pour le cuivre, voir la Publication 28 de la CEI) * ;*
- *dans les autres cas, par toute autre méthode appropriée.*

Les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau I, page 32, colonne I.

Les valeurs des échauffements sont basées sur une température ambiante maximale de 35 °C pour les climats tempérés, mais les mesures sont effectuées dans les conditions d'essai de référence.

Pour les appareils tropicalisés, la température ambiante maximale est de 45 °C et les échauffements admissibles sont réduits de 10 deg C.

27. Conservation des qualités de l'isolation

Ni la rigidité diélectrique ni les lignes de fuite et distances dans l'air ne doivent être réduites de manière inadmissible lorsque l'appareil fonctionne à température élevée.

Le contrôle est effectué dans les conditions d'essai de référence, la température ambiante étant toutefois de 35 °C (45 °C pour les appareils tropicalisés).

La durée de l'essai est de 4 h à partir du moment de mise sous tension.

On ne doit faire fonctionner l'appareil qu'en cas de doute, c'est-à-dire s'il produit une quantité appréciable de chaleur.

Un appareil qui n'est pas conçu pour un fonctionnement continu doit être mis en service dans ses conditions spécifiées de fonctionnement, de façon que l'échauffement le plus élevé possible soit atteint.

Après l'essai, l'appareil ne doit présenter aucun dommage dans le cadre de la présente recommandation et il doit pouvoir supporter les essais spécifiés dans la section neuf.

28. Robustesse mécanique à des températures élevées

L'enveloppe de l'appareil doit être suffisamment résistante aux forces extérieures aux températures élevées.

Le contrôle est effectué à la température maximale atteinte au cours de l'essai spécifié à l'article 27.

En cas de doute, le doigt d'épreuve rigide, représenté à la figure 1b, page 95, est appliqué, en différents points de la surface, avec une force de 30 N dirigée vers l'intérieur.

* La formule figurant dans la Publication 28 de la CEI est la suivante :

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$$

α_1 = coefficient de variation de résistance. En pratique, une valeur de $\alpha_1 = 0,003\,92$ est principalement utilisée.

SECTION SEVEN — HEATING

25. General

The apparatus shall operate safely under normal operating conditions.

The heating shall not cause fire or deformation, and no danger to the operator touching accessible parts.

Compliance is checked by performing the tests prescribed in Clauses 26 to 28.

For apparatus for short-term use, intermittent use or under special operating conditions, this Recommendation applies only when it is adapted to suit these special operating conditions. The admissible operating conditions shall be specified by marking.

26. Permissible temperatures

Compliance with the permissible temperature limits is checked by measuring the temperature under reference test conditions when steady state has been attained.

In general, a steady state is assumed to be attained after 4 h operation.

Temperatures are determined :

— *in the case of windings, by the resistance method (for copper, see IEC Publication 28) * ;*

— *in other cases, by any other suitable method.*

Temperature rises shall not exceed the values given in Table I, page 33, Column I.

The values of the temperature rises are based upon a maximum ambient temperature of 35 °C for temperate climates, but the measurements are made under reference test conditions.

For tropicalized apparatus, the maximum ambient temperature is 45 °C and the permissible temperature rises are reduced by 10 deg C.

27. Preservation of insulation

Neither the insulation resistance nor the creepage distances and clearances shall be reduced inadmissibly when the apparatus is operated at elevated temperatures.

Compliance is checked under reference test conditions with the exception that the ambient temperature is 35 °C (for tropicalized apparatus 45 °C).

The duration of the test is 4 h, starting from the moment of switching on.

The apparatus shall be operated only in case of doubt, i.e. if the apparatus produces an appreciable amount of heat.

An apparatus which is not designed for continuous operation shall be operated at its specified conditions of operation in such a manner that the greatest possible heating occurs.

After the test, the apparatus shall show no damage in the sense of this Recommendation and shall withstand the tests specified in Section Nine.

28. Mechanical strength at elevated temperatures

The enclosure of the apparatus shall be sufficiently resistant to external forces at elevated temperatures.

Compliance is checked at the maximum temperature attained during the test under Clause 27.

In case of doubt, the rigid test finger according to Figure 1b, page 95, is applied to different points of the surface with a force of 30 N directed inwards.

* The formula contained in IEC Publication 28 reads :

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$$

α_1 = coefficient of variation of resistance. In practice, a value of $\alpha_1 = 0.003\ 92$ is mostly used.

La force est exercée par la pointe du doigt d'épreuve, de façon à éviter que ce dernier n'agisse comme un coin ou un levier.

Après l'essai, l'appareil ne doit présenter aucun dommage dans le cadre de la présente recommandation et il doit pouvoir supporter les essais spécifiés dans la section neuf.

TABLEAU I
Echauffement admissible

Parties de l'appareil	Echauffement admissible deg C	
	Conditions d'essai de référence	Conditions de fonctionnement anormal suivant la section dix
	I	II
Parties extérieures :		
Surface extérieure des enveloppes ^{1) 2)}	35	65
Boutons, poignées, etc. métalliques	20	65
Boutons, poignées, etc. non métalliques ²⁾	30	65
Surface inférieure des enveloppes :		
— en bois	70	90
— en matière isolante	(Voir ³⁾)	(Voir ³⁾)
Transformateurs branchés sur le réseau	(Voir ²⁾)	
Matériaux thermo-plastiques utilisés comme isolation	(Voir ⁴⁾)	
Autres parties	(Voir ²⁾)	

¹⁾ Pour les petites surfaces et pour les dissipateurs de chaleur aisément reconnaissables qu'il est peu vraisemblable de toucher en service normal, des échauffements pouvant atteindre 65 deg C sont permis dans les conditions d'essai de référence.

²⁾ L'échauffement n'est admis que conformément aux valeurs spécifiées dans la Publication 85 de la CEI.

³⁾ Les échauffements admissibles pour l'intérieur des enveloppes en matière isolante sont ceux mentionnés pour les matériaux correspondants.

⁴⁾ La grande variété des isolants thermo-plastiques ne permet pas de préciser les limites d'échauffements. Dans l'attente de la conclusion d'études en cours, la méthode suivante est suggérée :

a) Une température conventionnelle de ramollissement de l'isolant est déterminée, sur un échantillon séparé, à l'aide d'un essai Vicat :

- section du pénétrateur : 1 mm² ;
- charge : 10 N ;
- vitesse d'échauffement : 50 deg C/h.

La température de ramollissement est celle pour laquelle l'enfoncement du pénétrateur est égal à 0,1 mm.

b) Les températures limites à prendre en considération pour la détermination des échauffements sont :

- dans les conditions d'essai de référence, une température inférieure de 10 deg C à la température de ramollissement ;
- en cas de fonctionnement anormal, la température de ramollissement.

The force shall be exerted by the tip of the test finger so as to avoid wedge and lever action.

After the test, the apparatus shall show no damage in the sense of this Recommendation and shall withstand the tests specified in Section Nine.

TABLE I
Permissible temperature rise

Parts of the apparatus	Permissible temperature rise deg C	
	Reference test conditions	Fault conditions of Section Ten
	I	II
External parts :		
Outer surface of enclosures ^{1) 2)}	35	65
Metallic knobs, handles, etc.	20	65
Non-metallic knobs, handles, etc. ²⁾	30	65
Inside surface of enclosures of :		
— wood	70	90
— insulating material	(See ²⁾)	(See ³⁾)
Mains transformers	(See ²⁾)	
Thermoplastic materials used as insulation	(See ⁴⁾)	
Other parts	(See ²⁾)	

¹⁾ For small areas and for easily discernible heat sinks, not likely to be touched in normal use, temperature rises up to 65 deg C are allowed under reference test conditions.

²⁾ Temperature rise is only permitted according to the values indicated in IEC Publication 85.

³⁾ The permissible temperature rises for the inside of enclosures of insulating material are those indicated for the relevant materials.

⁴⁾ Due to their wide variety, it is not possible to specify permissible temperature rises for thermoplastic materials. While the matter is under consideration, the following method is suggested :

a) An arbitrary softening temperature of the material shall be determined on a separate sample, with a Vicat test :

- cross-section of penetrating needle : 1 mm² ;
- load : 10 N ;
- heating rate : 50 deg C/h.

The softening temperature is that for which the depth of penetration is 0.1 mm.

b) The temperature limits to be considered for determining the temperature rises are :

- under reference test conditions, a temperature 10 deg C lower than the softening temperature ;
- under fault conditions, the softening temperature.

SECTION HUIT — IMPLOSION ET EXPLOSION

29. Implosion

Lorsque la dimension maximale de l'écran des tubes cathodiques, ou autres dispositifs de visualisation, utilisés dans les appareils de mesure, dépasse 16 cm :

- ou bien les tubes doivent être intrinsèquement protégés contre les effets d'une implosion, ce qui signifie qu'ils n'ont besoin, lorsqu'ils sont correctement montés, d'aucune protection supplémentaire ;
- ou bien l'enveloppe de l'appareil doit assurer la protection contre les effets d'une implosion du tube.

Pour les essais de vérification de la conformité, se reporter à la Publication 65 de la CEI.

30. Explosion

Lorsque l'on utilise des composants susceptibles d'exploser lorsque leur échauffement interne est excessif et qu'ils ne sont pas munis d'un limiteur de pression, l'appareil doit être pourvu d'un moyen de protection pour la personne qui le manipule.

Il est entendu que les limiteurs de pression doivent être toujours disposés de façon qu'une décharge n'entraîne pas de danger pour le personnel qui manipule l'appareil.

Le contrôle est effectué par examen.

SECTION NEUF — RISQUES DE CHOCS ÉLECTRIQUES

31. Parties accessibles

Les parties accessibles ne doivent pas être dangereuses au toucher. Les parties dangereuses doivent donc être protégées par revêtement ou par isolation.

Pour la protection des bornes, voir le paragraphe 33.7.

Les revêtements de laque, d'émail, d'oxydes, de pellicules anodiques, de fibres et de bois, ainsi que les moulages avec des compounds (à l'exception des résines autodurcissables) ne sont pas, en général, considérés comme isolants en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques, car l'isolation peut être endommagée par la rupture des revêtements cassants ou des rayures des pellicules ou revêtements mous.

Afin de déterminer si une partie est accessible, on utilise le doigt d'épreuve articulé, représenté à la figure 1a, page 94, et le doigt d'épreuve rigide, représenté à la figure 1b, page 95, qui sont appliqués dans toutes les directions possibles. En cas de doute, le doigt rigide est appliqué avec une force maximale de 30 N. L'essai est effectué sur toutes les surfaces extérieures, y compris le fond. La force est exercée par la pointe du doigt d'épreuve, de façon à éviter que ce dernier n'agisse comme un coin ou un levier.

Pour mettre en évidence un contact avec des parties conductrices, il est recommandé d'utiliser une indication électrique du contact, sous une tension d'environ 40 V.

32. Parties dangereuses au toucher

32.1 *Afin de déterminer si une partie est dangereuse au toucher ou non, les mesures suivantes sont effectuées entre toute partie et la terre, l'appareil étant dans les conditions d'essai de référence et relié à la terre.*

L'essai est applicable aux parties extérieures et aux parties intérieures de l'appareil.

Dans le cadre de cet essai, on entend par appareil relié à la terre un appareil dont toutes les bornes qui peuvent être mises à la terre simultanément sont reliées entre elles et mises à la terre, et qui est posé sur une surface conductrice mise à la terre.

SECTION EIGHT — IMPLOSION AND EXPLOSION

29. Implosion

Cathode-ray tubes or other display devices, used in measuring apparatus, with a maximum screen dimension exceeding 16 cm, shall :

- either be intrinsically safe with respect to implosion effects, meaning that when correctly mounted, no additional protection is needed ;
- or the enclosure shall provide protection against the effects of an implosion of the cathode-ray tube.

For compliance tests, refer to IEC Publication 65.

30. Explosion

When components liable to explode if internally overheated are not provided with a pressure release device, protection for the operator shall be incorporated in the apparatus.

It is understood that pressure release devices will always be so located that a discharge will not cause danger to the operating personnel.

Compliance is checked by inspection.

SECTION NINE — ELECTRIC SHOCK HAZARD

31. Accessible parts

Accessible parts shall not be live. Live parts shall therefore be protected by covering or insulation.

For protection of terminals, see Sub-clause 33.7.

Coatings of lacquer, enamel, oxides, anodic films, fibres and wood, and potting with compounds (except self-setting resins) are, in general, not regarded as insulation for the purpose of protection against shock hazards in so far as the insulation may be damaged by breaking of brittle coatings or scratching of films or soft coatings.

In order to determine whether a part is accessible, both the jointed test finger according to Figure 1a, page 94, or the rigid test finger according to Figure 1b, page 95, is applied in every possible position. In case of doubt, the rigid test finger is applied with a maximum force of 30 N. The test is carried out on all outer surfaces, including the bottom. The force shall be exerted by the tip of the test finger so as to avoid wedge and lever action.

An electrical contact indication with a voltage of approximately 40 V is recommended to show contact with conductive parts.

32. Live parts

32.1 *In order to determine whether a part is live or not, the following measurements are carried out, the apparatus being under reference test conditions and earthed, between any part and earth.*

The test applies to both exterior and interior parts of the apparatus.

For the purpose of this test, apparatus being earthed denotes that all terminals which may be simultaneously connected to earth under normal operating conditions are connected with one another and the earth, and that the apparatus is set up on a conductive earthed surface.

L'état de la charge doit être déterminé immédiatement après la coupure de l'alimentation.

La partie n'est pas dangereuse au toucher :

- a) *si la tension mesurée avec un voltmètre dont la résistance interne n'est pas inférieure à 50 k Ω ne dépasse pas les limites de la très basse tension de sécurité ; ou*
- b) *si, pour des tensions plus élevées, le courant mesuré à travers une résistance non inductive de 2 000 Ω ne dépasse pas 0,7 mA (valeur de crête) en courant alternatif ou 2 mA en courant continu et si, en outre :*
 - *pour les tensions inférieures à 450 V (valeur de crête), la capacité par rapport à la terre n'excède pas 0,1 μ F ;*
 - *pour les tensions comprises entre 450 V (valeur de crête) et 15 kV (valeur de crête), la quantité d'électricité déchargée n'excède pas 45 μ C ;*
 - *pour les tensions supérieures à 15 kV (valeur de crête), l'énergie de la décharge n'excède pas 350 mJ.*

Le courant maximal de 0,7 mA (valeur de crête), quoique ne présentant pas de danger, entre toutefois dans la zone de perception de certaines personnes. Dans certaines conditions, tout particulièrement dans les régions tropicales et dans la mesure où il s'agit de parties accessibles, une valeur de 0,3 mA (valeur de crête) devrait être utilisée.

Pour les fréquences supérieures à 1 kHz, la limite de 0,7 mA (valeur de crête) est multipliée par la valeur de la fréquence, exprimée en kilohertz, sans pouvoir excéder 70 mA (valeur de crête).

Les valeurs indiquées pour les capacités sont des valeurs nominales.

En cas de doute, il faut aussi vérifier que des tensions ou des courants dépassant les valeurs spécifiées n'apparaissent pas entre deux parties accessibles.

- 32.2 Les parties métalliques et les couches conductrices des appareils de la classe II, isolées des parties actives uniquement par une isolation fonctionnelle, sont considérées comme des parties dangereuses au toucher.

- 32.3 Les parties des appareils de la classe III qui portent de très basses tensions d'alimentation sont considérées comme des parties dangereuses au toucher.

Cela implique que l'utilisateur doit être protégé contre le toucher des parties portant de très basses tensions d'alimentation, étant donné que les appareils de la classe III peuvent être utilisés dans les emplacements très dangereux.

33. Extérieur de l'appareil

33.1 Axes de commande

Les axes de commande ne doivent pas être dangereux au toucher.

Le contrôle est effectué par l'exécution des mesures spécifiées à l'article 32, après avoir enlevé les boutons, les poignées, etc., sauf s'ils sont moulés sur l'axe.

33.2 Boutons, poignées, etc.

Les poignées, boutons, etc., extérieurs, actionnant des composants soumis à la tension du réseau doivent être construits en matière isolante, sauf s'ils sont reliés à ces composants au moyen d'un axe isolant ou d'un support isolant ou si les composants ont été essayés conformément aux spécifications relatives à l'impédance de protection (voir section quatorze).

Dans le cas d'interrupteurs à bascule ou d'interrupteurs sensibles (à action brusque) pourvus de poignées métalliques et servant d'interrupteurs d'alimentation, voir le paragraphe 51.4.

Le contrôle est effectué par examen.

The status of charge shall be determined immediately after the interruption of the supply.

The part is not live if :

- a) *the voltage measured with a voltmeter, the internal resistance of which is not less than 50 k Ω , does not exceed the limits of extra-low voltage ; or*
- b) *if, at higher voltages, the current measured through a non-inductive resistance of 2 000 Ω does not exceed 0.7 mA (peak) a.c. or 2 mA d.c., and moreover :*

— for voltages up to 450 V (peak), the capacitance to earth does not exceed 0.1 μ F ;

— for voltages between 450 V (peak) and 15 kV (peak), the discharge does not exceed 45 μ C ;

— for voltages over 15 kV (peak), the energy of the discharge does not exceed 350 mJ.

The maximum current of 0.7 mA (peak), while safe, is within the perception range of some people. Under some conditions, particularly in tropical regions, and as far as accessible parts are concerned, a value of 0.3 mA (peak) should be used.

For frequencies above 1 kHz, the limit of 0.7 mA (peak) is multiplied by the value of the frequency, in kilohertz, with a maximum of 70 mA (peak).

The values indicated for the capacitance are rated values.

In case of doubt, it shall also be verified that no voltages or currents exceeding the specified values are present between two accessible parts

- 32.2 Metal parts and conducting layers of safety Class II apparatus, insulated from live parts by functional insulation only, are considered to be live parts.

- 32.3 Parts of safety Class III apparatus carrying extra-low mains voltage are considered to be live parts.

This implies that the user has to be protected against the touching of parts at extra-low mains voltage, as safety Class III apparatus will be admitted for use in extra-hazardous locations.

33. Exterior of the apparatus

33.1 Operating shafts

Operating shafts shall not be live.

Compliance is checked by performing the measurements of Clause 32, after removing knobs, handles and the like, unless they are moulded to the shaft.

33.2 Knobs, handles and the like

External handles, knobs and the like, which operate component parts at mains voltage shall be made of insulating material, unless they are connected to these component parts by an insulating shaft or support, or unless the component parts have been tested according to the specifications concerning protective impedance (see Section Fourteen).

For toggle switches and sensitive (snap-action) switches which have metal handles and are used as mains switches, see Sub-clause 51.4.

Compliance is checked by inspection.

33.3 Orifices de ventilation

Les orifices de ventilation et autres situés au-dessus des parties dangereuses au toucher doivent être conçus et placés de façon telle qu'un corps étranger suspendu, introduit dans l'appareil, ne puisse pas venir en contact avec des parties dangereuses.

Le contrôle est effectué en introduisant dans l'orifice une broche d'essai métallique de 4 mm de diamètre et de 100 mm de longueur. La broche d'essai est suspendue librement, la pénétration étant limitée à sa longueur.

La broche d'essai ne doit pas devenir dangereuse au toucher.

33.4 Accès à des commandes préréglées

Si un trou donne accès à des commandes préréglées et si le réglage de ces commandes nécessite l'emploi d'un tournevis ou d'un autre outil, ce réglage ne doit pas entraîner de risque de choc électrique.

Le contrôle est effectué en réglant la commande avec un outil approprié.

L'outil ne doit pas devenir dangereux au toucher.

33.5 Réglage de la tension d'alimentation

L'utilisation d'une commande manuelle de changement de la tension ou de la nature de l'alimentation ne doit pas entraîner de risque de choc électrique.

Le contrôle est effectué en appliquant l'essai spécifié à l'article 32.

Les instructions données par le constructeur doivent être suivies lors de l'exécution de cet essai.

33.6 Usage du bois

L'isolation des parties dangereuses au toucher ne doit pas être en bois naturel.

Le boîtier peut être en bois naturel mais avec les mêmes conditions qui s'appliqueraient à un boîtier métallique.

Le contrôle est effectué par examen.

33.7 Dispositifs de connexion extérieure

Les prescriptions de l'article 31 sont applicables également :

- a) aux bornes de terre de protection et de mesure et aux dispositifs de connexion des écouteurs qui, par conséquent, ne doivent pas être dangereux au toucher ;
- b) aux dispositifs de connexion dangereux au toucher, qui sont alimentés de l'intérieur avec des tensions de 1 kV ou plus et qui, par conséquent, ne doivent pas être accessibles ;
- c) aux dispositifs de connexion qui sont chargés par des condensateurs intérieurs : ils ne doivent pas être dangereux au toucher 10 s après l'interruption de l'alimentation.

La durée de 10 s est à l'étude.

Le contrôle est effectué par l'exécution des essais spécifiés à l'article 32.

Les prescriptions de l'article 31 ne sont pas applicables aux dispositifs de connexion extérieure et prises, autres que ceux indiqués ci-dessus, des circuits fonctionnels et des circuits de mesure, si cela est impossible pour des raisons de fonctionnement. Ces dispositifs de connexion doivent néanmoins être protégés autant que possible contre le contact fortuit soit par leur position et leur répartition, soit en les recouvrant ou en les disposant en retrait.

33.8 Appareils encastrés

Les prescriptions de l'article 31 ne sont pas applicables aux appareils destinés à être encastrés si, et dans la mesure où, la protection contre le contact avec les parties dangereuses au toucher est obtenue par ce mode de montage.

33.3 Ventilation holes

Ventilation and other holes over live parts shall be so designed that a suspended foreign body introduced into the apparatus will not come into contact with any live part.

Compliance is checked by inserting through the holes a metal test pin with a diameter of 4 mm and a length of 100 mm. The test pin is suspended freely, the penetration being limited to its length.

The test pin shall not become live.

33.4 Preset controls

If a hole gives access to preset controls and the setting of these controls requires a screwdriver or other tool, the adjustment of the control shall not involve the risk of electric shock.

Compliance is checked by setting the control with any suitable tool.

The tool shall not become live.

33.5 Mains voltage adjustment

The operation of changing by hand the voltage or nature of supply shall not involve a risk of electric shock.

Compliance is checked by application of the test of Clause 32.

The directions given by the manufacturer are to be observed when performing this test.

33.6 Use of wood

The insulation of live parts shall not be provided by natural wood.

The casing may be made of natural wood, subject to the same conditions applicable to a metal casing.

Compliance is checked by inspection.

33.7 Terminals

The requirements of Clause 31 apply also to :

- a) measuring and protective earth terminals, and terminals for headphones which, therefore, shall not be live ;
- b) terminals which are energized from the interior with live voltages of 1 kV or more which, therefore, shall not be accessible ;
- c) terminals which are charged by internal capacitors. They shall not be live 10 s after interruption of the supply.

The time of 10 s is under consideration.

Compliance is checked by the application of the test of Clause 32.

The requirements of Clause 31 do not apply to external terminals and sockets, other than those indicated above, of operational and measuring circuits if not feasible for operational reasons. These terminals should be protected against unintended contact as far as possible by covering, recessing or by their positioning and arrangement.

33.8 Built-in apparatus

The requirements of Clause 31 do not apply to apparatus intended to be built-in if, and in so far as, protection against contact of live parts is to be obtained by mounting.

34. Après enlèvement des parties amovibles

34.1 Une partie qui devient accessible par l'ouverture ou l'enlèvement à la main d'un couvercle ou d'un élément amovible (par exemple un tiroir) ne doit pas être dangereuse au toucher, à l'exception des dispositifs de connexion extérieure et des prises, dans les limites fixées au paragraphe 33.7.
Le contrôle est effectué par l'exécution des essais spécifiés dans les articles 32 et 33.

34.2 Les couvercles destinés à être enlevés dans les conditions normales d'emploi, rendant ainsi accessibles des parties dangereuses au toucher alimentées de l'intérieur par des tensions égales ou supérieures à 1 kV, ainsi que ces parties, doivent être marqués d'une flèche rouge (voir article 18 c)).
Le contrôle est effectué par examen.

35. Prescriptions relatives à la construction

35.1 Subdivision des circuits en groupes

Dans le cadre des paragraphes ci-après, les circuits des appareils de mesure électroniques sont répartis en deux groupes. A chacun de ces groupes correspondent des règles de sécurité particulières.

- a) Circuits en liaison conductrice avec le réseau (voir paragraphe 8.4), ainsi que :
- circuits destinés à être en liaison conductrice avec des tensions de mesure ou de réglage dangereuses, ou à produire ces tensions ; de même que :
 - circuits et éléments insuffisamment isolés par rapport aux circuits ci-dessus.
- b) Autres circuits.

Les intervalles entre électrodes des tubes à décharge dans le gaz, des tubes à vide et les semiconducteurs sont considérés comme n'assurant pas une isolation suffisante dans le cadre de la présente recommandation.
Les circuits portant des tensions dangereuses d'origine interne ne sont pas inclus dans le point a).

35.2 Application des mesures de protection

- a) Les prescriptions relatives à la construction, spécifiées aux paragraphes 35.3 à 35.9, ainsi que les mesures de protection conformes aux classes I et II sont applicables aux circuits décrits au paragraphe 35.1 a).

Dans les cas particuliers, des mesures de protection sont également imposées à d'autres circuits intérieurs comportant des parties dangereuses au toucher (voir paragraphe 35.10).

Les mesures de protection sont imposées uniquement aux circuits mentionnés ; il est toutefois entendu qu'une enveloppe pratiquement continue, utilisée comme protection, recouvre, en général, tout l'appareil.

- b) Ni les prescriptions relatives à la construction, mentionnées aux paragraphes 35.3 à 35.10, ni les mesures de protection conformes aux classes I et II ne seront imposées aux appareils qui :
- ne renferment pas de parties internes dangereuses au toucher ; et
 - ne sont pas destinés à être connectés au réseau ou à des circuits portant une tension dangereuse.

35.3 Prescriptions mécaniques générales

Les prescriptions suivantes s'appliquent aux parties et circuits définis au paragraphe 35.1 a).

- a) L'appareil doit être construit de manière à prévenir la mise en court-circuit des isolations entre les parties de circuits en liaison conductrice avec le réseau, et/ou les parties équivalentes, et les parties métalliques accessibles, à la suite d'un relâchement accidentel du câblage, des vis, etc.
On estime que cette condition est remplie si l'appareil satisfait aux essais mécaniques spécifiés dans la section onze.

34. After removal of detachable parts

- 34.1 A part which is exposed by removal of a cover or another detachable part (e.g. a plug-in unit) by hand shall not be live ; terminals and sockets are excepted within the limits of Sub-clause 33.7.

Compliance is checked by the application of the tests of Clauses 32 and 33.

- 34.2 Covers intended to be removed during normal operation, making parts accessible which are energized from the interior with live voltages of 1 kV or more, and the parts thus made accessible shall both be marked with a red-coloured flash (see Clause 18 c)).

Compliance is checked by inspection.

35. Constructional requirements

35.1 Subdivision of circuits into groups

For the purpose of the following clauses, circuits of electronic measuring apparatus are divided into two groups. To each of these groups particular safety requirements apply.

- a) Circuits conductively connected to the supply mains (see Sub-clause 8.4) and equivalently :
— circuits designed to be conductively connected to, or to supply, live measuring or control voltages ; and
— circuits and parts not sufficiently insulated from these circuits.
- b) Other circuits.

Gas-discharge, vacuum and semiconductor paths are regarded as not providing sufficient insulation for the purpose of this Recommendation.

Circuits carrying internal live voltages are not to be considered under a).

35.2 Application of protective measures

- a) The constructional requirements of Sub-clauses 35.3 to 35.9 and protective measures according to safety Classes I and II apply to circuits as defined in Sub-clause 35.1 a).

In particular cases, protective measures are also imposed on other interior circuits which include live parts (see Sub-clause 35.10).

The protective measures are imposed on the mentioned circuits only. However, it is understood that a substantial and continuous casing used as protection will in general cover the whole apparatus.

- b) Neither constructional requirements of Sub-clauses 35.3 to 35.10 nor protective measures according to safety Class I or II will consequently be imposed on those apparatus which :
— neither include live parts in the interior ;
— nor are intended to be connected to mains or live circuits.

35.3 General mechanical requirements

The following requirements apply to parts and circuits as defined under Sub-clause 35.1 a).

- a) The construction of the apparatus shall be such as to prevent short-circuiting of the insulation between parts of circuits connected to the supply mains and/or their equivalents, and accessible metal parts due to accidental loosening or freeing of the wiring, screws, etc.

The requirement is deemed to be fulfilled if the apparatus withstands the mechanical tests specified in Section Eleven.

- b) La rigidité des connexions câblées ne doit pas dépendre uniquement du soudage.

On considère que les conditions sont satisfaites lorsque l'on courbe le fil dans le trou d'une cosse ou que l'on enroule ce fil autour de la cosse jusqu'à ce qu'il prenne la forme d'un U. Lorsque les connexions câblées ne peuvent être ni courbées, ni enroulées, la rigidité du câblage peut être assurée au moyen de serre-fils ou d'attache. Cette prescription n'est pas applicable aux fils des composants des circuits imprimés ou analogues.

- c) Les vis de fixation des couvercles arrières, du fond, etc., dont la longueur détermine une ligne de fuite ou une distance dans l'air entre les parties accessibles et les parties dangereuses au toucher doivent être du type imperdable.

- d) Les parties interchangeables qui déterminent les distances dans l'air ou les lignes de fuite doivent être marquées de manière appropriée, afin d'éviter tout branchement irrégulier.

La conformité aux alinéas b) à d) est vérifiée par examen.

35.4 Lignes de fuite et distances dans l'air

- a) Les lignes de fuite et les distances dans l'air entre

- les parties de circuits définies au paragraphe 35.1 a), et
- les parties métalliques accessibles,

doivent avoir des valeurs au moins égales à celles indiquées au tableau II, page 44, et doivent correspondre à la tension à laquelle est soumise l'isolation dans les conditions normales d'emploi.

Les lignes de fuite et les distances dans l'air entre ces circuits et les autres circuits seront soumises à l'essai dans des conditions de fonctionnement anormal, sauf si elles sont conformes aux valeurs du tableau II (voir paragraphe 41.3).

Les circuits d'alimentation doivent satisfaire aux valeurs du tableau II après application d'une force de 2 N à toute partie ou fil non isolés.

Le contrôle est effectué par examen et par des mesures.

- b) *Si une partie isolante contient une encoche de moins de 1 mm de largeur, la ligne de fuite n'est pas mesurée le long de cette encoche, qui n'intervient que par sa largeur.*

Si une distance dans l'air se compose de deux ou plusieurs distances en série, on ne tiendra pas compte des distances de moins de 1 mm de largeur lors de l'évaluation de la distance totale.

Si une barrière isolante comprend deux parties entre lesquelles existe une fente capillaire, il faut également prendre en considération le chemin le long de la fente lors de la détermination des lignes de fuite et des distances dans l'air.

Les lignes de fuite et distances dans l'air spécifiées sont les séparations réelles minimales, compte tenu des tolérances dans les assemblages et les composants.

Lors de la détermination des lignes de fuite et distances dans l'air entre parties accessibles et parties dangereuses au toucher, toute zone accessible d'une partie non conductrice est considérée comme couverte d'une couche conductrice (voir la figure 7, page 100, à titre d'exemple).

Les tensions mentionnées dans le tableau II, colonne 1, sont déterminées lorsque l'appareil, alimenté sous sa tension nominale, a atteint son état de régime permanent.

Les lignes de fuite et distances dans l'air sont mesurées lorsque les conducteurs et les fiches sont dans leur position normale.

Pour les tensions supérieures à 2 500 V, l'épreuve diélectrique (paragraphe 37.4 et tableau III, page 52) permet de déterminer si les lignes de fuite et les distances dans l'air sont adéquates.

- b) The rigidity of wiring connections shall not depend only upon soldering.

Bending the wire through the hole of a solder tag or wrapping round the tag to the extent of an open U is considered to comply with the requirement. Where wire connections cannot be bent or wrapped, wiring rigidity shall be provided by cable clamps or cable lacing.

This requirement does not apply to the wire leads of components in printed circuits and the like.

- c) Screws which fix back covers, bottom covers, etc. and whose length determines a creepage distance or clearance between accessible parts and live parts shall be captive.

- d) Interchangeable parts which determine clearances or creepage distances shall be appropriately marked so as to avoid faulty insertion.

Compliance with paragraphs b) to d) is checked by inspection.

35.4 Creepage distances and clearances

- a) The creepage distances and clearances between

- parts of circuits as defined under Sub-clause 35.1 a) and
- accessible metal parts

shall be at least those specified in Table II, page 45, and correspond to the voltage to which the insulation is subjected under normal operating conditions.

Creepage distances and clearances between these circuits and other circuits will be subjected to testing under fault conditions, unless they comply with the values of Table II (see Sub-clause 41.3).

Mains supply circuits shall comply with the values of Table II after a force of 2 N has been applied against any non-insulated part or wire.

Compliance is checked by inspection and measurement.

- b) *If an insulating part contains a groove of less than 1 mm width, the creepage distance is not measured over the surface of the groove but only across its width.*

If a clearance consists of two or more air gaps in series, any gap of less than 1 mm width is ignored in calculating the total distance.

If an insulating barrier consists of two parts between which there is a capillary slit (an assembly gap), the path along the slit must be taken into account when measuring creepage distances and clearances.

The specified creepage distances and clearances are the minimum actual separations taking into account tolerances in assemblies and components.

In the determination of creepage distances and clearances between accessible parts and live parts, any accessible zone of a non-conductive part is considered as being covered with a conductive layer (see Figure 7, page 100, as an example).

The voltages mentioned in Table II, Column 1, are determined with the apparatus connected to the rated supply voltage after the steady state has been reached.

Creepage distances and clearances are measured with connectors and plugs in their normal positions.

For voltages over 2 500 V, the voltage test (Sub-clause 37.4 and Table III, page 53) is used to determine whether the creepage distances or clearances are adequate or not.

TABLEAU II

*Lignes de fuite et distances dans l'air, en millimètres,
pour les parties et les circuits définis au paragraphe 35.1 a)*

Tension nominale ou tension d'isolement		Vis-à-vis des parties métalliques accessibles des appareils de la classe II		Vis-à-vis des parties métalliques accessibles des appareils de la classe I et des autres circuits de tous les appareils	
1		2		3	
Courant continu ou courant alternatif si sinusoïdal (valeur efficace)	Courant alternatif (valeur de crête) ou tension mixte	Distance dans l'air	Ligne de fuite	Distance dans l'air	Ligne de fuite
Jusqu'à 24 V	Jusqu'à 34 V	2 (1)	2 (1)	1 (0,5)	1 (0,5)
De 24 à 60	De 34 à 85	3 (2)	3 (2)	2 (1)	2 (1)
De 60 à 250	De 85 à 354	4 (3)	4 (3)	3 (2)	3 (2)
De 250 à 450	De 354 à 630	5	7	3,5	4,5
De 450 à 650	De 630 à 920	6	9	4	6
De 650 à 1 000	De 920 à 1 400	8	13	5,5	9
De 1 000 à 1 500	De 1 400 à 2 100	15	18	10	12
De 1 500 à 2 000	De 2 100 à 2 800	18	21	12	14
De 2 000 à 2 500	De 2 800 à 3 600	20	23	14	15,5

Notes 1. — Les valeurs plus faibles, indiquées entre parenthèses, s'appliquent aux composants et éléments du type miniature (circuits imprimés, micromodules, etc.) dont la conception et la construction ne permettent pas de distances plus grandes ; elles peuvent être admises uniquement lorsque les distances sont obtenues rigideusement par des modes de construction et ne peuvent être réduites lors de l'assemblage des composants ou éléments dans l'appareil.

2. — Pour les appareils de la classe II à double isolation, les valeurs de la colonne 3 s'appliquent séparément tant à l'isolation fonctionnelle qu'à l'isolation de protection.

3. — La tension d'isolement est la tension qui exerce une contrainte sur l'isolation dans les conditions d'essai de référence (tension continue ou alternative ou, en cas de tension mixte, la somme des deux).

35.5 Appareils de la classe I

Toutes les parties métalliques accessibles de l'appareil, susceptibles de devenir dangereuses au toucher en cas de défaut, doivent être reliées entre elles et à la borne de terre de protection.

Dans ce but, les câbles utilisés pour la connexion entre les ensembles indépendants d'un appareil, à l'exclusion de n'importe quelle sorte de câbles coaxiaux, doivent comprendre un conducteur pour la mise à la terre de protection et ne doivent pas comporter uniquement une tresse métallique extérieure.

Le raccordement entre la borne de terre de protection et les parties métalliques accessibles peut être assuré par l'un des moyens suivants :

a) Directement, au moyen d'une connexion présentant de très bonnes caractéristiques conductrices.

Le contrôle est effectué, comme essai individuel, par examen et, en cas de doute, par la mesure de la résistance entre la borne de terre et les parties métalliques accessibles. Cette résistance ne doit pas dépasser 1 Ω .

TABLE II

*Creepage distances and clearances in millimetres
for parts and circuits as defined in Sub-clause 35.1 a)*

Rated voltage or isolation voltage		Against accessible metal parts of safety Class II apparatus		Against accessible metal parts of safety Class I apparatus and against other circuits of all apparatus	
1		2		3	
D.C. or a.c. r.m.s. if sinusoidal	A.C. peak or mixed voltage	Clearance	Creepage distance	Clearance	Creepage distance
Up to 24 V	Up to 34 V	2 (1)	2 (1)	1 (0.5)	1 (0.5)
Over 24 up to 60	Over 34 up to 85	3 (2)	3 (2)	2 (1)	2 (1)
Over 60 up to 250	Over 85 up to 354	4 (3)	4 (3)	3 (2)	3 (2)
Over 250 up to 450	Over 354 up to 630	5	7	3.5	4.5
Over 450 up to 650	Over 630 up to 920	6	9	4	6
Over 650 up to 1 000	Over 920 up to 1 400	8	13	5.5	9
Over 1 000 up to 1 500	Over 1 400 up to 2 100	15	18	10	12
Over 1 500 up to 2 000	Over 2 100 up to 2 800	18	21	12	14
Over 2 000 up to 2 500	Over 2 800 up to 3 600	20	23	14	15.5

Notes 1. — The smaller values indicated in parentheses apply to miniature type components (printed circuits, micro-modules, etc.) and parts in which the design and construction do not provide larger spacings, and may be accepted only where the spacings are rigidly maintained by constructional means and cannot be reduced during assembly of the component or part into the apparatus.

2. — For safety Class II apparatus with double insulation, the values of Column 3 apply both to functional insulation and to protective insulation separately.

3. — The isolation voltage is the voltage which stresses the insulation at reference test conditions (d.c. or a.c. voltage, or, in the case of a mixed voltage, the sum of both).

35.5 *Safety Class I apparatus*

All accessible metal parts of the apparatus, susceptible of becoming live in the case of faults, shall be bonded electrically to the protective earth terminal.

For this purpose, cords and cables used for the connection between self-contained units of an apparatus, excluding any kind of coaxial cables, shall contain a conductor for protective earth connection and shall not rely solely on an exterior metallic braid.

The connection between the protective earth terminal and the accessible metal parts may be provided by one of the following means :

a) Directly, by a well-conducting connection.

Compliance is checked, as a routine test, by inspection, and, in case of doubt, by measuring the resistance between the earth terminal and the accessible metal parts. It shall not exceed 1 Ω .

- b) Indirectement, au moyen d'un dispositif intermédiaire, qui fonctionne de manière sûre lorsque les parties métalliques accessibles deviennent dangereuses au toucher.

Des essais pour le contrôle sont à l'étude.

- c) La borne de terre de protection peut également être raccordée à un écran de protection ayant de bonnes caractéristiques conductrices. L'écran doit séparer de tous les autres circuits les circuits reliés au réseau et leurs équivalents, et doit en être isolé de manière à supporter les essais décrits à l'article 37, comme applicables.

Un dispositif de connexion peut permettre de relier cet écran aux parties métalliques accessibles.

Le contrôle est effectué par examen et par l'exécution des essais spécifiés.

35.6 Appareils de la classe II

Les appareils de la classe II ne doivent pas être munis d'une borne de terre de protection.

Dans le cas des appareils de la classe II dont le châssis est dangereux au toucher et dont l'enveloppe est partiellement ou entièrement métallique, ou dont le châssis est isolé de cette enveloppe conductrice, la protection doit être assurée :

- a) en recouvrant l'intérieur de l'enveloppe d'une couche isolante équivalente à l'isolation enveloppante, entourant entièrement le châssis, ainsi que tous les endroits où une partie dangereuse au toucher relâchée pourrait entrer en contact avec le boîtier ; ou
- b) en construisant l'appareil de telle façon que les lignes de fuite et les distances dans l'air entre le châssis ou les autres parties dangereuses au toucher et l'enveloppe ne puissent être réduites à moins de 50% des valeurs spécifiées au tableau II, page 44, à la suite du relâchement de certaines parties ou de certains fils.

Dans le cadre de cette prescription :

- il n'est pas prévu que deux défauts indépendants l'un de l'autre puissent se produire simultanément ;
- les vis ou les écrous munis de rondelles-freins ne sont pas considérés comme susceptibles de se relâcher ;
- les fils qui sont fixés par des moyens mécaniques indépendants du soudage ne sont pas considérés comme susceptibles de se relâcher.

Le contrôle est effectué par examen et par des mesures.

35.7 Appareils de la classe III

Les appareils de la classe III ne doivent pas être munis d'une borne de terre de protection.

Le contrôle est effectué par examen.

Les appareils de la classe III sont exemptés des conditions énumérées au paragraphe 35.4.

Les appareils alimentés par de très basses tensions de réseau, mais qui produisent des tensions dangereuses, doivent toutefois répondre, pour ces circuits, aux règles de sécurité spécifiées pour les classes I ou II.

35.8 Combinaison des mesures de protection

Dans le cas des appareils de la classe I renfermant plusieurs parties ou circuits distincts à protéger par la mise à la terre, ou renfermant des circuits protégés conformément à la classe II, les prescriptions et les essais ci-dessus s'appliquent séparément à chaque circuit, suivant son mode de protection.

Les mesures de protection doivent toutefois être combinées de manière à ne pas s'annuler l'une l'autre.

Le contrôle est effectué par l'examen du schéma du circuit.

35.9 Circuits de mesure et de commande

Les circuits de mesure et de commande destinés à être raccordés à des tensions flottantes dangereuses ne doivent pas être connectés aux parties métalliques accessibles de l'appareil. Les circuits destinés à fonctionner en permanence avec une borne au potentiel de la terre peuvent avoir cette borne connectée aux parties métalliques accessibles.

- b) Indirectly, by an intermediate device which operates reliably when accessible metal parts become live.

Compliance tests are under consideration.

- c) The protective earth terminal may also be connected to a conductive protective screen. The screen shall separate the mains circuits and their equivalents from all other circuits and shall be insulated from them to withstand the tests of Clause 37 as applicable.

A connecting link may allow connection of this screen with the accessible metal parts.

Compliance is checked by inspection and by performing the indicated tests.

35.6 *Safety Class II apparatus*

Class II apparatus shall not be provided with a protective earth terminal.

For Class II apparatus with a live chassis and an enclosure partly or wholly of metal, or with a chassis which is insulated from this conducting enclosure, protection shall be assured by :

- a) covering the inside of the enclosure with an insulating coating equivalent to an insulation encasing surrounding the whole chassis and all places where a loosened live part might touch the casing ; or
- b) designing the apparatus in such a way that the creepage distances and clearances between the chassis or other live parts and the enclosure cannot be reduced to less than 50% of the values specified in Table II, page 45, by parts or wires getting loose.

For the purpose of this requirement :

- it is not expected that two independent faults will occur simultaneously ;
- screws or nuts with lock washers are not regarded as liable to become loose ;
- wires which are mechanically secured, apart from by soldering, are not regarded as liable to become loose.

Compliance is checked by inspection and measurement.

35.7 *Safety Class III apparatus*

Class III apparatus shall not be provided with a protective earth terminal.

Compliance is checked by inspection.

Class III apparatus is exempted from the requirements of Sub-clause 35.4.

Apparatus which is fed by extra-low mains voltages but generates live voltages, however, shall comply with safety Class I or II requirements for the circuits concerned.

35.8 *Combination of protective measures*

For safety Class I apparatus containing more than one separate part or circuit to be protected by earthing, or containing circuits protected according to safety Class II, the requirements and tests described herein apply separately to each circuit according to its protection.

Protective measures shall, however, only be combined in such a way that they do not cancel one another.

Compliance is checked by examination of the circuit diagram.

35.9 *Measuring and control circuits*

Measuring and control circuits intended to be connected to live floating voltages shall not be connected to accessible metal parts of the apparatus. Circuits designed to be always operated with one terminal at earth potential may have this terminal connected to accessible metal parts.

Dans ce dernier cas, le raccordement des dispositifs de connexion extérieure aux parties métalliques accessibles doit être évident (voir également paragraphe 57.3). S'il n'en est pas ainsi, le dispositif de connexion doit porter le symbole : $\perp$.

Le contrôle est effectué par examen.

Il est entendu qu'aucun raccordement interne des parties métalliques accessibles aux circuits reliés au réseau, y compris le neutre, n'est admis (voir également le paragraphe 12.4).

35.10 Circuits intérieurs

Les circuits autres que ceux définis au paragraphe 35.1 a), mais qui renferment des parties dangereuses au toucher, doivent être disposés de telle façon que, si le câblage, les vis, etc., se relâchent ou se détachent accidentellement, les parties accessibles ne deviendront pas dangereuses au toucher.

Cette prescription est considérée comme satisfaite si une mesure de protection conforme à la classe I ou à la classe II est appliquée de manière à inclure ces circuits.

Le contrôle est effectué par examen.

36. Parties en liaison conductrice directe avec le réseau

Les lignes de fuite et les distances dans l'air entre les parties en liaison conductrice directe avec le réseau doivent avoir au moins les valeurs spécifiées au tableau II, page 44, colonne 3.

Le contrôle est effectué par examen et par des mesures.

37. Préconditionnement hygroscopique et règles concernant l'isolation

L'isolation de l'appareil doit être satisfaisante, de façon à avoir une rigidité électrique suffisante pour éviter la perforation ou le contournement, et avoir une résistance diélectrique suffisante pour prévenir les courants de fuite excessifs ou la détérioration thermique.

Le contrôle est effectué par l'exécution des essais spécifiés aux paragraphes 37.1 à 37.4.

37.1 Préconditionnement hygroscopique

Avant d'effectuer les essais de type sur l'isolation, l'appareil doit être maintenu pendant 4 h dans une chambre sèche, à une température comprise entre 32 °C et 38 °C (42 °C à 48 °C pour les appareils tropicalisés) et, ensuite, pendant 24 h à la même température, mais à une humidité relative comprise entre 90% et 95%.

Le preconditionnement hygroscopique doit être effectué selon la procédure spécifiée pour l'essai C de la Publication 68 de la CEI et selon les directives données dans la Publication 68-2-28 de la CEI.

L'application correcte du preconditionnement hygroscopique implique l'absence de gouttes d'eau sur ou à l'intérieur de l'appareil essayé.

37.2 Exécution des essais

Immédiatement après le preconditionnement, l'essai de résistance d'isolement et l'épreuve diélectrique décrits dans les paragraphes qui suivent sont effectués.

L'appareil ne doit pas fonctionner durant le preconditionnement, ni lors des essais.

Aucun preconditionnement ne doit être effectué avant les essais individuels.

Les appareils dont l'enveloppe est entièrement ou partiellement en matière isolante doivent être enveloppés, après le preconditionnement, dans une feuille de métal de façon que la distance entre la feuille et les bornes de l'appareil ne soit pas supérieure à 20 mm.

In the latter case, the connection of the terminal to accessible metal parts shall either be self-evident (see also Sub-clause 57.3) or the terminal shall be marked with the symbol: $\perp$.

Compliance is checked by inspection.

It is understood that no internal connection of accessible metal parts to mains circuits including the neutral is allowed (see also Sub-clause 12.4).

35.10 Internal circuits

Circuits, other than those defined under Sub-clause 35.1 a) but which include live parts, shall be so arranged that accidental loosening or freeing of the wiring, screws, etc., will not cause accessible parts to become live.

This requirement is deemed to be fulfilled if a protective measure according to safety Class I or II is so applied as to include these circuits.

Compliance is checked by inspection.

36. Parts directly connected to the supply mains

Creepage distances and clearances between parts directly connected to the supply mains shall have at least the values given in Table II, page 45, Column 3.

Compliance is checked by inspection and measurement.

37. Moisture treatment and requirements for insulation

The insulation of the apparatus shall be adequate so as to have a sufficient dielectric strength to prevent breakdown or flashover and a sufficient dielectric resistance to prevent excessive leakage currents or thermal breakdown.

Compliance is checked by performing the tests specified in Sub-clauses 37.1 to 37.4.

37.1 Moisture treatment

Before type tests on insulation are performed, the apparatus shall be stored for 4 h in a dry chamber with a temperature of 32 °C to 38 °C (for tropicalized apparatus 42 °C to 48 °C) followed by a 24 h storage at the same temperature but with a relative humidity of 90% to 95%.

The moisture treatment shall be performed according to the procedure specified for the Test C, of IEC Publication 68 and the guidance given in IEC Publication 68-2-28.

The correct application of the moisture treatment implies that no water drops will appear on or inside the apparatus under test.

37.2 Performance of tests

Immediately after the moisture treatment, the insulation and voltage tests described in the following sub-clauses shall be performed.

The apparatus is inoperative during the moisture treatment and the actual tests.

No moisture treatment shall be made before performing routine tests.

Apparatus having an enclosure wholly or partially made of insulating material shall, after the moisture treatment, be wrapped in a metal foil to within a distance of not more than 20 mm from the terminals of the apparatus.

37.3 Essais de résistance d'isolement

- a) Circuits définis au paragraphe 35.1 a) des appareils de la classe I et de la classe II.

La résistance d'isolement doit être mesurée lorsque l'état de régime est atteint et au moins 5 s après avoir appliqué la plus élevée des tensions continues suivantes : soit 500 V, soit une tension égale à celle exerçant une contrainte sur l'isolation dans les conditions d'essai de référence.

La tension d'essai est appliquée entre, d'une part, les circuits d'alimentation mis en court-circuit y compris les circuits considérés comme équivalents et, d'autre part, tous les autres circuits accessibles de l'extérieur et l'enveloppe. Le courant de fuite qui en résulte ne doit pas dépasser 100 μ A.

- b) Autres circuits des appareils de la classe I et de la classe II et circuits des appareils de la classe III.

La résistance d'isolement de tous les circuits non reliés aux parties métalliques accessibles doit être mesurée entre ces circuits et l'enveloppe lorsque l'état de régime est atteint et au moins 5 s après avoir appliqué une tension d'environ 100 V en courant continu. La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 1 M Ω .

- c) Les résistances et autres parties conductrices en parallèle avec l'isolation soumise à l'essai peuvent être déconnectées lors de ces essais.

37.4 Epreuves diélectriques

- a) Les épreuves diélectriques doivent être appliquées aux isolations, avec les tensions d'essai indiquées au tableau III, page 52.

Pour la répétition des essais, les prescriptions suivantes sont applicables sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur :

Si la tension d'essai ne dépasse pas 2 kV, les appareils peuvent être soumis au nombre d'essais nécessaires, chacun d'eux étant effectué à 100% de la tension d'essai.

Les appareils pour lesquels la tension d'essai dépasse 2 kV peuvent être soumis deux fois à l'essai diélectrique (c'est-à-dire une répétition) chacun d'eux étant effectué à 100% de la tension d'essai. Les répétitions ultérieures de l'essai doivent être effectuées à 80% de la tension d'essai spécifiée.

- b) Les épreuves diélectriques doivent être effectuées avec une tension alternative de forme pratiquement sinusoïdale, à une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz. La tension d'essai doit être appliquée progressivement, par paliers, jusqu'à sa valeur spécifiée, de telle sorte qu'aucune tension transitoire appréciable n'apparaisse, et doit être ensuite maintenue pendant 1 min.

Une source d'environ 5 mA est généralement suffisante pour déceler une perforation, même si une résistance est incorporée dans le circuit de contournement.

- c) Les épreuves diélectriques doivent également être effectuées comme essais individuels. Toutefois, il n'y a pas lieu d'effectuer des essais individuels qui nécessiteraient l'enveloppement de l'appareil dans une feuille métallique.

Les essais individuels peuvent également être effectués en augmentant la tension d'essai en 2 s jusqu'à sa valeur maximale et en l'y maintenant pendant 2 s supplémentaires.

- d) Pendant l'épreuve diélectrique, il ne doit se produire ni perforation ni contournement.

Les effets de couronne et les phénomènes analogues ne sont pas pris en considération.

- e) Dans le cas de circuits considérés comme reliés entre eux, ou comme n'étant pas isolés les uns des autres, ou comme n'étant pas isolés des parties métalliques accessibles, l'épreuve diélectrique ne doit pas être effectuée. Ces circuits doivent être reliés les uns aux autres au cours de l'épreuve diélectrique.

Conformément au paragraphe 35.1, l'expression « n'étant pas isolés » est applicable particulièrement aux intervalles entre électrodes de tubes à décharge dans le gaz et à vide, et aux semiconducteurs.

37.3 *Insulation resistance tests*

- a) Circuits according to Sub-clause 35.1 a) of safety Classes I and II apparatus.

The insulation resistance shall be determined when steady state has been reached and at least 5 s after applying a d.c. voltage of 500 V or of the value which stresses the insulation at reference test conditions, whichever is the higher.

The test voltage is applied between the short-circuited mains circuits including the circuits regarded as equivalent on the one hand and all other circuits accessible from the exterior and the enclosure on the other hand. The resulting leakage current shall not exceed 100 μ A.

- b) Other circuits of safety Classes I and II apparatus and circuits of safety Class III apparatus.

The insulation resistance of all circuits which are not connected to accessible metal parts shall be measured between these circuits and the enclosure when steady state has been reached and at least 5 s after applying a d.c. voltage of about 100 V. It shall not be less than 1 M Ω .

- c) Resistors and other conductive parts in parallel with the insulation to be tested may be disconnected during these tests.

37.4 *Voltage tests*

- a) *Voltage tests shall be applied to the insulations, with the test voltages shown in Table III, page 53.*

For repetition tests, the following applies unless otherwise agreed between manufacturer and user :

If the test voltage does not exceed 2 kV, the apparatus may be subjected to the necessary number of tests, each of them being performed at 100% test voltage.

For apparatus the test voltage of which exceeds 2 kV, two tests are admitted (i.e. one repetition) each of them at 100% test voltage. Further repetition tests should be performed at 80% of the specified test voltage.

- b) *Voltage tests shall be performed with a substantially sinusoidal alternating voltage with a frequency between 45 Hz and 65 Hz. The test voltage shall be raised gradually to its specified value and by such steps that no appreciable transients occur, and then maintained for 1 min.*

A source of about 5 mA will, in general, be sufficient and will show breakdown even if a resistor is incorporated in the flashover circuit.

- c) *Voltage tests shall also be performed as routine tests. However, no routine tests are performed which would require wrapping the apparatus in a metal foil.*

Routine tests may also be performed by raising the test voltage within 2 s to its specified value and maintaining it for a further 2 s.

- d) *During the voltage test, no breakdown or flashover shall occur.*

Corona effects and similar phenomena are disregarded.

- e) *In the case of circuits which are regarded as connected to, or as not insulated from, one another and from accessible metal parts, the voltage test shall be omitted. These circuits shall be connected one to another during the voltage test.*

According to Sub-clause 35.1, the term “not insulated” applies especially to separations by gas-discharge, vacuum and semiconductor paths.

TABLEAU III
Tensions d'essai

	Isolations soumises à l'essai	Tension nominale ou tension d'isolement (U_{is})		Tension d'essai kV
		Tension continue ou alternative si sinusoïdale (valeur efficace) V	Tension alternative (valeur de crête) ou mixte V	
1	Isolations entre chacun des circuits mentionnés au paragraphe 35.1 a)	Jusqu'à 60	Jusqu'à 85	0,5
2	Isolations entre ces circuits et l'enveloppe des appareils de la classe I	De 60 à 250 De 250 à 650	De 85 à 354 De 354 à 920	1,5 2
3	Isolations entre ces circuits et les écrans de protection conformes au paragraphe 35.5 c)	De 650 à 1 000	De 920 à 1 400	3
4	Dans le cas où des parties à double isolation sont à essayer séparément, à la fois isolation fonctionnelle et isolation de protection	De 1 000 à 2 000 Plus de 2 000	De 1 400 à 2 800 Plus de 2 800	5 Nombre entier de kilovolts immédiatement supérieur à la valeur de $2 U_{is} + 1 000$ V
5	Isolations entre les circuits mentionnés au paragraphe 35.1 a) et l'enveloppe des appareils de la classe II	Jusqu'à 60 De 60 à 250	Jusqu'à 85 De 85 à 354	0,75 3
6	Isolations entre circuits du réseau et circuits destinés à alimenter des circuits extérieurs non dangereux au toucher tels que sorties d'alimentation vers d'autres appareils	De 250 à 650 De 650 à 1 000 De 1 000 à 2 000 Plus de 2 000	De 354 à 920 De 920 à 1 400 De 1 400 à 2 800 Plus de 2 800	4 6 10 Deux fois le nombre entier de kilovolts immédiatement supérieur à la valeur de $2 U_{is} + 1 000$ V
7	Isolations entre tous les autres circuits conformes au paragraphe 35.1 b) des appareils des classes I et II et l'enveloppe Durant toutes les épreuves diélectriques, ces circuits sont reliés entre eux ; durant les essais des lignes 1 à 6, ils sont également reliés à l'enveloppe			$2 U_{is} + 200$ V ou 500 V, la plus grande de ces deux valeurs étant applicable
8	Isolations entre les circuits des appareils de la classe III et l'enveloppe Durant cet essai, les circuits sont reliés entre eux			500 V

Notes 1. — La tension d'isolement U_{is} est la tension qui exerce une contrainte sur l'isolation dans les conditions d'essai de référence (tension continue ou alternative ou, dans le cas de tension mixte, la somme des deux).

2. — Si plusieurs tensions nominales d'alimentation sont prévues, la tension d'essai doit être choisie sur la base de la tension nominale d'alimentation la plus élevée.

TABLE III
Test voltages

	Insulations to be tested	Rated voltage or isolation voltage (U_{is})		Test voltage kV
		D.C. or a.c. r.m.s. if sinusoidal V	A.C. peak or mixed voltage V	
1	Insulations between each of the circuits mentioned in Sub-clause 35.1 a)	Up to 60	Up to 85	0.5
2	Insulations between these circuits and the enclosure of safety Class I apparatus	Over 60 up to 250 Over 250 up to 650	Over 85 up to 354 Over 354 up to 920	1.5 2
3	Insulations between these circuits and protective screens according to Sub-clause 35.5 c)	Over 650 up to 1 000	Over 920 up to 1 400	3
4	In the case of parts of double insulations to be tested separately, both the functional insulation and the protective insulation	Over 1 000 up to 2 000 More than 2 000	Over 1 400 up to 2 800 More than 2 800	5 Nearest whole number of kilovolts higher than the value $2 U_{is} + 1\,000\text{ V}$
5	Insulations between circuits mentioned in Sub-clause 35.1 a) and the enclosure of safety Class II apparatus	Up to 60 Over 60 up to 250	Up to 85 Over 85 up to 354	0.75 3
6	Insulations between mains circuits and circuits which are intended to supply power to non-live exterior circuits such as power outlets to other apparatus	Over 250 up to 650 Over 650 up to 1 000 Over 1 000 up to 2 000 More than 2 000	Over 354 up to 920 Over 920 up to 1 400 Over 1 400 up to 2 800 More than 2 800	4 6 10 Twice the nearest whole number of kilovolts higher than the value $2 U_{is} + 1\,000\text{ V}$
7	Insulations between all other circuits according to Sub-clause 35.1 b) of safety Classes I and II apparatus and the enclosure During all voltage tests, these circuits are connected together; during the tests of lines 1 to 6, they are also connected to the enclosure			$2 U_{is} + 200\text{ V}$ or 500 V, whichever is the higher value
8	Insulations between the circuits of safety Class III apparatus and the enclosure During this test, the circuits are connected together			500 V

Notes 1. — The isolation voltage U_{is} is the voltage which stresses the insulation at reference test conditions (d.c. or a.c. voltage, or, in the case of a mixed voltage, the sum of both).

2. — If several rated supply voltages are provided, the test voltage shall be selected on the basis of the highest rated supply voltage.

- f) *Les condensateurs d'antiparasitage entre les conducteurs du réseau et les parties métalliques accessibles ne doivent pas être déconnectés pendant les essais individuels.*

Si, en ce qui concerne ces condensateurs, il est pratiquement impossible d'effectuer l'essai avec une tension alternative, on peut utiliser une tension continue égale à 1,4 fois la tension alternative prescrite.

Les résistances en parallèle avec les isolations soumises à l'essai doivent être déconnectées. Les essais qui exigent cette déconnexion ne doivent être effectués que comme essais de type.

38. Courant de fuite

L'isolation doit rester satisfaisante lorsque l'appareil est utilisé pour le but prévu.

Le contrôle est effectué au moyen de l'essai ci-après, qui détermine le courant de fuite.

- 38.1 *L'appareil doit être posé sur une base isolante et doit être alimenté sous 1,1 fois la tension nominale jusqu'à ce qu'il atteigne la température de régime. Si des tensions nominales différentes sont prévues, on doit appliquer 1,1 fois la tension nominale la plus élevée.*
On mesure le courant de fuite provenant de toutes les parties métalliques accessibles reliées entre elles, y compris la borne de terre de mesure et/ou, dans le cas d'enveloppes isolantes, de la feuille de métal spécifiée au paragraphe 37.2.

- 38.2 *Le courant de fuite n'est pas excessif si :*

- pour les parties métalliques accessibles, la borne de terre de mesure et la feuille, suivant le cas, la tension ne dépasse pas les limites de la très basse tension ; ou*
- dans le cas de tensions plus élevées, les courants provenant des parties mentionnées ne dépassent pas les limites indiquées au tableau IV, lorsqu'ils sont mesurés au moyen d'ampèremètres dont la résistance intérieure est de 2 000 Ω (y compris une résistance en série, si nécessaire) et lorsqu'ils sont raccordés suivant les indications des figures 2 à 4, pages 96 et 97.*

TABLEAU IV
Valeurs limites du courant de fuite

	Appareil conforme à :	Schéma de raccordement	Courant de fuite I_1	Courant de fuite I_2
1	Classe I, la borne de terre de protection étant raccordée directement, conformément au paragraphe 35.5 a)	Figure 2	5 mA (crête) courant alternatif 5 mA courant continu	—
2	Classe I, la borne de terre de protection étant raccordée indirectement, conformément aux paragraphes 35.5 b) et 35.5 c)	Figure 3	5 mA (crête) courant alternatif 5 mA courant continu	0,7 mA (crête) courant alternatif 2 mA courant continu
3	Classe II	Figure 4	—	0,7 mA (crête) courant alternatif 2 mA courant continu
4	Classe III	Pas d'essai de courant de fuite		

- 38.3 *La mesure du courant de fuite doit également être effectuée sur les circuits de mesure et de commande qui sont prévus pour fonctionner à des tensions dangereuses. Les tensions de commande ou de mesure les plus élevées admissibles doivent être appliquées, ou réglées, et la somme de toutes les tensions ou courants de fuite mesurés ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au paragraphe 38.2.*

- f) *Suppression capacitors between the mains conductors and accessible metal parts shall not be disconnected during routine tests.*

If, in respect of these capacitors, it is impracticable to perform the test with an a.c. voltage, a d.c. voltage equal to 1.4 times the prescribed a.c. test voltage may be used.

Resistors in parallel with the insulation to be tested shall be disconnected. Tests needing such disconnection shall be performed as type tests only.

38. Leakage current

The insulation shall remain adequate when the apparatus is used for its intended purpose.
Compliance is checked by the following test which determines the leakage current.

- 38.1 *The apparatus shall be set up on an insulated base and be operated with 1.1 times the rated supply voltage until it has reached steady-state temperature. If different voltages can be set, 1.1 times the highest rated voltage shall be applied.*

The leakage current is measured from all accessible metal parts connected together including the measuring earth terminal, and/or in the case of an enclosure made of insulating material, a metal foil applied as described in Sub-clause 37.2.

- 38.2 *The leakage current is not excessive :*

- if for the accessible metal parts, the measuring earth terminal, and the foil, as applicable, the voltage does not exceed the limit of extra-low voltage, or*
- if, at higher voltages, the currents from the mentioned parts do not exceed the limits indicated in Table IV when measured by ammeters having an internal resistance of 2 000 Ω (including, if required, a series resistor) and being connected according to Figures 2 to 4, pages 96 and 97.*

TABLE IV
Limiting values of leakage current

	Apparatus according to :	Set-up according to :	Leakage current I_1	Leakage current I_2
1	Safety Class I, protective earth terminal directly connected according to Sub-clause 35.5 a)	Figure 2	5 mA (peak) a.c. 5 mA d.c.	—
2	Safety Class I, protective earth terminal indirectly connected according to Sub-clauses 35.5 b) and 35.5 c)	Figure 3	5 mA (peak) a.c. 5 mA d.c.	0.7 mA (peak) a.c. 2 mA d.c.
3	Safety Class II	Figure 4	—	0.7 mA (peak) a.c. 2 mA d.c.
4	Safety Class III	No leakage current test		

- 38.3 *The leakage current measurement shall also be performed on measuring and control circuits which are intended to be operated at live voltages. The highest permissible measuring or control voltages shall be applied or be adjusted, and the sum of all measured voltages or leakage currents shall not exceed the values indicated in Sub-clause 38.2.*

Les mesures doivent être effectuées avec des tensions pratiquement sinusoïdales. Pour les fréquences supérieures à 1 kHz, les limites admissibles sont multipliées par la valeur de la fréquence en kilohertz avec un maximum de 70 mA (valeur de crête).

La valeur de 0,7 mA est applicable aux appareils non tropicalisés et tropicalisés. Dans des conditions extrêmes, il suffit, pour prévenir toute perception désagréable, d'effectuer un essai à 0,3 mA comme indiqué au paragraphe 32.1.

Il peut être souhaitable, au cours de l'exécution de cet essai, de séparer l'appareil du réseau au moyen d'un transformateur d'isolement.

SECTION DIX — ESSAIS DANS LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT ANORMAL

Lorsque certaines parties de l'appareil sont soumises à des conditions de fonctionnement anormal, aucune partie ne doit atteindre une température dépassant les limites spécifiées, aucun gaz inflammable ne doit être libéré au point de provoquer un danger d'incendie, et la protection contre les chocs électriques ne doit pas être mise en défaut.

Les conditions de fonctionnement anormal sont décrites à l'article 41.

39. *La conformité aux exigences relatives à la protection contre les chocs électriques est vérifiée par l'exécution des essais décrits à l'article 32, modifié ainsi qu'il est indiqué ci-après, et après enlèvement des couvercles ou parties amovibles détachables à la main.*
40. *La conformité aux exigences relatives à la protection contre l'échauffement et l'incendie est vérifiée par l'exécution de l'essai décrit à l'article 26, modifié comme indiqué ci-après.*
- 40.1 *Les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau I, page 32, colonne 2. Si la température est limitée par le fonctionnement de limiteurs de température ou de résistances fusibles, les températures sont mesurées 2 min après le fonctionnement du dispositif. S'il n'y a pas de limiteur de température ou si le limiteur de température ne fonctionne pas, les températures sont mesurées lorsque l'état de régime est atteint, mais au plus tard après 4 h de fonctionnement de l'appareil.*
Si la température est limitée par le fonctionnement d'un fusible, en cas d'ambiguïté, les essais additionnels suivants doivent être faits:
Le fusible est mis en court-circuit au cours de l'essai et le courant qui le traverse, dans les conditions appropriées de fonctionnement anormal, est mesuré. On fait ensuite fonctionner l'appareil pendant une durée correspondant au temps maximal de fusion du type de fusible comme il est spécifié, par exemple, dans la Publication 127 de la CIE pour le courant mesuré ci-dessus. Les températures sont mesurées 2 min après la fin de la période de fonctionnement.
En déterminant le courant à travers le fusible, il faut prendre en considération que ce courant peut varier en fonction du temps. C'est pourquoi il faut le mesurer dans le plus court délai après la mise en marche, compte tenu du temps de chauffage de l'appareil, en particulier s'il comporte des tubes électroniques.
- 40.2 *Afin de vérifier si les gaz libérés par les composants sont, ou non, inflammables, un essai est effectué au moyen d'un générateur d'étincelles à haute fréquence.*
Pendant cet essai, aucune explosion ne doit avoir lieu et toute flamme produite ne doit pas continuer à brûler pendant plus de 10 s après l'enlèvement du générateur d'étincelles.
Les étincelles doivent être appliquées aux composants qui sont susceptibles de libérer des gaz inflammables.
- 40.3 *Afin de vérifier que ni la rigidité diélectrique, ni les lignes de fuite et distances dans l'air n'ont été réduites de manière inadmissible, il peut être nécessaire de répéter les essais d'isolement après avoir supprimé les conditions de fonctionnement anormal.*
Pour autant qu'elle soit sans importance dans le cadre de la présente recommandation, la fusion des matériaux isolants est négligée.

Measurements shall be performed with substantially sinusoidal voltages. For frequencies above 1 kHz, the permitted limits are multiplied by the value of the frequency in kilohertz with a maximum of 70 mA (peak).

The value of 0.7 mA applies to both non-tropicalized and tropicalized apparatus. Under extreme conditions, the application of a test at 0.3 mA as noted in Sub-clause 32.1 is quite sufficient to prevent any uncomfortable perception.

It may be advisable to separate the apparatus by an isolating transformer from the mains supply when performing this test.

SECTION TEN — TESTING UNDER FAULT CONDITIONS

When fault conditions are applied to particular parts of the apparatus, no part shall reach a temperature exceeding specified limits, nor shall flammable gases be liberated to such an extent that there is a danger of spread of fire, nor shall the protection against electric shock hazard be impaired.

Fault conditions are described in Clause 41.

39. *Compliance with shock protection requirements is checked by performing the tests described in Clause 32, modified as shown below, and after removal of covers or parts which can be removed by hand.*

40. *Compliance with heat and fire protection requirements is checked by performing the test prescribed in Clause 26, modified as shown below.*

40.1 *Temperature rises shall not exceed the values indicated in Table I, page 33, Column 2.
If the temperature is limited by the operation of thermal releases or fusing resistors, the temperatures are measured 2 min after the operation of the device.
If there is no temperature-limiting device or if the device does not operate, the temperatures are measured after a steady state has been reached, but not later than after 4 h operation of the apparatus.*

If the temperature is limited by a fuse, the following additional test is carried out in case of doubt :

The fuse is short-circuited during the test and the current through it, under the relevant fault conditions, is measured. The apparatus is then operated for a duration corresponding to the maximum fusing time of the type of fuse, as specified in, for example, IEC Publication 127, for the current measured above. Temperatures are measured 2 min after the end of the period of operation.

In determining the current through the fuse, it should be remembered that this current may vary as a function of time. It should be measured therefore as soon as possible after switching on, taking into consideration the heating time of the apparatus, especially where electronic valves are used.

40.2 *To check whether gases liberated from component parts are flammable or not, a test with a high-frequency spark generator is made.*

During this test, no explosion shall occur and any flames produced shall not continue to burn for more than 10 s after removal of the spark generator.

The sparks shall be applied to those components which are likely to liberate flammable gases.

40.3 *To verify that neither the dielectric strength nor the creepage distances and clearances have been inadmissibly reduced, it may be necessary to repeat insulation tests after having eliminated fault conditions.*

The melting of insulating materials, which is not of importance within the sense of this Recommendation, is neglected.

41. *Les conditions de fonctionnement anormal doivent être appliquées aux appareils des classes I et II de la manière suivante et aux parties et composants indiqués ci-après.*

L'examen de l'appareil et du schéma des circuits révèle généralement les conditions de fonctionnement anormal susceptibles de provoquer des manquements aux règles de sécurité. Ces conditions doivent être, par conséquent, appliquées successivement, dans l'ordre le plus convenable.

- 41.1 *Les revêtements de laque, d'émail, d'oxydes, de pellicules anodiques et les isolations en fibre ou en bois, ainsi que les moulages avec des compounds (à l'exception des résines autodurcissables) qui pourraient déterminer la protection contre les chocs électriques dans le cas des parties métalliques accessibles, sont mis en court-circuit.*

Les conditions de fonctionnement anormal ne sont pas appliquées aux matériaux dont la robustesse mécanique et la fiabilité ont été vérifiées par d'autres essais appropriés.

- 41.2 *Les intervalles entre électrodes des tubes à décharge dans le gaz, des tubes à vide et les semiconducteurs qui pourraient déterminer la séparation entre les circuits de mesure et de commande, les circuits reliés au réseau et les autres circuits alimentés par des tensions dangereuses dans les conditions d'essai de référence, sont mis en court-circuit.*

Ces intervalles ou semiconducteurs ont aussi été mis auparavant en court-circuit au cours des épreuves diélectriques (voir aussi le paragraphe 35.1).

Cependant, lors de l'essai dans les conditions de fonctionnement anormal, il peut ne pas être nécessaire de court-circuiter les intervalles ou semiconducteurs si, après l'examen indiqué à l'article 41 et les calculs correspondants, il apparaît évident qu'après la mise en court-circuit aucun des circuits mentionnés ci-dessus ne devient dangereux par suite de tensions provenant ainsi d'autres circuits et qu'aucun élément n'est surchargé au point d'entraîner des conditions dangereuses.

- 41.3 *Les lignes de fuite et les distances dans l'air, non conformes aux valeurs du tableau II, page 44, qui déterminent une séparation entre les circuits de mesure et de commande, les circuits reliés au réseau et les autres circuits alimentés par des tensions dangereuses dans les conditions de référence, sont mises en court-circuit.*

- 41.4 *Les composants tels que résistances, condensateurs et inductances, qui déterminent une séparation entre les circuits de mesure et de commande et les autres circuits alimentés par des tensions dangereuses dans les conditions de référence, sont mis en court-circuit ou déconnectés, la condition la plus défavorable étant applicable.*

Si la mise en court-circuit ou la coupure d'une résistance, d'un condensateur ou d'une inductance risque de provoquer un manquement aux prescriptions relatives à la protection contre les chocs, l'appareil n'est pas considéré comme impropre à l'emploi, mais la partie en question doit répondre aux prescriptions de la section treize.

- 41.5 *Essai supplémentaire applicable uniquement aux appareils de la classe II.*

Les résistances, condensateurs, transformateurs et autres composants qui assurent une impédance de protection entre les parties dangereuses au toucher et les parties métalliques accessibles sont mis en court-circuit ou déconnectés, la condition la plus défavorable étant applicable. Les pôles ou parties ci-après doivent être mis en court-circuit.

- a) Résistances. Un pôle avec l'autre (les autres) et chaque pôle avec le socle de la résistance, s'il existe.
- b) Condensateurs. Un pôle avec l'autre (les autres) et chaque pôle avec l'enveloppe métallique, si elle existe.
- c) Transformateurs. L'enroulement primaire avec l'enroulement secondaire et chaque enroulement avec le noyau et l'écran, s'il existe.
- d) Autres composants. Les parties parcourues par le courant avec le socle, les éléments de fixation ou les éléments analogues.

Si la mise en court-circuit ou la coupure d'une résistance, d'un condensateur ou d'un transformateur ou d'un autre composant risque de provoquer un manquement aux prescriptions, l'appareil ne doit pas être considéré comme impropre à l'emploi, mais le composant en question doit répondre aux prescriptions de la section quatorze.

41. *Fault conditions shall be applied to safety Class I and II apparatus in the manner given below and to the parts and components as follows.*

Examination of the apparatus and its circuit diagram will generally show the fault conditions which are liable to result in infringements and which, therefore, shall be applied. These are applied successively in the order which is most convenient.

- 41.1 *Coatings of lacquer, enamel, oxides, anodic films, and insulations of fibre, wood, and compounds (except self-setting resins) which might determine the protection against electric shock in the case of accessible metal parts, are short-circuited.*

Fault conditions are not applied to materials of which the mechanical strength and reliability have been verified by other suitable tests.

- 41.2 *Gas-discharge, vacuum and semiconductor paths which might determine a separation between measuring and control circuits, mains circuits and other circuits which are fed with live voltages under reference test conditions, are short-circuited.*

These paths will also have been short-circuited during the voltage test (see also Sub-clause 35.1).

However, during testing under fault conditions, short-circuiting of these paths might not be necessary if, by the examination mentioned in Clause 41 and subsequent calculation, it becomes evident that if short-circuiting were applied, none of the above-mentioned circuits would become live due to voltages introduced from other circuits, and no component would be so overloaded as to cause a dangerous condition.

- 41.3 *Clearances and creepage distances not complying with the values of Table II, page 45, which determine a separation between measuring and control circuits, mains circuits, and other circuits which are fed with live voltages under reference test conditions, are short-circuited.*

- 41.4 *Component parts such as resistors, capacitors and inductors, which determine a separation between measuring and control circuits, and other circuits which are fed with live voltages under reference test conditions, are short-circuited or disconnected, whichever is more onerous.*

If short-circuiting or disconnecting a resistor, a capacitor, or an inductor would cause an infringement of the shock protection, the apparatus is not deemed to be unsatisfactory but the part concerned shall comply with the requirements of Section Thirteen.

- 41.5 *Additional test, for safety Class II apparatus only.*

Resistors, capacitors, transformers, and other components which provide a protective impedance between live parts and accessible metal parts, are short-circuited or disconnected, whichever is more onerous. The following poles or parts shall be short-circuited.

- a) Resistors. *One pole with the other(s) and each pole with the resistor body support, if any.*
- b) Capacitors. *One pole with the other(s) and each pole with the metal container, if any.*
- c) Transformers. *The primary with the secondary winding and each winding with the core and the screen, if any.*
- d) Other components. *The current-carrying parts with the support, fixing element(s), or the like.*

If short-circuiting or disconnecting a resistor, a capacitor, a transformer, or another component would cause an infringement of the requirements, the apparatus is not deemed to be unsatisfactory but the component concerned shall comply with the requirements of Section Fourteen.

- 41.6 *Le refroidissement forcé par des ventilateurs à moteur, s'il y en a, est arrêté.*
- 41.7 *Les moteurs protégés par des relais de surcharge ou des limiteurs de température séparés sont arrêtés ou empêchés de démarrer, la condition la plus défavorable étant applicable.*
- 41.8 *Les moteurs prévus pour un fonctionnement de courte durée ou intermittent doivent fonctionner de manière continue si ce fonctionnement continu risque de se produire accidentellement et sauf s'ils sont incorporés dans un appareil prévu pour un fonctionnement de courte durée ou intermittent.*
- 41.9 *Les condensateurs des enroulements auxiliaires des moteurs, à l'exception des condensateurs auto-régénérateurs, sont mis en court-circuit.*
- 41.10 *Le ou les enroulement(s) secondaire(s) des transformateurs reliés au réseau est ou sont mis en court-circuit.*
Les impédances de limitation de courant connectées directement à tout enroulement secondaire restent en fonction au cours de l'essai.
- 41.11 *La ou les sortie(s) des appareils d'alimentation est ou sont mise(s) en court-circuit.*
Dans le cas des appareils ayant une protection limitée contre les courts-circuits, l'application de cet essai est limitée à la durée spécifiée.

SECTION ONZE — ROBUSTESSE MÉCANIQUE

42. L'appareil doit avoir une robustesse mécanique convenable.
Les composants doivent être fixés de manière sûre.
Les connexions électriques doivent être sûres.
Le câblage interne doit être disposé de façon telle que son isolation ne puisse pas être endommagée.
Ces prescriptions doivent être spécialement prises en considération dans le cas des appareils contenant des sources de vibrations et de chocs, et des mesures de sécurité contre les influences susceptibles de s'exercer sur les autres assemblages doivent être prises.
Le contrôle est effectué par examen et par l'exécution des essais ci-après.
Les essais décrits aux articles 43 et 44 doivent être effectués sur des appareils portatifs. Pour les autres appareils, ces essais sont facultatifs, mais recommandés.
Pour l'exécution des essais, il est admis que l'utilisation en laboratoire ou l'utilisation industrielle de l'appareil ne provoque aucune contrainte anormale. Ces essais peuvent être insuffisants dans le cas d'appareils utilisés, par exemple, sur les véhicules.
43. *L'appareil est fixé dans sa position normale d'emploi à une planche en bois dur. On laisse l'appareil tomber trois fois, à plat, sur une plaque en bois dur, dont la masse est au moins égale au triple de la masse de l'ensemble appareil-planche. L'essai est effectué conformément à la figure 5, page 97, et la hauteur de chute est déterminée comme suit :*

TABLEAU V
Hauteur de chute

Masse de l'appareil et de la planche kg	Hauteur de chute cm
Jusqu'à 10	5
Plus de 10 jusqu'à 50	3
Plus de 50	2

- 41.6 *Forced cooling by motor-driven fans, if any, is stopped.*
- 41.7 *Motors which are protected by means of separate over-current or thermal releases are stopped or prevented from starting, whichever is more onerous.*
- 41.8 *Motors intended for short-time or intermittent operation are continuously operated if continuous operation may occur inadvertently, and unless they are incorporated in apparatus for short-time or intermittent operation.*
- 41.9 *Capacitors of the auxiliary winding circuits of motors, except self-healing capacitors, are short-circuited.*
- 41.10 *The secondary winding(s) of mains transformers is (are) short-circuited.*

Current-limiting impedances directly connected to any secondary winding remain operative during this test.

- 41.11 *The output(s) of supply apparatus is (are) short-circuited.*

For apparatus having limited short-circuit protection, the application of this test is limited by the specified time.

SECTION ELEVEN — MECHANICAL STRENGTH

42. The apparatus shall have adequate mechanical strength.
The components shall be reliably fastened and secured.
The electrical connections shall be reliable.
Internal wiring shall be installed in such a manner that its insulation cannot be damaged.
- These requirements should be especially considered for apparatus containing sources of vibration or shock, and safety measures should be taken against influences on other assemblies.

Compliance is checked by inspection and by performing the following tests.

The tests described in Clauses 43 and 44 shall be performed on portable apparatus. For other apparatus, these tests are recommended but optional.

The tests are based on the assumption that laboratory or industrial use of the apparatus causes no abnormal stress. These tests may not be sufficient for apparatus such as that used in vehicles.

43. *The apparatus shall be fixed in its position of normal use to a hard wood board and shall be dropped flatly three times on a hard wood plate having a mass of at least three times the falling mass. The test set-up shall be according to Figure 5, page 97, and the drop height shall be as follows :*

TABLE V
Drop height

Falling mass kg	Drop height cm
Up to 10	5
More than 10 up to 50	3
More than 50	2

44. *L'appareil est soumis à une épreuve de résistance aux vibrations par balayage de fréquence conformément à la Publication 68-2-6 de la CEI.*

L'appareil est fixé, dans sa position normale d'emploi, au générateur de vibrations au moyen de courroies placées autour de l'enveloppe. La direction des vibrations est verticale et leurs caractéristiques sont les suivantes :

- Durée : 30 min ;*
- Amplitude (crête à crête) : 0,35 mm ;*
- Plage de fréquences de balayage : 10 Hz - 55 Hz - 10 Hz ;*
- Vitesse de balayage : environ une octave par minute.*

45. *L'appareil, maintenu fermement contre un support rigide, est soumis à des séries de trois chocs appliqués au moyen du marteau à ressort décrit à la figure 6, page 98. Le marteau est appliqué en tous points de la surface extérieure, susceptibles, lors d'une rupture, de rendre accessibles des parties dangereuses au toucher, y compris les poignées, leviers, boutons et dispositifs analogues, en appuyant le nez du marteau perpendiculairement à la surface.*

46. *Après l'essai, l'appareil doit satisfaire à l'épreuve diélectrique du paragraphe 37.4 et ne doit présenter aucun dommage dans le cadre de la présente recommandation ; en particulier, les parties dangereuses au toucher ne doivent pas être rendues accessibles, les enveloppes ne doivent pas présenter de fissures visibles et les barrières isolantes ne doivent pas être endommagées, relâchées ou détachées.*

47. Les composants qui ne sont pas prévus pour pouvoir supporter les contraintes exercées par le transport doivent être mentionnés dans le manuel d'instructions.

Dans ces cas, ces composants doivent être amovibles, ou des dispositions doivent être prises en vue de les fixer au moyen de cales de transport.

Le contrôle est effectué par examen.

SECTION DOUZE — RÉSISTANCE MÉCANIQUE A LA CHALEUR

Les isolations servant de support aux parties parcourues par le courant d'alimentation et les enveloppes protégeant ces parties, en particulier les couvre-bornes, doivent être suffisamment résistantes à la chaleur.

La conformité peut être déterminée sur un échantillon séparé, au moyen d'un essai Vicat :

- section du pénétrateur : 1 mm² ;*
- charge : 10 N ;*
- vitesse d'échauffement : 50 °C/h.*

L'enfoncement du pénétrateur doit être inférieur à 0,1 mm à une température de 150 °C.

SECTION TREIZE — COMPOSANTS, PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

Les prescriptions de cette section s'appliquent à tous les appareils prévus au paragraphe 1.1, sauf si, dans le cas d'appareils de la classe II, la section quatorze impose des prescriptions plus sévères.

48. **Résistances et inductances**

Les résistances et inductances dont la mise en court-circuit ou la coupure provoquerait un manquement aux prescriptions de l'article 41 doivent avoir des caractéristiques nominales telles qu'elles puissent supporter au moins deux fois la dissipation ou les efforts existant dans les conditions d'essai de référence.

Les résistances qui ont été soumises à des essais de type conformes aux publications de la CEI traitant de l'endurance dans des conditions de dissipation de chaleur élevée, de même que les résistances et inductances qui ont été détartrées afin d'obtenir une précision spécifiée, sont considérées comme répondant à cette prescription.

44. *Apparatus shall be subjected to a vibration endurance conditioning by frequency sweeping as specified in IEC Publication 68-2-6.*

The apparatus is fastened in its normal position of use to the vibration generator by means of straps round the enclosure. The direction of vibration is vertical, and the conditions are as follows :

- *Duration :* 30 min ;
- *Amplitude (peak-to-peak) :* 0.35 mm ;
- *Sweep frequency range :* 10 Hz - 55 Hz - 10 Hz ;
- *Sweep rate :* approximately one octave per minute.

45. *The apparatus is held firmly against a rigid support and shall be subjected to sets of three blows from a spring-operated impact hammer as shown in Figure 6, page 99. The hammer shall be applied to any external part that when broken is likely to expose live parts, including handles, levers, knobs and the like, by pressing the hammer nose perpendicularly to the surface of that part.*

46. *After these tests the apparatus shall withstand the voltage tests of Sub-clause 37.4 and shall show no damage within the sense of this Recommendation. In particular, live parts shall not have become accessible, enclosures shall show no visible cracks, and insulating barriers shall not have been damaged, loosened, or disengaged.*

47. Components which are not designed to withstand transport stresses shall be indicated in the instruction manual.

In such cases, these components should be removable, or provision made to clamp them down with shipping blocks.

Compliance is checked by inspection.

SECTION TWELVE — MECHANICAL RESISTANCE TO HEAT

Insulation supporting parts carrying mains current and the covers around these parts, in particular terminal covers, shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance may be determined on a separate sample, with a Vicat test :

- *cross-section of the penetrating needle :* 1 mm² ;
- *load :* 10 N ;
- *heating rate :* 50 °C/h.

The penetration depth shall be less than 0.1 mm at a temperature of 150 °C.

SECTION THIRTEEN — COMPONENTS, GENERAL REQUIREMENTS

The requirements of this section apply to all apparatus within the scope of Sub-clause 1.1 unless, in the case of safety Class II apparatus, Section Fourteen imposes more severe requirements.

48. Resistors and inductors

Resistors and inductors, the short-circuiting or disconnecting of which would infringe the requirements of Clause 41, shall be rated for at least twice the dissipation or stress existing under reference test conditions.

Resistors which have been type-tested according to relevant IEC Publications for endurance under elevated dissipation, as also resistors and inductors which have been derated in order to obtain a specified accuracy, are deemed to fulfil this requirement.

Les enroulements nus des inductances et les enroulements des résistances bobinées doivent être fixés de façon appropriée.

Le contrôle est effectué par examen.

49. Condensateurs

Les condensateurs dont la mise en court-circuit provoquerait un manquement aux prescriptions de l'article 41 doivent avoir des caractéristiques nominales telles qu'ils puissent supporter la température maximale de fonctionnement prévue et 1,1 fois la tension de fonctionnement existant dans les conditions d'essai de référence.

Il est recommandé d'utiliser des condensateurs ayant été soumis à des essais de type conformes aux publications de la CEI traitant de l'endurance à des tensions élevées. Voir les Publications 80, 108, 116, 166, 187 et 202 de la CEI.

Pour les condensateurs d'antiparasitage, voir la Publication 161 de la CEI.

Le contrôle est effectué par examen.

50. Moteurs

50.1 Les moteurs doivent être construits de façon à éviter qu'en usage normal prolongé ne se produise un défaut électrique ou mécanique mettant en cause leur conformité à la présente recommandation. Les isolations ne doivent pas être endommagées et les contacts et connexions doivent être réalisés de façon à ne pas se desserrer sous l'effet des échauffements, des vibrations, etc.

Les essais de conformité peuvent comprendre :

- a) *des essais d'échauffement à 1,1 fois et 0,9 fois la tension nominale, en relation avec l'essai décrit dans l'article 26 ;*
- b) *des essais de démarrage à 1,1 fois et 0,9 fois la tension nominale ;*
- c) *des essais d'endurance pour les moteurs munis d'un démarreur centrifuge ou de tout autre dispositif de démarrage automatique.*

50.2 Les moteurs doivent être construits ou montés de façon que les connexions internes, les enroulements, les collecteurs, les bagues, les isolants, etc., ne soient pas exposés aux huiles, graisses ou autres substances ayant une action nocive.

Le contrôle est effectué par examen.

50.3 Les porte-balais à vis doivent pouvoir être vissés à fond jusqu'à un épaulement ou une butée équivalente ; ils doivent être engagés sur au moins trois filets complets.

Le contrôle est effectué par examen et par un essai à la main.

50.4 Les parties mobiles susceptibles de causer des blessures doivent être disposées ou enfermées de façon qu'en usage normal une protection appropriée contre ce danger soit assurée. Les enveloppes de protection, les dispositifs de garde, etc., doivent avoir une résistance mécanique suffisante. On ne doit pas pouvoir les enlever à la main.

Le contrôle est effectué par examen et par un essai à la main.

50.5 Les moteurs doivent être prévus de façon qu'une température dangereuse ne puisse être atteinte si le moteur se bloque lors d'un usage prolongé ou s'il refuse de démarrer. Dans le cas contraire, les moteurs doivent être protégés par des relais de surcharge ou des limiteurs de température.

Les essais de conformité peuvent être combinés avec les essais mentionnés au paragraphe 50.1.

Bare windings of inductors and windings of wirewound resistors shall be adequately secured.

Compliance is checked by inspection.

49. **Capacitors**

Capacitors, the short-circuiting of which would infringe the requirements of Clause 41, shall be rated for the expected maximum operating temperature and for 1.1 times the operating voltage existing under reference test conditions.

The use of capacitors which have been type-tested according to relevant IEC Publications for endurance under elevated voltage is recommended, and reference is made to IEC Publications 80, 108, 116, 166, 187 and 202.

For interference suppression capacitors, reference is made to IEC Publication 161.

Compliance is checked by inspection.

50. **Motors**

50.1 Motors shall be constructed to prevent, in extended normal use, any electrical or mechanical failure impairing compliance with this Recommendation. The insulation shall not be affected and contacts and connections shall be such that they do not work loose due to heating, vibration, etc.

Compliance tests may include :

- a) *heating tests with 1.1 and 0.9 times the rated voltage in connection with the test of Clause 26 ;*
- b) *starting tests with 1.1 and 0.9 times the rated voltage ;*
- c) *endurance tests for motors provided with centrifugal or other automatically operating starting switches.*

50.2 Motors shall be so constructed or mounted that wiring, windings, commutators, slip-rings, insulation, etc. are not exposed to oil, grease or other substances having a deleterious effect.

Compliance is checked by inspection.

50.3 Screw-type brush caps shall be capable of being screwed home to a shoulder or similar abutment and shall engage by at least three full threads.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

50.4 Moving parts liable to cause personal injury shall be so arranged or enclosed as to provide in normal use adequate protection against this danger. Protective enclosures, guards, etc. shall have adequate mechanical strength. They shall not be removable by hand.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

50.5 Motors should be so designed that, should the motor be locked or jammed during extended use or should it fail to start, no unsafe temperatures are attained. Alternatively they shall be protected by overcurrent or thermal releases.

Compliance tests may be combined with the tests mentioned in Sub-clause 50.1.

51. Interrupteurs d'alimentation

51.1 Pour les appareils portatifs, un interrupteur d'alimentation est facultatif, mais recommandé. Tous les autres appareils doivent être munis d'un interrupteur (principal) d'alimentation au moins.
Le contrôle est effectué par examen.

51.2 Les interrupteurs d'alimentation principaux doivent déconnecter toutes les parties de l'appareil de tous les pôles du réseau. Ils ne doivent toutefois pas supprimer l'action protectrice des connexions de terre de protection.

Les bobines et condensateurs d'antiparasitage devraient être déconnectés du réseau, sauf si le contraire s'avère nécessaire pour des raisons de fonctionnement.

Pour les appareils portatifs monophasés, des interrupteurs d'alimentation qui ne déconnectent qu'un seul pôle sont acceptables.

Le contrôle est effectué par examen.

51.3 Les interrupteurs principaux d'alimentation doivent avoir un pouvoir de coupure suffisant.
En cas de doute, le contrôle est effectué par examen et par la mesure du courant d'entrée.

51.4 Dans le cas où des interrupteurs à bascule ou des interrupteurs sensibles (à action brusque) pourvus de poignées métalliques sont utilisés comme interrupteurs d'alimentation, les prescriptions suivantes sont applicables :

Les interrupteurs à bascule doivent être conformes à la Publication 131-1 de la CEI, y compris l'annexe B. Les interrupteurs sensibles doivent être conformes à la Publication 163-1 de la CEI, y compris l'annexe B.

Le degré de sévérité pour l'essai de longue durée de chaleur humide doit être de 25/070/21 (antérieurement 665). La tension d'essai et la résistance d'isolement doivent être au moins égales à celles spécifiées dans la présente recommandation (voir article 37) lorsqu'elles s'appliquent au circuit d'alimentation dans lequel l'interrupteur sensible ou à bascule est utilisé.

Le contrôle est effectué conformément aux publications mentionnées.

52. Interrupteurs de sécurité

Les interrupteurs de sécurité, s'ils existent, doivent effectuer la coupure sur tous les pôles et doivent fonctionner correctement, même lors d'une ouverture lente de l'enveloppe de l'appareil.

Le contrôle est effectué par examen et par un essai à la main, sans toutefois tenter de maintenir un arc.

53. Fusibles et dispositifs d'interruption

53.1 Les appareils de mesure électroniques reliés au réseau dont la consommation est de 20 VA ou plus doivent être protégés par des fusibles, des disjoncteurs ou des dispositifs analogues, situés dans le circuit relié au réseau.

Le contrôle est effectué par examen.

Les appareils de mesure électroniques fixes ne doivent pas nécessairement comprendre des fusibles incorporés si le système d'alimentation est convenablement protégé.

53.2 Si des fusibles interchangeables sont utilisés, les caractéristiques nominales et la nature du fusible doivent être mentionnées sur le porte-fusible ou à proximité.

Si l'appareil est prévu pour plusieurs tensions de réseau et si, pour cette raison, il est impossible, par manque de place, d'indiquer le courant nominal des fusibles sur le porte-fusible ou à proximité de celui-ci, ces valeurs devraient être indiquées dans le manuel d'instructions fourni avec l'appareil et le symbole prévu à l'article 16 devrait être placé à proximité du porte-fusible.

Le contrôle est effectué par examen.

51. Mains switches

- 51.1 For portable apparatus, a mains switch is optional but recommended. All other apparatus shall be provided with at least one (principal) mains switch.

Compliance is checked by inspection.

- 51.2 Principal mains switches shall disconnect all parts of the apparatus from all poles of the mains. They shall not abolish the protective action of protective earth connections.

Interference suppression coils and capacitors should be disconnected from the mains unless otherwise necessary for operational reasons.

For single-phase portable apparatus, mains switches which disconnect only one pole are acceptable.

Compliance is checked by inspection.

- 51.3 Principal mains switches shall have adequate breaking capacity.

In case of doubt, compliance is checked by inspection and input current measurement.

- 51.4 If toggle switches or sensitive (snap-action) switches with metal handles are used as mains switches, the following shall apply :

Toggle switches shall comply with IEC Publication 131-1 including Appendix B. Sensitive switches shall comply with IEC Publication 163-1 including Appendix B.

The degree of severity for the long-term damp heat test shall be 25/070/21 (previously 665), and the test voltage and insulation resistance shall be at least those required in this Recommendation (see Clause 37) for the mains circuit in which the toggle switch or sensitive switch is used.

Compliance is checked according to the mentioned Publications.

52. Safety switches

Safety switches, if any, shall disconnect the apparatus from all poles of the mains and shall operate satisfactorily, even if the enclosure of the apparatus is opened slowly.

Compliance is checked by inspection and by manual test, without, however, trying to maintain an arc.

53. Fusing and interrupting devices

- 53.1 Electronic measuring apparatus with mains supply having a power consumption of 20 VA or more shall be protected by fuses, circuit-breakers or the like, located in the mains circuit.

Compliance is checked by inspection.

Fixed electronic measuring apparatus need not necessarily include built-in fuses if the supply system is adequately protected.

- 53.2 If exchangeable fuses are used, the fuse rating and the nature of the fuse shall be marked beside or on the fuseholder.

If the apparatus is intended for several mains voltages and if, therefore, the current ratings of the fuses cannot be marked besides or on the fuseholder for lack of space, they should be indicated in the operating instructions provided with the apparatus, and the symbol according to Clause 16 should be shown adjacent to the fuseholder.

Compliance is checked by inspection.

Les fusibles doivent être conformes aux publications appropriées de la CEI, par exemple la Publication 127.

- 53.3 Les limiteurs de température doivent avoir un pouvoir de coupure suffisant et doivent interrompre le circuit de manière sûre lorsque la température prévue est atteinte.

Le contrôle est effectué au cours des essais en fonctionnement anormal.

- 53.4 Si, pendant le remplacement ou le rétablissement des fusibles ou dispositifs d'interruption, des parties dangereuses au toucher sont rendues accessibles, ce remplacement ne doit pas pouvoir être effectué à la main (voir également l'article 34).

Le contrôle est effectué par examen.

54. Batteries

Si des parties dangereuses au toucher sont accessibles lors du remplacement d'une batterie, les vis de fixation des couvercles du logement des batteries doivent être du type imperdable.

Les batteries doivent être disposées de façon qu'il n'y ait pas danger d'accumulation de gaz inflammables.

Les appareils contenant des batteries à liquide non immobilisé doivent être conçus de façon que la sécurité ne puisse être affectée par des fuites de liquide.

Le contrôle est effectué par examen.

55. Adaptateurs de tension

L'appareil doit être construit de façon à rendre impossible un changement accidentel du réglage de la tension ou de la nature de l'alimentation.

Ce contrôle est effectué par examen et par un essai à la main.

56. Connexions et fixations à vis

- 56.1 Les connexions à vis assurant une pression de contact et les fixations à vis susceptibles d'être desserrées et serrées à plusieurs reprises au cours de la vie de l'appareil doivent avoir une résistance mécanique convenable.

Les vis exerçant une pression de contact et les vis faisant partie d'une fixation mentionnée ci-dessus doivent se visser dans un écrou ou un prisonnier métallique.

Les fixations à vis susceptibles d'être desserrées et serrées à plusieurs reprises au cours de la vie de l'appareil comprennent, entre autres, les vis des bornes, les vis de fixation des panneaux amovibles (dans la mesure où elles doivent être desserrées pour ouvrir l'appareil), les vis de fixation des poignées, boutons, etc.

Le contrôle est effectué par examen.

- 56.2 Les connexions électriques pour les parties reliées directement au réseau (voir paragraphe 8.3) doivent être réalisées de façon que la pression de contact ne soit pas exercée par l'intermédiaire de matériaux isolants autres que céramiques, sauf si un retrait éventuel de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

Le contrôle est effectué par examen.

Fuses shall comply with relevant IEC Publications, e.g. Publication 127.

- 53.3 Thermal releases shall have adequate rupturing capacity, and shall break the circuit safely when the predetermined temperature has been reached.

Compliance is checked during fault conditions tests.

- 53.4 If live parts are rendered accessible during replacement or resetting of fusing or interrupting devices, the means by which access is gained shall not be operable by hand (see also Clause 34).

Compliance is checked by inspection.

54. Batteries

If live parts are accessible during the replacement of a battery, the screws for fastening covers for the battery compartment shall be captive.

The battery shall be so arranged that there is no risk of the accumulation of flammable gases.

Apparatus containing batteries holding liquid shall be so designed that safety cannot be impaired by the leakage of the liquid.

Compliance is checked by inspection.

55. Voltage setting devices

The apparatus shall be so constructed that changing of the setting from one voltage to another or from one nature of supply to another cannot occur accidentally.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

56. Screw connections and fixings

- 56.1 Screw connections providing contact pressure and screw fixings which during the life of the apparatus will be loosened and tightened several times shall have adequate strength.

Screws exerting contact pressure and screws which form part of the above-mentioned screw fixings shall screw into a metal nut or a metal insert.

Screw fixings which during the life of the apparatus will be loosened and tightened several times include terminal screws, screws for fixing covers (as far as they must be loosened to open the apparatus), screws for fixing handles, knobs and the like.

Compliance is checked by inspection.

- 56.2 Electrical connections in parts directly connected to the supply mains (see Sub-clause 8.3) shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic, unless there is sufficient resiliency in the metal parts to compensate for any possible shrinkage of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

- 56.3 Une vis ou un rivet assurant à la fois une liaison électrique pour les courants du réseau et une liaison mécanique doivent être protégés contre le desserrage.

L'utilisation de matière de remplissage ou autre ne protège efficacement contre le desserrage que les connexions à vis qui ne sont pas soumises à une torsion. Dans le cas de rivets, l'utilisation d'un corps non circulaire ou d'une entaille appropriée peut constituer une protection suffisante contre la rotation.

Le contrôle est effectué par examen et par un essai à la main.

SECTION QUATORZE — COMPOSANTS, RÈGLES SPÉCIALES POUR LES APPAREILS DE LA CLASSE II

Les résistances, condensateurs, transformateurs et autres composants assurant l'impédance de protection des appareils de la classe II, dont la mise en court-circuit ou la coupure provoqueraient un manquement aux prescriptions du paragraphe 41.5, doivent être conçus et construits de façon à garantir la sécurité et la sûreté du fonctionnement de l'appareil.

Ces composants ou les assemblages comprenant de tels composants doivent être soumis à des essais conformes aux prescriptions particulières comprenant au moins :

- la mesure initiale de l'impédance ;
- le préconditionnement hygroscopique ;
- l'essai d'endurance ;
- la mesure finale de l'impédance ;
- l'épreuve diélectrique et/ou l'essai du courant de fuite.

Les spécifications d'essai doivent également spécifier le nombre d'échantillons nécessaires et indiquer les conséquences de la défaillance d'un ou de plusieurs échantillons au cours des essais.

Des spécifications d'essai détaillées sont contenues dans la Publication 65 de la CEI.

SECTION QUINZE — DISPOSITIFS DE CONNEXION EXTÉRIEURE

57. Bornes accessibles

- 57.1 Les bornes accessibles pour câbles souples doivent être placées ou protégées de façon que même si un brin d'un conducteur vient à se détacher d'une borne, il n'y ait aucun risque de contact accidentel entre les parties dangereuses au toucher de polarité différente ou entre ces parties et les autres parties métalliques.

Le contrôle est effectué par examen et après raccordement complet d'un conducteur câblé, dont l'isolation est dénudée sur une longueur de 8 mm, avec l'un des fils libres. Ce fil ne doit pas toucher les parties de polarité différente ou les parties métalliques accessibles lorsqu'il est plié dans toutes les directions possibles, sans déchirer l'enveloppe isolante ou faire des coudes brusques autour des barrières isolantes.

- 57.2 Les bornes accessibles doivent être fixées, montées et prévues de façon telle qu'elles ne puissent pas prendre de jeu lorsque l'on serre ou desserre les vis ou établit les connexions.

Le contrôle est effectué par examen et par un essai à la main.

- 57.3 Les bornes accessibles doivent, de préférence, être disposées de telle manière que l'on puisse s'assurer de façon évidente si elles sont, ou non, reliées aux parties métalliques accessibles. Une base métallique d'une borne (par exemple d'un connecteur coaxial) doit être connectée à l'enveloppe métallique ; une borne dont la base est isolante ne doit pas être connectée aux parties métalliques accessibles, sauf si cela s'avère nécessaire pour des raisons de fonctionnement (voir également le paragraphe 35.9).

Le contrôle est effectué par examen.

- 56.3 A screw or rivet which serves both as an electrical connection carrying mains current and as a mechanical connection shall be secured against loosening.

Sealing by compound or the like provides satisfactory locking only for screw connections not subject to torsion. For rivets, a non-circular shank or an appropriate notch may be a sufficient guard against rotation.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

SECTION FOURTEEN — COMPONENTS, SPECIAL REQUIREMENTS FOR SAFETY CLASS II APPARATUS

Resistors, capacitors, transformers, and other components providing the protective impedance of safety Class II apparatus, and the short-circuiting or disconnecting of which would infringe the requirements of Sub-clause 41.5, shall be so designed and constructed as to guarantee the safe and reliable operation of the apparatus.

These components, or assemblies including such components, shall be tested according to relevant specifications which include at least :

- *initial measurement of impedance ;*
- *humidity treatment ;*
- *endurance test ;*
- *final measurement of impedance ;*
- *voltage test and/or leakage current test.*

Test specifications shall also prescribe the number of required samples and indicate the conclusions when one or more samples fail during the test.

Detailed test specifications are contained in IEC Publication 65.

SECTION FIFTEEN — TERMINAL DEVICES

57. Accessible terminals

- 57.1 Accessible terminals for flexible cords shall be so located or shielded that there is no risk of accidental contact between live parts of different polarity or between such parts and other metal parts even if a strand of a conductor escapes from a terminal.

Compliance is checked by inspection after fully inserting a stranded conductor with an 8 mm length of insulation removed, with one of the wires free. This wire shall not touch parts of different polarity or accessible metal parts when bent in every possible direction, without tearing back the insulation or making sharp bends round barriers.

- 57.2 Accessible terminals shall be so anchored, fitted, or designed that they will not work loose when they are tightened, loosened, or connections are made.

Compliance is checked by manual test and inspection.

- 57.3 Accessible terminals shall preferably be so arranged that it is self-evident whether or not they are connected to accessible metal parts.

A metal base of a terminal (e.g. of a coaxial connector) shall be connected to the metal enclosure. A terminal having an insulating base shall not be connected to accessible metal parts, unless otherwise necessary for operational reasons (see also Sub-clause 35.9).

Compliance is checked by inspection.

58. Bornes de terre

58.1 Pour les bornes de terre de protection, s'il y en a, les conditions suivantes sont applicables :

- a) pour les appareils munis d'une prise pour le raccordement au réseau, le contact de terre doit faire partie intégrante de cette prise ;
- b) pour les appareils destinés à être reliés à un câblage fixe ou munis d'un câble souple fixé à demeure, la borne de terre doit se trouver à côté des bornes de raccordement au réseau ;
- c) la borne de terre doit être au moins équivalente aux bornes de raccordement au réseau et doit permettre l'introduction de conducteurs de la même section ;
- d) les connexions soudées aux parties métalliques accessibles ou aux écrans de protection doivent être fixées par des moyens mécaniques avant le soudage ; les connexions à vis ne doivent pas pouvoir se relâcher ;
- e) toutes les parties des bornes de terre doivent être conçues de façon à éviter tout danger de corrosion résultant d'un contact avec le cuivre du conducteur de terre ou avec tout autre métal ;
- f) la vis et les autres parties de la borne de terre doivent être en métal inoxydable et les surfaces de contact doivent être en métal nu ;
- g) il ne doit pas être possible de desserrer à la main la vis de la borne de terre ;
- h) les bornes de terre du type enfichable, combinées avec d'autres bornes et destinées à être connectées ou déconnectées à la main, doivent être conçues de telle sorte que la connexion de protection à la terre soit établie avant toute autre connexion et déconnectée, lors de l'enlèvement, après toute autre connexion.

Le contrôle est effectué par examen et par un essai à la main.

58.2 Les bornes de terre de mesure, s'il y en a, doivent permettre une connexion indépendante de la mise à la terre de protection.

Le contrôle est effectué par examen.

Il est entendu que tous les types d'appareils, indépendamment de leur classe de sécurité, peuvent être munis de bornes de terre de mesure.

59. Les fiches et les connecteurs destinés à raccorder l'appareil au réseau et les prises destinées à l'alimentation d'autres appareils doivent être conformes aux spécifications relatives aux prises fixes et aux prises mobiles.

Le contrôle est effectué conformément aux spécifications particulières.

SECTION SEIZE — Câbles de raccordement extérieur

60. Les prescriptions ci-après sont applicables aux câbles de raccordement fournis avec les appareils ou fixés à ceux-ci.

Pour les câbles de raccordement au réseau, se reporter également aux Publications 227 et 245 de la CEI.

60.1 Les conducteurs des câbles doivent avoir des caractéristiques nominales telles que la chaleur dégagée dans les conditions normales d'emploi soit négligeable.

Le contrôle est effectué par examen.

En cas de doute, les échauffements de l'isolation sont déterminés dans les conditions d'essai de référence et de fonctionnement anormal ; les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans les colonnes appropriées du tableau I, page 32.

58. **Earth terminals**

58.1 For protective earth terminals, if any, the following shall apply :

- a) for apparatus provided with a connector socket for the mains supply, the earth contact shall be an integral part of this socket ;
- b) for apparatus to be connected to fixed wiring or provided with a non-detachable flexible cord or cable, the earth terminal shall be adjacent to the mains terminals ;
- c) the earth terminal shall be at least equivalent to the mains terminals and shall allow the insertion of a conductor of the same cross-section ;
- d) soldered connections to the accessible metal parts or protective screens shall be mechanically secured before soldering ; screw connections shall be secured against loosening ;
- e) all parts of the earth terminals shall be such that there is no danger of corrosion resulting from contact with the copper of the earth conductor or any other metal in contact with them ;
- f) the screw and the body of the earth terminal shall be made of non-corrosive metal and the contact surfaces shall be bare metal ;
- g) it shall not be possible to loosen the earth terminal screw by hand ;
- h) plug-in type earth terminals, combined with other terminals and intended to be connected or disconnected by hand, shall be so designed that the protective earth connection is established prior to any other connection, and is disconnected later than any other connection when retracting.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

58.2 Measuring earth terminals, if any, shall allow connection independent of the protective earth connection.

Compliance is checked by inspection.

It is understood that all kinds of apparatus may be equipped with measuring earth terminals, irrespective of their safety class.

59. Plugs and appliance connectors for the connection of the apparatus to the supply mains and socket outlets for providing power to other apparatus shall comply with the relevant specifications for fixed socket outlets and appliance connectors.

Compliance is checked according to the relevant specifications.

SECTION SIXTEEN — EXTERNAL CORDS

60. These requirements apply to external cords (including trailing cables) which are supplied together with the apparatus or are fixed to them.

For mains cords, refer also to IEC Publications 227 and 245.

60.1 Conductors of cords shall be adequately rated so that the heat developed under normal operating conditions is negligible.

Compliance is checked by inspection.

In case of doubt, the temperature rises of the insulation are determined under reference test conditions and under fault conditions ; the temperature rises shall not exceed the values given in the appropriate columns of Table I, page 33.

- 60.2 Les câbles comportant des conducteurs dangereux au toucher doivent satisfaire à des conditions d'isolement, de résistance mécanique et de souplesse conformes aux prescriptions des spécifications particulières.

Le contrôle est effectué conformément aux spécifications particulières.

- 60.3 Si un câble contient une combinaison de conducteurs dangereux au toucher et de conducteurs en liaison conductrice avec des parties accessibles (par exemple, câble de commande à distance), tous les conducteurs doivent avoir le même niveau d'isolement, sauf si la mise en court-circuit de cette isolation ne rend pas dangereuses au toucher des parties accessibles.

Le contrôle est effectué par examen.

- 60.4 Les fiches des câbles d'alimentation des appareils de la classe III et des appareils destinés à être alimentés par des sources de distribution alimentant uniquement un appareil particulier ne doivent pas pouvoir s'adapter aux réseaux de distribution dont les tensions sont dangereuses.

Le contrôle est effectué par examen.

61. Connexion des câbles de raccordement extérieur

- 61.1 L'appareil doit être prévu de façon que les points de connexion des câbles de raccordement extérieur ne soient soumis à aucun effort de traction, que le revêtement extérieur de tels câbles soit protégé contre l'abrasion et que la torsion des conducteurs eux-mêmes soit évitée. De plus, on ne doit pas pouvoir pousser les câbles à l'intérieur de l'appareil si cela entraîne un danger.

Le contrôle est effectué par examen.

- 61.2 Si un défaut d'isolement sur le câble peut rendre dangereuses au toucher des parties accessibles, les dispositifs d'arrêt de traction et de torsion doivent être réalisés en matière isolante ou être pourvus d'un revêtement fixe en matière isolante.

Le contrôle est effectué par examen et par l'essai du revêtement isolant, s'il existe, conformément à l'article 37.

- 61.3 L'espace réservé aux câbles d'alimentation à l'intérieur de l'appareil doit être prévu de telle sorte que les conducteurs puissent être introduits aisément et puissent être raccordés sans être fortement pliés et que le couvercle, s'il existe, puisse être mis en place sans risque d'endommager le câble. L'entrée doit être telle que le câble ne soit pas détérioré lors de ses mouvements, par exemple, en arrondissant ses bords ou en employant une traversée appropriée en matière isolante.

Le contrôle est effectué par un examen et par un essai de montage des câbles souples.

- 61.4 Le conducteur de protection vert/jaune, s'il existe, doit être convenablement raccordé à la borne de terre de protection et ne doit pas être utilisé à d'autres fins. Il doit être connecté de telle manière que les conducteurs dangereux au toucher se rompent avant celui de protection lorsque le câble est arraché par accident.

Le contrôle est effectué par examen.

- 60.2 Cords with live conductors shall have adequate insulation, mechanical strength, and flexibility according to the requirements of the relevant specifications.

Compliance is checked according to the relevant specifications.

- 60.3 If a cord contains a combination of live conductors and other conductors conductively connected to accessible parts (e.g. a remote control cord), all conductors shall have the same standard of insulation except an insulation the short-circuiting of which does not cause accessible parts to become live.

Compliance is checked by inspection.

- 60.4 Plugs of supply cords of safety Class III apparatus and of apparatus intended to be fed by supply sources energizing solely the apparatus concerned shall not fit into mains systems with live voltages.

Compliance is checked by inspection.

61. **Connection of external cords**

- 61.1 The apparatus shall allow the external cords to be so connected that the connecting points of the conductors are relieved from strain, that the outer covering is protected from abrasion, and that the conductors are prevented from twisting. Moreover, it shall not be possible to push the cords into the apparatus if this involves danger.

Compliance is checked by inspection.

- 61.2 If an insulation fault of the cord or the conductor would make accessible parts live, the devices for strain and twist relief shall either be of insulating material or have a fixed covering of insulating material.

Compliance is checked by inspection and by testing the insulating covering, if any, according to Clause 37.

- 61.3 The positioning of the supply cords inside the apparatus shall be so designed that the conductors can be easily introduced and can be connected without forming sharp bends, and so that the cover, if any, can be fitted without damage to the cord.

The inlet opening shall be such that the cord will not be damaged when moved, e.g. by rounding off the edges of the inlet opening or by using an appropriate bushing of insulating material.

Compliance is checked by inspection and by fitting flexible cords.

- 61.4 The green/yellow coloured protective core, if any, shall be correctly connected to the protective earth terminal, and shall not be used for other purposes. It shall be connected in such a way that the live cores break prior to the protective core when the cord is accidentally torn off.

Compliance is checked by inspection.

ANNEXE A

EXPLICATIONS CONCERNANT LES CLASSES DE SÉCURITÉ

1. Les classes de sécurité ont été introduites dans cette recommandation, en vue de disposer d'un exposé simple des différents principes de protection. Les chiffres I à III ne sont pas destinés à représenter des indices de qualité et, en général, une sécurité appropriée peut être obtenue de plusieurs manières différentes.
- 1.1 La sécurité du matériel électrique ne peut être assurée que si la construction du matériel et les règles d'installation à l'emplacement où ce matériel est destiné à fonctionner sont en accord. Pour le moment, dans un grand nombre de pays, les règles d'installation manquent ou sont insuffisantes, mais on présume que les règles d'installation futures de tous les pays reposeront sur les principes suivants.
- 1.2 Les règlements futurs — probablement pour autant qu'il s'agisse de tensions jusqu'à 250 V par rapport à la terre — devront spécifier ce qui suit :
 - a) un emplacement non dangereux désignera un emplacement non humide où il est impossible pour l'utilisateur de toucher des parties conductrices reliées au potentiel de la terre ;
 - b) un emplacement dangereux désignera un emplacement non humide, ou dont l'humidité est faible, où il est possible à l'utilisateur de toucher des parties conductrices reliées au potentiel de la terre ;
 - c) un emplacement très dangereux désignera un emplacement non humide, ou dont l'humidité est faible, où l'utilisateur est normalement en contact avec des parties conductrices reliées au potentiel de la terre. (Les prescriptions relatives aux emplacements très dangereux peuvent également être imposées à certains matériels électriques qui rendent très dangereux l'emplacement où ils sont utilisés.)

Ces définitions ne couvriront pas les dangers provoqués par les poussières conductrices, les gaz inflammables, etc., mais couvriront, en général, la plupart des emplacements domestiques et industriels et les laboratoires où peuvent être utilisés les matériels répondant aux classes 0 à III.
- 1.3 Les règles d'installation devront spécifier notamment :
 - les moyens par lesquels un raccordement est effectué entre les installations fixes et les équipements mobiles ou portatifs, par exemple des prises et des fiches conformes aux mesures de sécurité prévues ;
 - la méthode suivant laquelle le raccordement est effectué entre les installations fixes et le matériel stationnaire ;
 - les prescriptions relatives aux installations de mise à la terre de protection ;
 - les prescriptions relatives aux installations à très basse tension de sécurité et les moyens de produire cette tension.

Quelques propositions sont soumises ci-dessous à ce sujet.
- 1.4 D'autres règles spécifieront les prescriptions pour les matériels et les installations pour utilisation, par exemple :
 - dans les mines de charbon ;
 - dans les industries chimiques exposées ;
 - à bord des navires ;
 - dans les applications médicales, etc.

APPENDIX A

EXPLANATIONS ON SAFETY CLASSIFICATION

1. In the present Recommendation, safety classes have been introduced in order to have a simple abbreviation for distinct protection principles. The Figures I to III are not intended as quality indices and, in general, adequate safety may be obtained in different ways.
- 1.1 Safety of electrical equipment can only be obtained when its design and the installation requirements of the location where it will be used match one another. In this respect, for the time being, installation rules are lacking or are insufficient in many countries, but the following is assumed to be contained in the future installation rules of all countries.
- 1.2 Future regulations — probably as far as voltages up to 250 V against earth will be concerned — will have to define an :
 - a) electrically non-hazardous location which would denote a non-wet location in which it is impossible for the operator to come into contact with conducting parts connected to earth potential ;
 - b) electrically hazardous location which would denote a non-wet location, or with moderate humidity, in which it is possible for the operator to come into contact with conducting parts connected to earth potential ;
 - c) electrically extra-hazardous location which would denote a non-wet location, or with moderate humidity, in which the operator is normally in contact with conducting parts connected to earth potential. (The requirements for extra-hazardous locations may also be imposed on particular electrical equipment which causes the location where it is operated to become extra-hazardous.)

These definitions will not cover any hazards arising from conducting dust, explosive gases, etc., but will in general cover most of the domestic, industrial, and laboratory locations where equipment according to Classes 0 to III can be used.
- 1.3 Installation rules will have to specify among other things :
 - the means by which connection is made between fixed installation and movable or portable equipment, i.e. plug and socket connections meeting the intended safety measures ;
 - the method by which connection is made between fixed installations and stationary equipment ;
 - the requirements for protective earth installations ;
 - the requirements for safety extra-low voltage installations and how to provide it.

Some proposals in this respect are mentioned below.
- 1.4 Further rules will specify the requirements for both equipment and installations such as are encountered, for instance, in :
 - coal mining ;
 - exposed chemical industries ;
 - ships ;
 - medical practice, etc.

Etant donné que les conditions spéciales rencontrées dans ces zones ou dans ces applications concernent divers types de matériels électriques, des groupes d'experts devraient traiter la totalité des prescriptions indispensables. Une fois établies, ces prescriptions pourraient être adaptées aux appareils auxquels la présente recommandation est applicable.

2. En relation avec les règles d'installation esquissées ci-dessus, les prescriptions suivantes s'appliqueront aux matériels (appareils) des classes 0 à III.

2.1 *Matériels de la classe 0*

- 2.1.1 Pour les matériels de la classe 0, il n'est pas prévu de protection pour leur utilisation à des emplacements dangereux.

- 2.1.2 Un matériel de la classe 0 peut avoir une enveloppe isolante qui forme tout ou partie de l'isolation fonctionnelle ; il peut également avoir une enveloppe métallique séparée par une isolation convenable des parties dangereuses au toucher.

Si un matériel pourvu d'une enveloppe isolante comporte des dispositions pour la mise à la terre de protection des parties internes, ce matériel est considéré comme étant de la classe I.

Un matériel de la classe 0 peut avoir des éléments avec double isolation ou isolation renforcée ou des parties alimentées en très basse tension.

- 2.1.3 Les matériels de la classe 0 ne peuvent être utilisés qu'à des emplacements non dangereux. Le fonctionnement d'un tel matériel à des emplacements dangereux doit être empêché.

- 2.1.4 La protection est obtenue :

- aux emplacements non dangereux, par l'isolation fonctionnelle uniquement ;
- aux emplacements dangereux, en empêchant le fonctionnement du matériel au moyen d'une prise à l'extrémité du cordon d'alimentation qui ne s'adapte pas dans les prises de l'installation montées aux emplacements dangereux.

- 2.1.5 Etant donné qu'il est probable que tous les appareils de mesure électroniques soient utilisés à des emplacements dangereux, les matériels de la classe 0 n'ont pas été traités dans la présente recommandation.

2.2 *Matériels de la classe I*

- 2.2.1 Pour les matériels de la classe I, la protection est assurée, à des emplacements dangereux, par le raccordement à un conducteur de protection.

- 2.2.2 Un matériel de la classe I peut avoir quelques éléments avec double isolation ou isolation renforcée ou des parties alimentées en très basse tension.

- 2.2.3 Les matériels de la classe I peuvent fonctionner à des emplacements non dangereux aussi bien qu'à des emplacements dangereux. Ils ne seront raccordés à un conducteur de protection que dans ce dernier cas.

- 2.2.4 La protection est obtenue :

- aux emplacements non dangereux, par une isolation fonctionnelle ;
- aux emplacements dangereux, par une fiche à l'extrémité du cordon d'alimentation qui assure le raccordement au conducteur de protection avant le raccordement à la tension d'alimentation.

- 2.2.5 Le raccordement interne à la borne de terre de protection peut être effectué :

- directement ;
- par l'intermédiaire d'un dispositif limiteur de tension ;
- par l'intermédiaire de la bobine de déclenchement d'un interrupteur de protection qui coupe l'alimentation lorsque la tension ou le courant dépasse une valeur spécifiée.

As the special conditions encountered in these surroundings and applications will apply to many kinds of electrical equipment, expert bodies should deal with the necessary requirements. Such requirements, once established, may be adapted to the equipment dealt with in this Recommendation.

2. Corresponding to the installation rules as outlined above, the following will apply to equipment (apparatus) of Classes 0 to III.

- 2.1 *Class 0 equipment*

- 2.1.1 Class 0 equipment denotes that no protection is assured in hazardous locations.

- 2.1.2 Class 0 equipment may have either an enclosure of insulating material which may form a part or the whole of the functional insulation, or a metal enclosure which is separated from live parts by an appropriate insulation.

If equipment with an enclosure of insulating material has provision for protective earthing of internal parts, it is deemed to be of Class I construction.

Class 0 equipment may have parts with double insulation or reinforced insulation, or parts operating at extra-low voltage.

- 2.1.3 Class 0 equipment shall be operated in non-hazardous locations only. The operation in hazardous locations shall be prevented.

- 2.1.4 Protection is obtained :

- in non-hazardous locations, by functional insulation only ;
- in hazardous locations, by the prevention of operation by having a plug at the end of the supply cord which does not fit into the installation outlets at hazardous locations.

- 2.1.5 As all electronic measuring apparatus are likely to be used in hazardous locations, Class 0 equipment has been omitted from this Recommendation.

- 2.2 *Class I equipment*

- 2.2.1 Class I equipment denotes that, in hazardous locations, protection is assured by connection to a protective conductor.

- 2.2.2 Class I equipment may have some parts with double insulation or reinforced insulation or parts that are supplied with extra-low voltage.

- 2.2.3 Class I equipment may be operated both in non-hazardous and in hazardous locations. It will be connected to a protective conductor in the latter case only.

- 2.2.4 Protection is obtained :

- in non-hazardous locations, by functional insulation ;
- in hazardous locations, by a plug at the end of the supply cord which establishes a connection to the protective conductor prior to the connection to the supply voltage.

- 2.2.5 The internal connection to the protective earth terminal may be :

- direct ;
- through a voltage limiting device ;
- through the tripping coil of a protective switch which disconnects the supply when the voltage or current exceeds a specified value.

2.2.6 La borne de terre de protection peut être raccordée :

- aux parties métalliques accessibles ;
- à un écran de protection métallique.

2.2.7 Suivant les règles d'installation, le conducteur de protection peut être :

- raccordé indépendamment au potentiel de la terre ;
- le neutre ;
- issu d'un dispositif de protection à courant de défaut à la terre.

2.3 *Matériels de la classe II*

2.3.1 Les matériels de la classe II sont des matériels à sécurité inhérente.

2.3.2 L'enveloppe d'un matériel à isolation enveloppante peut former tout ou partie de l'isolation supplémentaire ou de l'isolation renforcée. Si un matériel à isolation enveloppante comporte des dispositions pour la mise à la terre de protection des parties internes, il est considéré comme étant de la classe I.

Un matériel de la classe II peut avoir quelques parties alimentées en très basse tension de sécurité.

2.3.3 Les matériels de la classe II peuvent être utilisés indifféremment à des emplacements dangereux et à des emplacements non dangereux.

2.3.4 La protection est obtenue indépendamment de l'installation par les propriétés inhérentes du matériel.

2.4 *Matériels de la classe III*

2.4.1 Pour les matériels de la classe III, la protection est obtenue par l'utilisation de la très basse tension de sécurité.

2.4.2 Lorsque la très basse tension est obtenue à partir d'un réseau de distribution à tension supérieure, un transformateur ou un convertisseur à enroulements séparés est utilisé.

2.4.3 Les matériels de la classe III peuvent être utilisés indifféremment à des emplacements non dangereux, dangereux et très dangereux.

2.4.4 La protection est obtenue par l'isolation fonctionnelle et par une fiche à l'extrémité du cordon d'alimentation qui ne s'adapte pas à des prises autres que celles des installations à très basse tension.

2.2.6 The protective earth terminal may be connected :

- to accessible metal parts ;
- to a protective metal screen.

2.2.7 According to the installation rules, the protective conductor may be :

- independently connected to the earth potential ;
- the neutral ;
- derived from an earth-leakage protecting device.

2.3 *Class II equipment*

2.3.1 Class II equipment denotes inherently safe equipment.

2.3.2 The enclosure of insulation-encased equipment may form part or whole of the supplementary or reinforced insulation. If insulation-encased equipment has provision for protective earthing of internal parts, such equipment is regarded as being Class I equipment.

Class II equipment may have parts operating at safety extra-low voltage.

2.3.3 Class II equipment may be unconditionally operated both in non-hazardous and in hazardous locations.

2.3.4 Protection is obtained independently from the installation by the inherent qualities of the equipment.

2.4 *Class III equipment*

2.4.1 Class III equipment denotes that protection is obtained by means of safety extra-low voltage.

2.4.2 When extra-low voltage is obtained from a supply mains of higher voltage, it is either through a safety transformer or a converter with separate windings.

2.4.3 Class III equipment may be operated in non-hazardous, hazardous and extra-hazardous locations.

2.4.4 Protection is obtained by functional insulation and by a plug at the end of the supply cord which does not fit into outlets of other than extra-low voltage installations.
