

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 251-1

Première édition — First edition

1968

Méthodes d'essai des fils de bobinages

Première partie: Fils émaillés à section circulaire

Methods of test for winding wires

Part 1: Enamelled round wires



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60251-1:1968

Withdrawn

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 251-1

Première édition — First edition

1968

Méthodes d'essai des fils de bobinages

Première partie: Fils émaillés à section circulaire

Methods of test for winding wires

Part 1: Enamelled round wires



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de ce livre 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 book may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Introduction	6
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Notes générales concernant les essais	6
4. Diamètre	8
5. Résistance électrique	8
6. Allongement	10
7. Effet de ressort	10
8. Souplesse et adhérence	10
9. Essai de choc thermique	12
10. Essai de thermoplasticité	12
11. Résistance à l'abrasion	16
12. Essais aux solvants	18
13. Tension de claquage	20
14. Continuité de l'isolation	24
15. Endurance thermique	24
16. Essais applicables aux fils utilisés dans les appareils réfrigérants	26
17. Essai de soudabilité	26
18. Essai de thermoadhérence	26
19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques	26
FIGURES	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Introduction	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General notes on tests	7
4. Diameter	9
5. Electrical resistance	9
6. Elongation	11
7. Springiness.	11
8. Flexibility and adherence	11
9. Heat shock.	13
10. Cut-through test	13
11. Resistance to abrasion	17
12. Solvent tests	19
13. Breakdown voltage	21
14. Continuity of covering	25
15. Thermal endurance	25
16. Tests for wires for use in refrigerants	27
17. Solder test	27
18. Heat and solvent bonding test	27
19. Dielectric loss tangent	27
FIGURES	30

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAI DES FILS DE BOBINAGES

Première partie : Fils émaillés à section circulaire

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 55 de la CEI: Fils de bobinages.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bucarest en 1962. Un nouveau projet fut discuté lors de la réunion tenue à Vienne en 1963 à la suite de laquelle il fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1964. Les commentaires reçus furent discutés lors de la réunion tenue à La Haye en 1965 et un projet révisé fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en mars 1966.

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

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Corée (République de)	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF TEST FOR WINDING WIRES

Part 1 : Enamelled round wires

FOREWORD

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

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 55, Winding Wires.

A first draft was discussed at the meeting held in Bucharest in 1962. A new draft was discussed at the meeting held in Vienna in 1963, as a result of which it was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1964. Comments received were discussed at the meeting held in The Hague in 1965 and an amended draft was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in March 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 1:

Australia	Korea (Republic of)
Austria	Netherlands
Belgium	Poland
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia

MÉTHODES D'ESSAI DES FILS DE BOBINAGES

Première partie : Fils émaillés à section circulaire

INTRODUCTION

La présente recommandation constitue l'un des éléments d'une série traitant des fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série doit comporter quatre groupes définissant respectivement:

- 1) Les dimensions de base.
- 2) Les méthodes d'essai.
- 3) Les spécifications pour des types particuliers de fils.
- 4) Le conditionnement.

Le système d'unités utilisé est le système SI; dans ce système le Newton (symbole N) est l'unité de force; 1 Newton: 0,102 kilogramme-force.

1. Domaine d'application

La présente recommandation concerne les méthodes d'essai des fils de bobinages émaillés de section circulaire.

2. Objet

Recommander des méthodes d'essai et de mesure applicables aux fils de bobinages à section circulaire en vue de déterminer la conformité aux conditions requises pour leurs caractéristiques.

3. Notes générales concernant les essais

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative de 45 % à 75 %. Le fil doit, avant exécution des mesures, être préconditionné sous ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que le fil atteigne la stabilité.

Le fil * à essayer doit être prélevé de son conditionnement de façon que le fil ne soit pas soumis à une tension ou à des pliages inutiles. Avant chaque essai, il convient d'éliminer une longueur de fil suffisante pour être sûr que les échantillons ne comportent aucun fil endommagé.

Toutes les conditions obligatoires pour une méthode d'essai sont normalement indiquées dans le texte. Les dessins ont seulement pour but de représenter une disposition possible pour conduire l'essai.

En cas de divergences entre la feuille de spécification et la présente recommandation, la feuille de spécification prévaut.

* Lorsque le terme *fil* est utilisé, il indique le matériau isolé à l'état de livraison; lorsque le terme *conducteur* est utilisé, il indique le métal nu après enlèvement de l'émail.

METHODS OF TEST FOR WINDING WIRES

Part 1 : Enamelled round wires

INTRODUCTION

This Recommendation is one of a series which will deal with insulated wires used for windings of electrical equipment. The series will have four groups describing:

- 1) Basic dimensions.
- 2) Methods of test.
- 3) Specifications for particular types of wire.
- 4) Packaging.

The SI system of units will be used, in which the Newton (symbol N) is the unit of force; 1 Newton = 0.102 kilogramme-force.

1. Scope

This Recommendation relates to methods of test for enamelled round winding wires.

2. Object

To recommend methods for testing and measuring round winding wires to determine conformity with established performance requirements for their properties.

3. General notes on tests

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out within a range of 15 °C to 35 °C and a relative humidity of 45 % to 75 %. Before measurements are made, the specimens shall be preconditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the wire to reach stability.

The wire* to be tested shall be removed from the packaging in such a way that the wire will not be subjected to tension or to unnecessary bends. Before each test, discard sufficient wire to ensure that any damaged wire is not included in the test specimens.

Normally all mandatory requirements for a method of test are given in the description, and diagrams are only intended to illustrate one possible arrangement for conducting the test.

In case of inconsistencies between the specification sheet and this Recommendation, the specification sheet shall prevail.

* Where the word *wire* is used, it means the insulated material as received; where the word *conductor* is used, it means the bare metal after removal of the enamel.

4. Diamètre

4.1 Appareil de mesure

La mesure sera faite avec une précision meilleure que 0,002 mm. Si on se sert d'un micromètre, on s'assurera que la force, lors de la mesure, est dans la gamme de 0,75 N à 1,25 N. Les touches du micromètre auront un diamètre de 5 mm à 8 mm.

En variante, pour les fils de diamètre supérieur à 0,5 mm on pourra utiliser une force de 1 N à 3 N.

4.2 Diamètre extérieur du fil (applicable à tous les diamètres)

On fera trois mesures également réparties sur la circonférence du fil en deux points à 1 m l'un de l'autre.

La moyenne des six mesures sera considérée comme « diamètre extérieur ».

4.3 Diamètre du conducteur (applicable aux diamètres supérieurs ou égaux à 0,071 mm) *

Par un moyen qui n'endommage pas le conducteur, on enlève l'email en deux points situés à 1 m l'un de l'autre.

Trois mesures seront effectuées également réparties sur la circonférence du conducteur en ces deux points.

La moyenne des six mesures sur le diamètre nu sera considérée comme « diamètre du conducteur ».

4.4 Faux rond du conducteur (applicable aux diamètres supérieurs ou égaux à 0,071 mm)

Le faux rond est défini comme étant la plus grande différence entre les lectures maximale et minimale pour chaque section droite, comme prévu au paragraphe 4.3.

5. Résistance électrique (applicable aux fils de tous diamètres) *

La résistance du fil est définie comme la résistance en courant continu à 20 °C. La méthode utilisée doit donner une précision de 0,5 %.

Une seule mesure sera faite.

Si la résistance est mesurée à une température t autre que 20 °C (R_t), la résistance R_{20} à 20 °C sera calculée à l'aide de la formule:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha (t - 20)}$$

où:

t est la température réelle en degrés Celsius pendant la mesure

α est le coefficient de température (dans le cas particulier du cuivre: 0,003 93)

* Pour la vérification des diamètres, dans la feuille de spécification, on applique le tableau suivant:

Diamètre mm	Procédé de mesure
$d < 0,071$ $0,071 \leq d \leq 1$ $d > 1$	Résistance Résistance et diamètre Diamètre

4. Diameter

4.1 Measuring equipment

This measurement shall be made with an accuracy better than 0.002 mm. If a micrometer is used, it shall be ensured that the measuring force is in the range of 0.75 N to 1.25 N. The spindle and the anvil of the micrometer shall have a diameter of 5 mm to 8 mm.

Alternatively, for wires over 0.5 mm, a force of 1 N to 3 N may be used.

4.2 Over-all diameter of the wire (applicable to all sizes)

Three measurements shall be made evenly distributed around the circumference of the wire at each of two places 1 m apart.

The average of the six results shall be reported as “over-all diameter”.

4.3 Conductor diameter (applicable to sizes over and including 0.071 mm)*

The enamel shall be removed at two places 1 m apart by any method that does not damage the conductor.

Three measurements shall be made evenly distributed around the circumference of the conductor at these places.

The average of the six results for the bare diameter shall be reported as “conductor diameter”.

4.4 Out-of-roundness of the conductor (applicable to sizes over and including 0.071 mm)

The out-of-roundness is defined as the greatest difference between the maximum and minimum readings at each cross-section, as determined in Sub-clause 4.3.

5. Electrical resistance (applicable to all sizes)*

The resistance of the wire shall be expressed as the d.c. resistance at 20 °C. The method used shall provide an accuracy of 0.5 %.

One measurement shall be made.

If the resistance is measured at a temperature t other than 20 °C (R_t), the resistance R_{20} at 20 °C shall be calculated by means of the formula:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha (t - 20)}$$

where:

t is the actual temperature in Celsius degrees during the measurement

α is the temperature coefficient (for the particular case of copper = 0.003 93)

* For control of sizes in specification sheets, the following applies:

Size mm	Measurement
$d < 0.071$ $0.071 \leq d \leq 1$ $d > 1$	Resistance Resistance and diameter Diameter

6. **Allongement (applicable aux fils de tous diamètres)**

L'allongement est mesuré sur un appareil d'allongement ou sur une machine d'essai de traction. La longueur libre d'essai doit être comprise entre 200 mm et 250 mm.

La vitesse d'allongement de l'éprouvette ne doit pas dépasser 5 mm/s. L'allongement est exprimé en pourcentage de la longueur libre essayée.

On effectue trois mesures et l'on prend comme valeur d'allongement la moyenne des valeurs obtenues.

7. **Effet de ressort**

A l'étude.

8. **Souplesse et adhérence**

8.1 *Essai d'enroulement sur mandrin (applicable aux fils de tous diamètres)*

Une éprouvette est constituée par une longueur de fil enroulée de façon à former dix spires jointives sur un mandrin métallique bien poli dont le diamètre est donné dans la feuille de spécification particulière.

La vitesse d'enroulement doit être de 1 tr/s à 3 tr/s, la traction exercée sur le fil étant telle que celui-ci soit maintenu en contact avec le mandrin et que l'enroulement soit effectué sans allongement ni torsion.

Si la feuille de spécification correspondante exige un pré-allongement (avant enroulement du fil sur le mandrin), une éprouvette d'une longueur de 200 mm à 250 mm entre mors sera régulièrement allongée au pourcentage voulu, à une vitesse inférieure à 5 mm/s.

Après enroulement, on examine l'éprouvette avec une loupe ayant un grossissement compris entre 6 et 10, en vue de déceler les craquelures éventuelles.

Trois essais sont effectués.

8.2 *Essai de traction brusque (applicable aux fils de diamètre jusqu'à et y compris 1,0 mm)*

Une éprouvette, ayant une longueur de 250 mm entre les mordaches de la machine d'essai représentée par la figure 1, page 30, est étirée brusquement jusqu'à rupture ou jusqu'à allongement indiqué dans la feuille de spécification particulière.

On examine alors l'éprouvette avec une loupe ayant un grossissement compris entre 6 et 10, en vue de déceler les craquelures * ou les décollements de l'émail éventuels. Il ne sera pas tenu compte des deux parties du fil s'étendant jusqu'à 2 mm de part et d'autre du point de rupture.

Trois essais sont effectués.

8.3 *Essai de torsion (applicable aux fils de diamètre supérieur à 1,0 mm)*

Une éprouvette d'une longueur d'environ 600 mm est placée dans la machine d'essai (figure 2a, page 31) consistant en deux dispositifs de fixation distants de 500 mm sur le même axe. L'un de ces dispositifs peut tourner, l'autre ne peut tourner, mais peut se déplacer suivant l'axe; ce deuxième dispositif est chargé suivant le tableau I pour appliquer une traction au fil lorsque ce dernier tourne.

* Une « craquelure » signifie toute discontinuité qui excède les imperfections de surface en pénétrant de façon significative sous la surface et qui est visible sous un grossissement donné.

6. **Elongation (applicable to all sizes)**

The elongation shall be measured with an elongation tester or a tensile test machine. The free measuring length shall be between 200 mm and 250 mm.

The wire shall be stretched at a rate of not more than 5 mm/s. The elongation shall be expressed as a percentage of the free measuring length.

Three measurements shall be made and the mean value taken as “elongation”.

7. **Springiness**

Under consideration.

8. **Flexibility and adherence**

8.1 *Mandrel test (applicable to all sizes)*

A sample of wire shall be wound for ten contiguous turns round a polished metal mandrel of a diameter given in the relevant specification sheet.

The mandrel shall be rotated at between 1 rev/s and 3 rev/s, the tension of the wire being just sufficient to keep it in contact with the mandrel. Elongation or twisting of the wire shall be avoided.

If the relevant specification sheet asks for pre-stretching (before the wire is wound on the mandrel), a specimen of the wire, 200 - 250 mm long between grips, shall be stretched to the specified percentage at a rate of not more than 5 mm/s.

After winding, the specimen shall be examined for cracks* under a magnification of 6 to 10 times.

Three tests shall be made.

8.2 *Jerk test (applicable to sizes up to and including 1.0 mm)*

A specimen of wire having a length of 250 mm between the clamps of the testing machine shown in Figure 1, page 30, shall be suddenly stretched to the breaking point or to an elongation given in the relevant specification sheet.

The specimen shall be examined for cracks* or loss of adhesion under a magnification of 6 to 10 times. The distance of 2 mm from the broken ends shall be disregarded.

Three tests shall be made.

8.3 *Peel test (applicable to sizes over 1.0 mm)*

A specimen of wire of about 600 mm length shall be placed in a tester (Figure 2a, page 31) consisting of two fixing devices 500 mm apart on the same axis. One of these is able to rotate, the other cannot rotate but can be displaced axially, the latter is loaded according to Table I to apply tension to the rotating wire.

* A “crack” denotes any discontinuity which exceeds surface crazing by penetrating significantly below the surface and which is visible at the stated magnification.

Au moyen d'un grattoir comme celui de la figure 2b, page 31, l'émail est enlevé sur des génératrices opposées du fil jusqu'au conducteur nu. La pression doit être suffisante pour enlever l'émail et donner une surface propre et lisse (en particulier à la limite émail/cuivre) sans enlever une quantité appréciable de cuivre. L'enlèvement de l'émail ne doit pas s'étendre jusqu'aux dispositifs de fixation, mais commencer à environ 10 mm de chacun d'eux.

Le dispositif de fixation tournant doit être actionné à une vitesse d'environ 60 tr/min à 100 tr/min jusqu'à ce que le nombre de révolutions fixé par la feuille de spécification soit atteint.

Les éprouvettes doivent être examinées :

- au point de vue souplesse de la couche d'émail (craquelures * spontanées); et
- au point de vue adhérence de l'émail.

L'émail qui peut être enlevé du fil sans difficulté (par exemple avec l'ongle du pouce) doit être considéré comme ayant perdu son adhérence même s'il ne se montre pas complètement détaché du fil.

Un seul essai est effectué.

TABEAU I

Diamètre nominal mm		Charge
De	Jusqu'à et y compris	N
1,00	1,40	25
1,40	1,80	40
1,80	2,24	60
2,24	2,80	100
2,80	3,55	160
3,55	4,50	250
4,50		400

9. Essai de choc thermique (applicable aux fils de tous diamètres)

Une éprouvette préparée conformément aux dispositions du paragraphe 8.1 est introduite dans une étuve à circulation d'air forcée, chauffée électriquement. Elle est maintenue 30 min dans cette étuve dont la température a été portée préalablement à la valeur donnée dans la feuille de spécification particulière. Après avoir retiré l'éprouvette de l'étuve, on la laisse refroidir à la température ambiante et on l'examine ensuite avec une loupe ayant un grossissement de 6 à 10, afin de déceler les craquelures *.

Trois essais sont effectués.

10. Essai de thermoplasticité (applicable aux fils de tous diamètres)

10.1 Méthode d'essai

Une éprouvette est constituée par deux longueurs de fil se croisant à angle droit qui sont placées dans un appareil comportant un bloc préchauffé à une température déterminée.

* Une « craquelure » signifie toute discontinuité qui excède les imperfections de surface en pénétrant de façon significative sous la surface et qui est visible sous un grossissement donné.

By means of a scraper as shown in Figure 2b, page 31, the enamel is removed on opposite sides of the wire down to the bare conductor. The pressure shall be sufficient to remove the enamel and leave a clean smooth surface (particularly at the enamel/copper interface), without removing any significant quantity of copper. The removal of the enamel shall not extend to the fixing devices, but shall commence about 10 mm from them.

The rotating fixing device shall be driven at a speed of 60 rev/min to 100 rev/min until the number of revolutions required in the specification sheet has been reached.

The specimens shall then be examined:

- for enamel flexibility (spontaneous cracks*); and
- for adhesion of the enamel.

Enamel which can be removed without difficulty from wire (e.g. with the thumbnail) shall be considered to have lost its adhesion even if it has not become completely detached from the wire.

One test shall be made.

TABLE I

Nominal diameter mm		Load N
Over	Up to and including	
1.00	1.40	25
1.40	1.80	40
1.80	2.24	60
2.24	2.80	100
2.80	3.55	160
3.55	4.50	250
4.50		400

9. Heat shock (applicable to all sizes)

Specimens shall be prepared in accordance with Sub-clause 8.1 and put into a hot, electrically heated forced-air-circulated oven, having a temperature as given in the relevant specification sheet for a period of 30 min. After removal from the oven, specimens shall be allowed to cool to room temperature and then shall be examined for cracks* under a magnification of 6 to 10 times.

Three tests shall be made.

10. Cut-through test (applicable to all sizes)

10.1 Outline of test

Two pieces of the wire are placed in the apparatus, pre-heated to the specified temperature, so that they cross each other at right angles.

* A "crack" denotes any discontinuity which exceeds surface crazing by penetrating significantly below the surface and which is visible at the stated magnification.

Après un certain temps qui est nécessaire pour que l'éprouvette atteigne la température du bloc et qui dépend du diamètre du fil, une charge est appliquée au point de croisement.

Une tension alternative est appliquée entre les fils en vue d'indiquer un contact entre les conducteurs.

Pendant la durée d'application de la charge, aucune perforation de l'émail ne doit se produire du fait de la thermoplasticité de l'émail à cette température.

10.2 Procédure d'essai

Deux longueurs de fils sont redressées avec un léger allongement (1 % maximum) et sont introduites dans le dispositif d'essai de compression (voir figure 3, page 32) préalablement chauffé et porté à la température donnée par la feuille de spécification particulière. Les fils sont placés dans l'appareil de façon qu'ils se croisent à angle droit. Le point de croisement doit se trouver exactement sous le centre du piston.

Dans le cas de fils ayant un diamètre nominal inférieur à 0,20 mm, deux éprouvettes sont placées parallèlement côte à côte et sous une troisième éprouvette croisant les deux premières à angle droit, les points de croisement étant symétriques par rapport à l'axe du piston.

Après que les éprouvettes aient séjourné dans l'appareil d'essai pendant le temps spécifié au tableau II, la charge spécifiée au tableau III est appliquée à l'éprouvette supérieure au moyen du piston. La charge doit être appliquée sans heurt; aussitôt après application de la charge, une tension alternative de 100 ± 10 V est appliquée entre l'éprouvette supérieure et l'éprouvette inférieure dans un but d'information. Si deux éprouvettes inférieures sont utilisées, elles sont connectées ensemble.

Le circuit est équipé d'un instrument qui indique le moment où la perforation de l'isolation est telle qu'un courant d'environ 5 mA s'établit. Un rhéostat limiteur d'intensité peut être incorporé au circuit de manière à empêcher l'établissement d'un courant excessif (par exemple supérieur à 50 mA).

L'appareil doit être tel que, pendant l'essai, la température mesurée aussi près que possible du point de croisement des fils ne diffère pas de plus de 2 °C de la valeur spécifiée.

La charge et la tension sont appliquées pendant 120 s.

Trois essais sont effectués.

TABLEAU II

Diamètre nominal mm		Temps entre l'introduction et l'application de la charge min
De	Jusqu'à et y compris	
1	1	1
2	2	2
3	3	3
		5

After some time which is necessary for the specimens to reach the temperature of the apparatus, and which depends on the diameter of the wire, a load is applied to the crossing point.

An alternating voltage is applied between the wires to indicate contact of the conductors.

During the period for which the load is applied, no cut-through should occur due to the thermo-plasticity of the enamel at this temperature.

10.2 Test procedure

Two pieces of the wire shall be straightened by slight elongation (maximum 1 %) and inserted into the pre-heated compression testing device (see Figure 3, page 32), which is at the temperature given in the relevant specification sheet. The two pieces shall be placed in the apparatus so that they cross each other at right angles. The crossing point shall lie centrally under the piston.

In the case of wires of a nominal diameter less than 0.20 mm, two wires shall be placed parallel, side by side, and a third one shall be placed at right angles across the top of the first two. The crossing points shall be symmetrical about the axis of the piston.

After the wires have been in the apparatus for the time specified in Table II, the load specified in Table III shall be applied gently to the upper wire by means of the piston. An alternating voltage of 100 ± 10 V shall be used for indicating purposes. Immediately after the load has been put on, this voltage shall be applied between the upper and lower wires, where two lower wires are used, these shall be connected together.

The circuit shall be so designed that an indication is given when a current of approximately 5 mA flows between the wires. A limiting resistance may be included in the circuit to avoid excessive current (e.g. greater than 50 mA).

The apparatus shall be such that, during the test, the temperature measured as near as possible to the crossing point of the wires shall not vary by more than 2 °C from the specified value.

Load and voltage shall be applied for 120 s.

Three tests shall be made.

TABLE II

Nominal diameter mm		Time from inserting until loading min
Over	Up to and including	
1	1	1
2	2	2
3	3	3
		5

TABLEAU III

Diamètre nominal mm		Charge N
De	Jusqu'à et y compris	
0,020	0,032	0,25
0,032	0,050	0,40
0,050	0,080	0,70
0,080	0,125	1,25
0,125	0,200	2,20
0,200	0,315	2,20
0,315	0,500	4,50
0,500	0,800	9,00
0,800	1,250	18,00
1,250	2,000	36,00
2,000		70,00

11. **Résistance à l'abrasion (applicable aux fils de diamètre de 0,250 mm à 2,500 mm limites comprises)**

Cet essai consiste à gratter de façon répétée la surface d'une éprouvette de fil avec la partie cylindrique d'une aiguille à coudre N° 11 en acier (diamètre 0,4 mm) que l'on charge et que l'on maintient horizontalement à angle droit sur le fil.

La fixation de l'aiguille dans son support est telle que seule l'aiguille touche le fil qui est solidement tenu par deux pinces. L'aiguille est mue par un excentrique ou par tout autre dispositif lui donnant un mouvement de va-et-vient sur une distance d'environ 10 mm. L'excentrique doit tourner à 60 ± 3 tr/min (voir figure 4, page 33).

L'appareil est équipé d'un circuit électrique disposé de façon telle que, lorsque l'aiguille pénètre par usure dans l'émail, un contact électrique est établi entre l'aiguille et le conducteur, et l'appareil s'arrête lorsqu'un courant d'environ 5 mA passe de l'aiguille au conducteur pendant $\frac{1}{10}$ de seconde sous une différence de potentiel de 12 V en courant continu.

L'aiguille est chargée en plaçant des poids sur le support de poids jusqu'à ce que la charge sur l'aiguille comprenant le poids ajouté et l'ensemble des poids des différentes parties du mécanisme, atteigne la charge appropriée au diamètre du fil et au grade de revêtement donné dans la feuille de spécification particulière.

L'éprouvette est essuyée avec un linge propre, redressée avec un faible allongement (environ 1 %) et fixée dans les pinces de l'appareil; le conducteur est alors connecté à l'un des pôles de la source de courant continu de 12 V. L'aiguille chargée de ses poids est connectée à l'autre pôle de la source et appuyée avec précaution contre le fil émaillé. Le mécanisme est alors mis en mouvement et l'on note le nombre de révolutions (360°) nécessaires pour provoquer l'usure de l'émail qu'indique le passage d'un courant établi par le contact entre l'aiguille et le conducteur.

L'essai est répété deux fois, en faisant tourner le fil autour de son axe, approximativement de 120° et 240°.

Les trois essais sont répétés sur une deuxième éprouvette.

TABLE III

Nominal diameter mm		Load
Over	Up to and including	N
0.020	0.032	0.25
0.032	0.050	0.40
0.050	0.080	0.70
0.080	0.125	1.25
0.125	0.200	2.20
0.200	0.315	2.20
0.315	0.500	4.50
0.500	0.800	9.00
0.800	1.250	18.00
1.250	2.000	36.00
2.000		70.00

11. **Resistance to abrasion (applicable to sizes over and including 0.250 mm up to and including 2.500 mm)**

This test is performed by repeatedly scraping the surface of the wire with the side of a loaded steel sewing needle No. 11 (0.4 mm diameter) which is held horizontally at right angles to the wire.

The needle shall be fixed in the holder so that only the needle touches the wire which is firmly held by two clamps. The needle shall be driven by an eccentric or by other means so that it oscillates through a distance of approximately 10 mm. The eccentric shall revolve at 60 ± 3 rev/min (see Figure 4, page 33).

The apparatus shall be equipped with an electrical circuit so arranged that, when the needle wears through the enamel, an electrical contact is made between the needle and the conductor, and the device stops when a current of approximately 5 mA passes from the needle to the conductor for $\frac{1}{10}$ second at a potential difference of 12 V d.c.

The needle shall be loaded by placing weights on the weight carrier until the load on the needle, consisting of the added weight and the component of weight due to the mechanism, amounts to the appropriate load for the diameter of the wire and the grade of covering given in the specification sheet.

The specimens shall be wiped with a clean cloth, straightened by slight elongation (maximum 1 %) and fixed in the clamps of the apparatus; the conductor shall then be connected to one side of the 12 V d.c. supply. The needle, with the weights in position, shall be connected to the other side of the 12 V d.c. supply and gently lowered on to the enamelled wire. The mechanism shall then be started and the number of revolutions (360°) required to cause failure of the enamel, as indicated by current flowing through the contact between the needle and the conductor, shall be noted.

The test shall be repeated twice, turning the wire axially through approximately 120° and 240°.

The three tests shall be repeated on a second specimen of the wire.

La résistance à l'abrasion est définie par la moyenne des résultats obtenus pour les six essais et par le minimum de cycles de grattage obtenu pour chaque essai.

Note. — Il est essentiel de n'utiliser pour cet essai que des aiguilles ayant un bon fini de surface. Les aiguilles doivent être rejetées dès qu'elles montrent des signes de fatigue.

Une humidité excessive peut influencer les résultats de l'essai et on doit prendre soin de respecter les exigences de préconditionnement indiquées à l'article 3.

12. Essais aux solvants (applicable aux fils de tous diamètres)

12.1 Solvants

L'essai doit être effectué en utilisant:

- le solvant standard spécifié ci-dessous; ou
- un solvant agréé entre fabricant et utilisateur.

Le solvant standard sera:

- 60 % en volume de white spirit contenant au maximum 18 % d'aromatiques;
- 30 % en volume de xylène;
- 10 % en volume de butanol.

12.2 Méthode d'essai

Une longueur de fil dressée de 150 mm est chauffée pendant 10 min à 130 °C.

On utilise un récipient cylindrique en verre contenant assez de solvant pour immerger une partie substantielle des échantillons essayés. La température du solvant doit être de 60 ± 3 °C. Les éprouvettes sont plongées pendant 30 min dans le solvant dont la température pendant l'essai sera maintenue dans les limites prévues.

Après traitement, les éprouvettes sont sorties du solvant et la dureté de l'isolation est déterminée par une dureté-crayon. Le temps écoulé entre la sortie du solvant et l'essai ne doit pas dépasser 30 s, sans quoi on pourrait obtenir des résultats erronés.

Avant chaque essai, la pointe du crayon utilisé est affûtée avec une lime douce pour former un angle de 60° symétriquement par rapport à l'axe de la mine (voir figure 5, page 34).

L'éprouvette à essayer est fixée fermement sur une plaque de verre (voir figure 5) et la mine du crayon de la dureté prévue dans la feuille de spécification correspondante est placée suivant un angle de 60° sur la surface du fil. La pointe affûtée du crayon est pressée lentement le long de la surface du fil avec une force d'environ 5N.

Trois essais sont effectués. L'email ne doit pas être enlevé du conducteur au cours de l'un quelconque des trois essais.

Notes 1. — Cette méthode peut être employée pour vérifier la résistance à d'autres fluides, par exemple à l'huile.

2. — Si on désire déterminer la dureté de l'isolation, l'indice de dureté de l'email est pris égal à celui de la mine de plus grande dureté avec laquelle on ne peut pas enlever l'email.

La série des duretés-crayon est la suivante:

6B	5B	4B	3B	2B	B	HB	H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

The resistance to abrasion shall be reported as the average of the six results and the minimum of scrapes in any one test.

Note. — It is essential that only needles having a good surface finish shall be used for the test. Needles shall be discarded as soon as they show signs of wear.

Excessive moisture may influence the test results and care should be taken to comply with the preconditioning requirements given in Clause 3.

12. Solvent tests (applicable to all sizes)

12.1 Solvents

The test may be carried out by using:

- the standard solvent, specified below; or
- a solvent as agreed between manufacturer and user.

The standard solvent shall be:

- 60% by volume white spirit with maximum aromatic content of 18%;
- 30% by volume xylene;
- 10% by volume butanol.

12.2 Method of test

A straight piece of wire, 150 mm in length, shall be heated for 10 min at 130 °C.

A glass cylinder containing sufficient solvent to immerse a substantial portion of the test specimens is used. The temperature of the solvent shall be 60 ± 3 °C. The specimens shall be immersed for 30 min in the solvent, the temperature of which shall be maintained within the specified limits during testing.

After treatment, the specimens shall be removed from the solvent and the hardness of the insulation shall be determined as pencil hardness. The period between removal from the solvent and the test shall not exceed 30 s, otherwise erroneous results may be obtained.

Before each test, the point of the pencil shall be sharpened with a smooth-cut file to form an angle of 60° symmetrical about the axis of the lead (see Figure 5, page 34).

The specimen to be tested shall be firmly laid on a glass plate (see Figure 5) and the lead pencil with the hardness called for in the relevant specification sheet shall be placed on the surface of the wire at an angle of 60°. The sharpened edge of the pencil shall be pressed slowly along the surface of the wire with a force of approximately 5 N.

Three tests shall be made. The enamel shall not be removed down to the conductor in any one of the three.

Notes 1. — This method can also be used for testing resistance to other fluids e.g. oil.

2. — Where it is desired to determine the hardness of the insulation, the hardness of the lead pencil which just fails to remove the enamel from the surface of the conductor shall be taken as the hardness index of the insulation.

The pencil hardness series is as follows:

6B	5B	4B	3B	2B	B	HB	H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

13. Tension de claquage (applicable aux fils de tous diamètres) *

13.1 Tension d'essai

La tension d'essai est une tension alternative d'une fréquence nominale de 50 Hz ou 60 Hz et de forme sensiblement sinusoïdale, le facteur de pointe restant dans les limites de $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1,34 à 1,48). Le transformateur d'essai doit avoir une puissance nominale d'au moins 500 VA et le courant fourni doit avoir une forme d'onde essentiellement non déformée dans les conditions d'essai.

On applique une valeur nulle de la tension; puis celle-ci est élevée à une vitesse approximative de 100 V par seconde jusqu'au claquage. Si le claquage se produit en moins de 5 s, la vitesse de la montée en tension doit être réduite. Lorsque la tension de claquage est supérieure ou égale à 2 500 V, la vitesse de la montée en tension doit être approximativement de 500 V par seconde.

13.2 Essai pour fils de diamètre jusqu'à et y compris 0,04 mm

Un cylindre métallique poli ayant un diamètre d'environ 25 mm est monté avec son axe horizontal. Il est connecté électriquement à une borne de l'appareil d'essai de tension. L'autre borne est montée verticalement au-dessus du cylindre (voir figure 6, page 35).

Une éprouvette de fil émaillé, dont l'émail a été enlevé à l'une des extrémités, est connectée à la borne supérieure et enroulée sur le cylindre en une spire. Une force, de valeur indiquée au tableau IV, est appliquée à l'extrémité inférieure du fil de manière à maintenir un étroit contact entre le fil et le cylindre.

La tension d'essai est appliquée entre le fil et le cylindre.

On essaie cinq éprouvettes. Quatre au moins des cinq éprouvettes essayées doivent satisfaire à la valeur spécifiée.

TABEAU IV

Diamètre nominal	Force appliquée au fil
mm	N
0,020	0,02
0,025	0,02
0,032	0,05
0,040	0,05

13.3 Essai pour fils de diamètre de 0,04 mm à jusqu'à et y compris 2,500 mm

Une éprouvette est constituée par une longueur d'environ 400 mm. Elle est torsadée sur elle-même, sur une distance de 125 mm avec l'appareil indiqué à la figure 7, page 36. La force exercée sur les brins pendant la torsion et le nombre de tours sont donnés dans le tableau V.

* Les essais de claquage doivent être effectués à température élevée s'il est ainsi prévu dans la feuille de spécification correspondante. La procédure avant l'essai de tension de claquage est réalisée comme décrite dans la spécification particulière pour les fils dont l'adhérence est obtenue grâce à la chaleur ou à des solvants.

13. Breakdown voltage (applicable to all sizes) *

13.1 Test voltage

The voltage to be applied shall have a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz of an approximately sine-wave form, the peak factor being within the limits of $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1.34 to 1.48). The test transformer shall have a rating of at least 500 VA and shall provide a current of essentially undistorted wave form under test conditions.

The voltage shall be applied at zero and increased at a uniform rate of approximately 100 V per second until breakdown occurs. In the event of breakdown occurring in less than 5 s, the rate of increase shall be reduced. Where the breakdown voltage is equal to or greater than 2 500 V, the rate-of-rise shall be approximately 500 V per second.

13.2 Test for sizes up to and including 0.04 mm

A polished metal cylinder of approximately 25 mm diameter is mounted with its axis horizontal and is connected electrically to one terminal of the voltage test apparatus. The other connection is mounted vertically above the cylinder (see Figure 6, page 35).

A specimen of enamelled wire from which the enamel has been removed at one end shall be connected to the other terminal and wound once round the cylinder. A force, as specified in Table IV is applied (weight) to the lower end of the wire to keep the specimen in close contact with the cylinder.

The test voltage shall be applied between wire and the cylinder according to Sub-clause 13.1.

Five specimens shall be tested. At least four of the five samples tested shall meet the required value.

TABLE IV

Nominal diameter	Force applied to the wire
mm	N
0.020	0.02
0.025	0.02
0.032	0.05
0.040	0.05

13.3 Test for sizes over 0.04 mm up to and including 2.500 mm

A piece of wire approximately 400 mm in length shall be twisted together for a distance of 125 mm with a device as shown in Figure 7, page 36. The force applied (weight) to the wire pair while being twisted and the number of twists are given in Table V.

* Breakdown tests shall be carried out at elevated temperature if required by the relevant specification sheet. The procedure for treatment of heat or solvent bonding wires before the breakdown voltage test is carried out will be described in the relevant specification sheet.

La boucle à l'extrémité de la section torsadée est coupée en deux endroits (et non un seul) afin d'obtenir un espacement maximal entre les extrémités coupées. A cette extrémité ou à l'extrémité non torsadée, les fils doivent être recourbés de manière à assurer un écartement approprié entre ces fils et de façon à éviter toute courbure aiguë et toute détérioration de l'isolation.

La tension est appliquée entre les conducteurs conformément aux prescriptions du paragraphe 13.1.

Cinq éprouvettes sont essayées.

Si l'une des cinq éprouvettes donne un résultat inférieur à la valeur spécifiée, l'essai doit être recommencé sur une deuxième série d'éprouvettes. Il n'est alors admis aucun résultat défectueux.

TABEAU V

Diamètre nominal mm		Force totale appliquée sur les deux fils N	Nombre de tours par 125 mm
De	Jusqu'à et y compris		
0,04	0,07	0,2	40
0,07	0,11	0,4	40
0,11	0,25	0,85	33
0,25	0,35	1,70	23
0,35	0,50	3,40	16
0,50	0,75	7,00	12
0,75	1,05	13,50	8
1,05	1,50	27,00	6
1,50	2,15	54,00	4
2,15	2,50	108,00	3

13.4 Essai pour fils de diamètre supérieur à 2,500 mm

On prépare cinq électrodes en appliquant une bande de feuille de métal mince ayant une largeur de 6,0 mm sur un ruban adhésif de 12,0 mm de largeur. L'électrode combinée ruban-feuille métallique est découpée en bandelettes d'environ 75 mm de longueur. Le ruban adhésif ne doit pas dépasser des extrémités de la feuille de métal.

L'éprouvette de fil à utiliser doit avoir une longueur telle que cinq électrodes puissent être appliquées à intervalles d'environ 50 mm. Les électrodes sont appliquées sur le fil de manière que le ruban soit à angle droit avec le fil et que la feuille de métal soit en contact avec le fil. L'électrode est enroulée autour du fil doucement et solidement.

La tension est appliquée entre le conducteur et les feuilles métalliques des électrodes selon les conditions fixées au paragraphe 13.1.

Cinq essais sont effectués sur une longueur de fil.

Quatre au moins des cinq essais doivent satisfaire à la valeur spécifiée.

The loop at the end of the twisted section shall be cut at two places (not one) to provide the maximum spacing between the cut ends. Any bending of the wires, at this end or the other untwisted end, to ensure adequate separation between the wires shall avoid sharp bends or damage to the insulation.

The test voltage shall be applied between the conductors according to Sub-clause 13.1.

Five specimens shall be tested.

If one of the specimens gives a result below the required value, the test shall be repeated with a second series of five specimens. No failure then shall occur.

TABLE V

Nominal diameter mm		Force applied to wire pairs N	Number of twists per 125 mm
Over	Up to and including		
0.04	0.07	0.2	40
0.07	0.11	0.4	40
0.11	0.25	0.85	33
0.25	0.35	1.70	23
0.35	0.50	3.40	16
0.50	0.75	7.00	12
0.75	1.05	13.50	8
1.05	1.50	27.00	6
1.50	2.15	54.00	4
2.15	2.50	108.00	3

13.4 Test for sizes over 2.500 mm

Five electrodes shall be prepared by applying a strip of thin metal foil having a width of 6.0 mm to the centre of a pressure sensitive tape 12.0 mm wide. The combined tape-foil electrode shall be cut into strips about 75 mm in length. The pressure sensitive tape shall not extend beyond the ends of the metal foil.

A specimen of wire shall be used of such length that five electrodes can be applied at intervals of approximately 50 mm. The electrodes shall be applied to the wire with the tape at right angles to the wire and the foil in contact with the wire. The electrodes shall be wrapped smoothly and firmly around the wire.

The test voltage shall be applied between conductor and foil electrodes according to Sub-clause 13.1.

Five tests shall be made on one piece of wire.

At least four of the five tests shall meet the required value.

14. Continuité de l'isolation (applicable aux fils de diamètre jusqu'à et y compris 0,50 mm)

14.1 Appareil d'essai

L'essai est effectué en faisant passer une longueur de fil émaillé à travers un bain contenant du mercure propre.

Avant d'entrer dans le bain, le fil émaillé passe sur une poulie métallique à gorge en V parfaitement polie et tournant librement. Cette poulie a un diamètre de 25 mm au fond de la gorge. Cette gorge a un rayon de fond de 0,35 mm.

Pendant l'essai, le fil court dans le fond de la gorge sans venir en contact avec les côtés du « V ». Il est en contact avec la poulie le long d'un arc de 75°.

Le fil passe à travers le bain de mercure (voir figure 8, page 37) et, à la sortie du bain, à travers les fentes recouvertes de peau de chamois produisant le minimum de frottement et disposées de manière à renvoyer le mercure dans le bain.

La longueur de fil immergée dans le mercure est de 60 mm environ.

14.2 Méthode d'essai

Une longueur de 30 m de fil émaillé est soumise à l'essai décrit ci-après.

Au cours de cet essai, la vitesse du fil dans le bain de mercure est de 30 cm/s. Il faut prendre soin de ne pas étirer le fil pendant l'essai.

Un deuxième essai doit être effectué sur une nouvelle longueur de fil, si une mesure de résistance, faite sur la première longueur qui n'a pas satisfait aux spécifications, montre que la résistance s'est accrue de plus de 5 %.

Une différence de potentiel de 24 V, en courant continu, pour les fils de diamètre jusqu'à et y compris 0,040 mm et de 50 V, en courant continu, pour les fils de diamètre supérieur à 0,040 mm est maintenue aux bornes du circuit constitué par le fil émaillé, le mercure du bain et un relais magnétique sensible, connectés en série de manière à détecter tout défaut de l'isolation du fil.

On utilise un relais magnétique convenable avec un compteur ayant une sensibilité telle que le compteur fonctionne lorsque la tension calibrée de 24 V ou 50 V est maintenue pendant 0,085 s à travers une résistance de 10 000 Ω .

Dans les mêmes conditions, le compteur ne doit pas fonctionner avec une résistance de 15 000 Ω dans le circuit ni lorsque la tension calibrée est maintenue pendant 0,05 s à travers la résistance de 10 000 Ω . Le relais et le compteur doivent fonctionner en 0,06 s avec une résistance de 500 Ω dans le circuit.

Un circuit séparé destiné à détecter un défaut continu du fil dans le bain sera ajouté. De tels défauts ne sont pas tolérés.

Un seul essai est effectué.

15. Endurance thermique

On utilisera la méthode de détermination de l'endurance thermique définie par la Publication 172 de la CEI: Méthode d'essai pour l'évaluation de la stabilité thermique des fils émaillés par l'établissement de la rigidité diélectrique entre les fils torsadés.

14. Continuity of covering (applicable to sizes up to and including 0.50 mm)

14.1 Apparatus

The test is carried out by passing a sample of enamelled wire through a bath containing clean mercury.

Before entering the bath, the wire passes over a freely running, highly polished V-grooved metal wheel, having a diameter of 25 mm at the bottom of the groove. This groove has a radius at the bottom of 0.35 mm.

During the test, the wire runs in the bottom of the groove without coming into contact with the sides of the “V”. It is in contact with the wheel over an arc of 75°.

The wire passes through the mercury bath (see Figure 8, page 37) through slits in the end of the bath faced with chamois leather having minimum friction, so placed as to retain the mercury in the bath.

The length of wire immersed in the mercury is approximately 60 mm.

14.2 Method

A specimen of 30 m of enamelled wire shall be subjected to the test described below.

The speed of the wire through the mercury shall be 30 cm/s. Care should be taken not to stretch the wire during test.

A second test shall be made on a fresh specimen, if a resistance measurement, made on the specimen which has failed to meet the requirements, shows that the resistance has increased by more than 5%.

A potential difference of 24 V d.c. for wires up to and including 0.040 mm and of 50 V d.c. for wires over 0.040 mm is maintained across a circuit consisting of the enamelled wire, the mercury in the bath, and a sensitive magnetic relay, connected in series in such a way that a fault in the insulation of the wire is indicated.

A suitable magnetic relay with counter shall be used having a sensitivity such that the counter will operate when the calibrating voltage of 24 V or 50 V is maintained for 0.085 s across a resistor of 10 000 Ω .

Under similar conditions, the counter shall not operate with a resistor of 15 000 Ω in circuit nor shall it operate if the calibrating voltage is maintained for 0.05 s across the resistor of 10 000 Ω . The relay and the counter shall operate within 0.06 s with a resistor of 500 Ω in circuit.

A separate circuit to show a continuous fault of the wire in the bath shall be added. Such faults are not allowed.

One test shall be made.

15. Thermal endurance

The method for determination of thermal endurance described in IEC Publication 172, Test Procedure for the Evaluation of the Thermal Endurance of Enamelled Wire by the Lowering of the Electric Strength between Twisted Wires, shall be used.

16. **Essais applicables aux fils utilisés dans les appareils réfrigérants**

A l'étude.

17. **Essai de soudabilité (applicable aux fils soudables de tous diamètres)**

17.1 *Essai pour fils de diamètre jusqu'à et y compris 0,25 mm — préparation des éprouvettes*

Une éprouvette est constituée par une longueur de fil enroulée sur une distance de 15 mm à 20 mm autour de l'extrémité d'un fil étamé propre de 0,8 mm de diamètre et long de 200 mm. L'enroulement doit comporter cinq spires au minimum et dix spires au maximum, avec un léger espacement entre les spires.

17.2 *Essai pour fils de diamètre supérieur à 0,25 mm — préparation des éprouvettes*

Un seul fil de 200 mm de longueur est nécessaire.

17.3 *Procédure d'essai*

Le bain de soudure étain-plomb 60/40 utilisé doit avoir un volume suffisant pour que l'on soit certain que la température de la soudure reste uniforme quand on introduit l'extrémité de l'éprouvette. Il doit être pourvu de moyens permettant de maintenir la température de la soudure à la température spécifiée dans la feuille de spécification particulière.

Les éprouvettes sont tenues verticalement au-dessus du centre du bain, puis leur extrémité inférieure est abaissée jusqu'à 20 mm sous la surface. La position à laquelle l'éprouvette est immergée doit être à une distance d'environ 10 mm du point où la température est mesurée.

Après avoir été immergée pendant le temps spécifié dans la feuille de spécification particulière, l'éprouvette doit subir un mouvement oblique dans le bain avant d'en être retirée.

On examine la surface du fil étamé avec une loupe de grossissement de 6 à 10.

Trois essais sont effectués.

18. **Essai de thermodurabilité**

Voir Publication 251-1A de la CEI (en cours d'impression).

19. **Tangente de l'angle de pertes diélectriques ($\tan \delta$) (applicable aux fils de tous diamètres)**

19.1 *Principe*

La méthode de mesure consiste à introduire dans un circuit résonnant une capacité auxiliaire dont les armatures sont constituées par le conducteur du fil émaillé et un bain de mercure dans lequel le fil est plongé.

Note. — La mesure peut s'effectuer par exemple à l'aide d'un Q-mètre.

19.2 *Préparation de l'éprouvette*

Une longueur de fil à essayer est recourbée en forme de U (voir figure 9, page 38) et plongée dans un bain contenant du mercure. La longueur immergée doit être telle que la capacité conducteur-mercure soit comprise entre 50 pF et 100 pF.

16. **Tests for wires for use in refrigerants**

Under consideration.

17. **Solder test (applicable to all sizes of self-fluxing wires)**

17.1 *Test for sizes up to and including 0.25 mm — preparation of specimens*

A specimen of the wire to be tested shall be wound for a distance of 15 mm to 20 mm around the end of a 200 mm length of 0.8 mm diameter clean tinned copper wire; there shall be a minimum of five turns and a maximum of ten turns with a slight spacing between the turns.

17.2 *Test for sizes over 0.25 mm — preparation of specimens*

A single wire 200 mm in length is required.

17.3 *Test procedure*

The 60/40 tin-lead solder bath used shall have a volume sufficient to ensure that the temperature of the solder remains uniform when introducing the test specimen. It shall be provided with means for maintaining the temperature of the solder at the temperature specified in the relevant specification sheet.

The specimen shall be held vertically over the centre of the bath, and the bottom end lowered to 20 mm below the surface. The position at which the specimen is immersed shall be within approximately 10 mm of the point where the temperature is measured.

After having been immersed for the time specified in the relevant specification sheet, the specimen shall be moved sideways in the bath before it is withdrawn from the solder.

The surface of the tinned wires shall be examined with a magnification of 6 to 10 times.

Three tests shall be made.

18. **Heat and solvent bonding test**

See IEC Publication 251-1A (being printed).

19. **Dielectric loss tangent ($\tan \delta$) (applicable to all sizes)**

19.1 *Principle*

The measuring method consists of introducing into a resonant circuit an auxiliary capacitance whose plates consist of the conductor of the enamelled wire and a mercury bath in which the wire is immersed.

Note. — The measurement may be made, for example, by using a Q-meter.

19.2 *Preparation of the wire specimen*

The wire under test shall be bent into a U-shape (see Figure 9, page 38) and lowered into a bath containing mercury. The length immersed shall be such that the capacitance between conductor and mercury is between 50 pF and 100 pF.

19.3 Mesure

L'appareillage choisi devra permettre une mesure des pertes diélectriques avec une précision de $\pm 10\%$. La mesure sera effectuée à une fréquence d'environ 1 MHz.

Le schéma d'un circuit de mesure approprié est indiqué par la figure 10, page 39:

L'éprouvette est connectée. Puis la résistance d'amortissement R est amenée à une valeur infinie et le circuit est accordé sur la valeur maximale du voltmètre V au moyen du condensateur C . Le voltmètre V est alors ajusté au moyen du condensateur de couplage à une valeur déterminée. On note la valeur C_1 du condensateur variable C .

On déconnecte alors l'éprouvette et l'on accorde à nouveau le circuit à l'aide de C . La valeur C_2 est notée.

La capacité de l'éprouvette est :

$$C_x = C_2 - C_1$$

On ramène l'indication du voltmètre à la valeur précédemment retenue au moyen de la résistance R dont on note la valeur R_v .

La tangente de l'angle de pertes est donnée par:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\omega R_v C_x}$$

où :

$$\omega = 2 \pi f$$

19.3 Measurement

The test equipment used shall allow a loss measurement to be made with a precision of $\pm 10\%$. The measurement shall be made at a frequency of approximately 1 MHz.

A diagram of a suitable circuit is shown in Figure 10, page 39:

The specimen is connected. Then the damping resistance R is set at infinity and the circuit is tuned to the maximum reading of voltmeter V by means of capacitor C .

The voltmeter V reading is then adjusted by means of a coupling capacitor to a predetermined reading. The value C_1 of capacitor C is noted.

The specimen is disconnected and the circuit retuned by means of capacitor C . The value C_2 is noted.

The capacitance of the specimen is:

$$C_x = C_2 - C_1$$

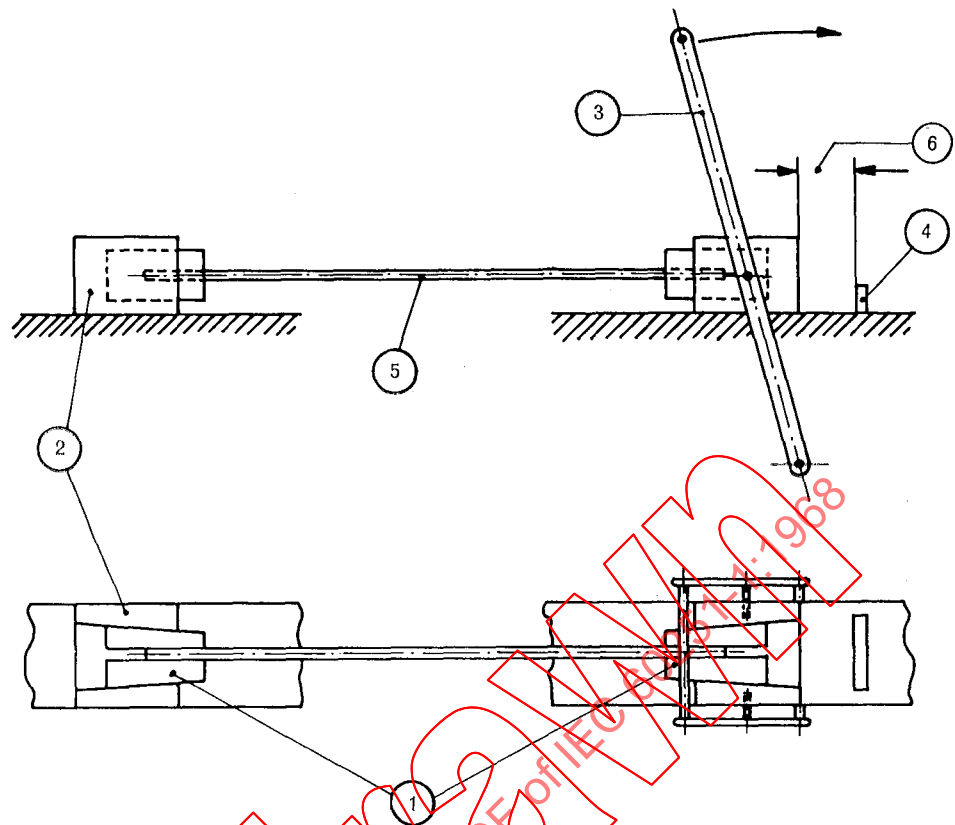
The voltmeter reading is readjusted to its previous value by means of resistor R . The value R_v of resistor R is noted.

The dielectric loss tangent is calculated by:

$$\tan \delta = \frac{1}{\omega R_v C_x}$$

where:

$$\omega = 2 \pi f$$



- 1 = coins de serrage (mordaches)
wedge grips (clamps)
- 2 = partie fixe de mâchoires
stationary jaw set
- 3 = bras de levier
lever arm
- 4 = arrêtoir réglable
adjustable stop
- 5 = éprouvette de fil
wire test specimen
- 6 = allongement spécifié
specified elongation

FIG. 1.— Appareil pour l'essai de traduction brusque.
Apparatus for the jerk test.

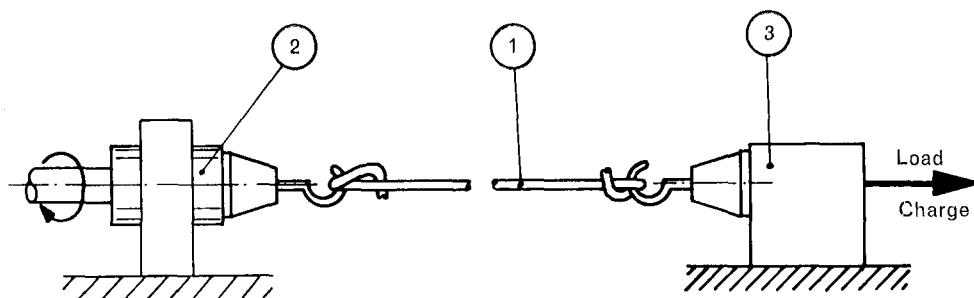


FIG. 2a. — Appareil.
Apparatus.

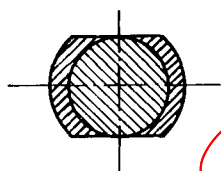


FIG. 2b. — Section droite du fil dont on a retiré l'émail.
Cross-section of the wire.

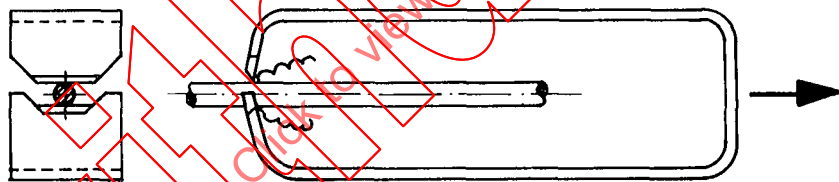


FIG. 2c. — Racloir.
Scraper.

- 1 = éprouvette de fil
specimen
- 2 = mordache tournante
rotary clamp
- 3 = mordache fixe
fixed clamp

FIG. 2. — Appareil pour l'essai de torsion.
Testing device for peel test.

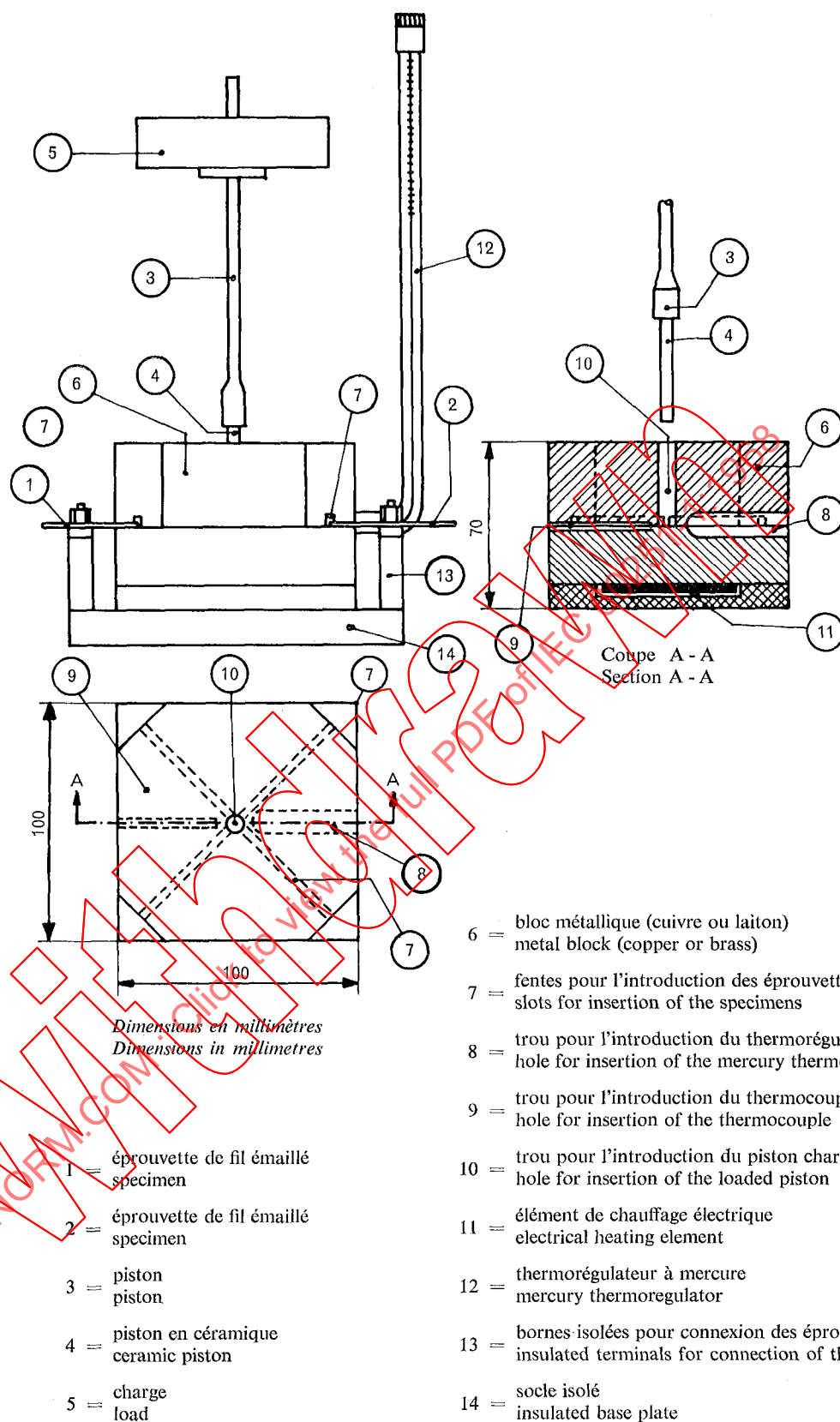
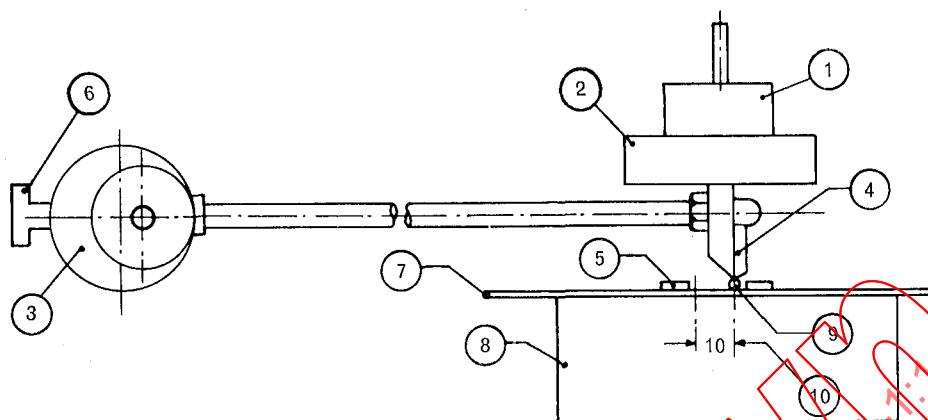


FIG. 3. — Appareil à compression pour essai de thermoplasticité.
Compression device for the cut-through test.



Dimension en millimètres

Dimension in millimetres

- 1 = poids
weight
- 2 = support du poids
weight holder
- 3 = excentrique
eccentric drive
- 4 = support de l'aiguille
needle holder
- 5 = pinces métalliques
wire clamps
- 6 = contrepois
counterbalance
- 7 = éprouvette
wire test specimen
- 8 = enclume
anvil
- 9 = aiguille (aiguille à coudre en acier N° 11, diamètre 0,4 mm)
needle (steel sewing needle No. 11, 0.4 mm diameter)
- 10 = course de l'aiguille
stroke of the needle

FIG. 4. — Machine pour l'essai de résistance à l'abrasion.
Machine for the abrasion resistance test.