

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

695-2-3

Première édition
First edition
1984-01

Essais relatifs aux risques du feu

Deuxième partie:

Méthodes d'essai –

Essai de mauvais contact au moyen de fils chauffants

Fire hazard testing

Part 2:

Test methods –

Bad-connection test with heaters



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 695-2-3: 1984

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

695-2-3

Première édition
First edition
1984-01

Essais relatifs aux risques du feu

Deuxième partie:

Méthodes d'essai –

Essai de mauvais contact au moyen de fils chauffants

Fire hazard testing

Part 2:

Test methods –

Bad-connection test with heaters

© CEI 1984 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Introduction et domaine d'application	6
2. Objet de l'essai.	6
3. Description générale de l'essai	6
4. Description de l'appareillage.	8
5. Degrés de sévérité	12
6. Préconditionnement	12
7. Mesures initiales	12
8. Mode opératoire	14
9. Observations et mesures.	16
10. Evaluation des résultats de l'essai	16
11. Renseignements que doit fournir la spécification particulière.	16
ANNEXE A — Instructions pour la préparation des fils chauffants d'essai.	20
FIGURES	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction and scope	7
2. Object of the test.	7
3. General description of the test	7
4. Description of test apparatus	9
5. Severities	13
6. Preconditioning	13
7. Initial measurements	13
8. Test procedure.	15
9. Observations and measurements	17
10. Evaluation of test results	17
11. Information to be given in the relevant specification	17
APPENDIX A — Instructions for the preparation of test heaters	21
FIGURES	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU

Deuxième partie: Méthodes d'essai

Essai de mauvais contact au moyen de fils chauffants

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 50D: Essais relatifs aux risques du feu, du Comité d'Etudes n° 50 de la CEI: Essais climatiques et mécaniques.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 50D (Bureau Central)12, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1981. Des modifications, document 50D (Bureau Central)19, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en février 1982.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Finlande	Pays-Bas
Allemagne	Hongrie	Pologne
Belgique	Israël	Royaume-Uni
Brésil	Italie	Suède
Egypte	Norvège	Suisse
Espagne	Nouvelle-Zélande	Tchécoslovaquie

Le Comité français a émis un vote négatif car, à la suite de nombreux essais, il n'a pas pu obtenir une reproductibilité suffisante des résultats pour garantir la validité de la méthode. Bien que des progrès aient été accomplis depuis la parution, en 1976, de la Publication 553 de la CEI: Rapport sur l'évaluation des enveloppes et autres parties non métalliques des appareils électrodomestiques et analogues en ce qui concerne la résistance au feu, qui comporte dans son annexe B un essai de mauvais contact, le Comité français aurait souhaité la parution d'un nouveau rapport et non d'une norme.

Il est à noter que la présente norme constitue une partie d'une série de parties qui traitera des sujets suivants:

- Guide pour la détermination des risques du feu dans le cas des produits électrotechniques.
- Méthodes d'essai.
- Exemples de procédures pour l'estimation des risques du feu et interprétation des résultats.
- Terminologie.
- Aperçus des méthodes d'essai.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 51:	Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires.
212:	Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.
695-2-1:	Essais relatifs aux risques du feu, Deuxième partie: Méthodes d'essai — Essai au fil incandescent et guide.
695-2-2:	Deuxième partie: Méthodes d'essai — Essai au brûleur-aiguille.

Autre publication citée:

Norme ISO 4046: Papier, carton, pâtes et termes connexes — Vocabulaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING

Part 2: Test methods
Bad-connection test with heaters

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 50D: Fire Hazard Testing, of IEC Technical Committee No. 50: Environmental Testing.

A draft was discussed at the meeting held in Stockholm 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 50D(Central Office)12 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1981. Amendments, Document 50D(Central Office)19 were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1982.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Hungary	Poland
Brazil	Israel	South Africa (Republic of)
Czechoslovakia	Italy	Spain
Egypt	Netherlands	Sweden
Finland	New Zealand	Switzerland
Germany	Norway	United Kingdom

The National Committee of France voted against the publication because it could not obtain a sufficient reproducibility of results during numerous tests in order to guarantee the validity of the method. Although progress has been accomplished since IEC Publication 553: Report on Evaluation of Non-metallic Enclosures and Other Parts of Household and Similar Appliances with Regard to Resistance to Fire, which comprises a bad-connection test in its Appendix B, was issued in 1976, the French National Committee wanted the publication to be issued as a new report and not as a standard.

It should be noted that this standard forms one part of a series of parts intended to deal with the following subjects:

- Guidance for assessing fire hazards of electrotechnical products.
- Test methods.
- Examples of fire hazard assessment procedures and interpretation of results.
- Terminology.
- Surveys of test methods.

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 51: Recommendations for Direct Acting Indicating Electrical Measuring Instruments and Their Accessories.
- 212: Standard Conditions for Use Prior to and During the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.
- 695-2-1: Fire Hazard Testing, Part 2: Test Methods — Glow-wire Test and Guidance.
- 695-2-2: Part 2: Test Methods — Needle-flame Test.

Other publication quoted:

- ISO Standard 4046: Paper, Board, Pulp and Related Terms — Vocabulary.

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU

Deuxième partie: Méthodes d'essai

Essai de mauvais contact au moyen de fils chauffants

1. Introduction et domaine d'application

La meilleure méthode pour essayer des produits électrotechniques en ce qui concerne le risque du feu consiste à reproduire exactement les conditions se rencontrant dans la pratique. Dans la plupart des cas, cela n'est pas possible. Pour des raisons pratiques, les essais des produits électrotechniques, en ce qui concerne le risque du feu, sont donc exécutés au mieux en simulant d'aussi près que possible les effets se produisant réellement dans la pratique.

Les parties d'un matériel électrotechnique qui peuvent être exposées à une contrainte thermique excessive due à des effets électriques, et dont la détérioration peut nuire à la sécurité du matériel, ne doivent pas être affectées d'une manière anormale par la chaleur et par le feu engendrés à l'intérieur du matériel.

Des connexions peuvent, dans certaines conditions, par exemple desserrage, pression mécanique insuffisante ou installation défectueuse, dissiper une grande quantité de chaleur, fonction de la puissance dissipée, qui dépend de leur conception et du courant qui les traverse.

L'essai décrit dans cette norme est applicable aux matériels électrotechniques, à leurs sous-ensembles et à leurs composants.

2. Objet de l'essai

Des connexions peuvent, dans certaines conditions, constituer une source de chaleur telle qu'après une longue période des parties en matériau isolant maintenant cette connexion en position soient susceptibles d'être affectées d'une manière anormale.

Un mauvais contact est un défaut dans une borne, ou dans une terminaison, qui peut provoquer la production d'une chaleur anormale.

L'essai de mauvais contact au moyen de fils chauffants est un essai destiné à simuler la surchauffe d'une connexion, compte tenu de la conception de la connexion et du courant qui la traverse dans des conditions normales d'emploi, afin d'évaluer de façon simulée le risque de feu.

L'essai est destiné à être appliqué uniquement aux connexions avec des bornes à vis que l'utilisateur ou l'installateur doit réaliser au cours de l'installation, du service ou de l'entretien de l'équipement et qui échappent donc au contrôle du fabricant. L'essai est applicable à des bornes à vis prévues pour un courant nominal inférieur ou égal à 63 A.

Note. — Il est conseillé de contrôler les autres types de connexions par des essais de type et des méthodes de vérification de la qualité. L'essai au fil incandescent (voir la Publication 695-2-1 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu, Deuxième partie: Méthodes d'essai — Essai au fil incandescent et guide) ou l'essai au brûleur-aiguille (voir la Publication 695-2-2 de la CEI: Deuxième partie: Méthodes d'essai — Essai au brûleur-aiguille) peuvent être applicables à de telles connexions isolées.

3. Description générale de l'essai

Il est recommandé que le spécimen soit un matériel, un sous-ensemble ou un composant complet. S'il est nécessaire d'enlever des parties d'une enveloppe ou de découper une partie appropriée pour effectuer l'essai à l'intérieur du produit, on doit veiller à ce que les conditions

FIRE HAZARD TESTING

Part 2: Test methods Bad-connection test with heaters

1. Introduction and scope

The best method for testing electrotechnical products with regard to fire hazard is to duplicate exactly the conditions occurring in practice. In most instances this is not possible. Accordingly, for practical reasons, the testing of electrotechnical products with regard to fire hazard is best conducted by simulating as closely as possible the actual effects occurring in practice.

Parts of electrotechnical equipment which might be exposed to excessive thermal stress due to electric effects and the deterioration of which might impair the safety of the equipment shall not be unduly affected by heat and by fire generated within the equipment.

Connections may produce, under certain conditions, for example loosening, insufficient mechanical pressure or faulty installation, high heat dissipation due to wattage losses depending on their design and the actual current passing through them.

The test described in this standard is applicable to electrotechnical equipment and to its sub-assemblies and components.

2. Object of the test

Connections may, under certain conditions, be a source of heat such that, after a long period, parts of insulating material retaining these connections in position are likely to be unduly affected.

Bad connection denotes a fault condition in a terminal or termination which may give rise to the production of abnormal heat.

The bad connection test with heaters is a test intended to simulate such an overheated connection, consideration being given to the design of the connection and to the current passing through it under normal conditions of use, in order to assess the fire hazard by a simulation technique.

The test is only intended to be applied to screw connections which the user or service man is required to make during the installation, servicing or maintenance of the equipment and which are therefore outside the manufacturer's control. The test is applicable to screw connections having a rated current not exceeding 63 A.

Note. — Advice is given to check other types of connections by type tests and quality control procedures. The glow-wire test (see IEC Publication 695-2-1: Fire Hazard Testing, Part 2: Test Methods — Glow-wire Test and Guidance) or the needle-flame test (see IEC Publication 695-2-2: Part 2: Test Methods — Needle-flame Test) may be applicable to such insulated connections.

3. General description of the test

If possible the specimen should be a complete equipment, sub-assembly or component. If it is necessary to take away parts of an enclosure or to cut off a suitable part to perform the test within the product, care should be taken to ensure that the test conditions are not

d'essai ne soient pas sensiblement différentes des conditions normales d'emploi en ce qui concerne la forme, la ventilation et l'effet des contraintes thermiques, les flammes susceptibles de se produire, ou les particules enflammées ou incandescentes tombant dans le voisinage du spécimen.

S'il n'est pas possible d'effectuer l'essai sur un sous-ensemble ou un composant lorsqu'il est à l'intérieur du produit, on effectue l'essai sur un spécimen séparé dans les conditions spécifiées à l'article 4.

L'essai est effectué pour vérifier:

- qu'une connexion, chauffée dans des conditions définies par l'intermédiaire d'un fil chauffant d'essai approprié, ne provoque pas l'inflammation de parties en matériau isolant, ou
- qu'une partie en matériau isolant, dont la connexion surchauffée peut avoir provoqué l'inflammation dans des conditions déterminées, ne brûle que pendant une durée limitée sans propager le feu au moyen de flammes, de gouttelettes enflammées ou de particules incandescentes tombant du spécimen.

Si le spécimen est enflammé par cette méthode le risque de feu suscité peut imposer d'autres essais au moyen d'autres sources d'inflammation, par exemple un brûleur à aiguille.

Note. — Les fils chauffants d'essai, spécifiés à l'article 4, peuvent ne pas être appropriés pour essayer des bornes ou des terminaisons autres que celles à serrages par vis. Leurs possibilités d'utilisation ont été vérifiées seulement pour les tailles et les conceptions des bornes à vis, comme décrites dans l'annexe A.

4. Description de l'appareillage

Le fil chauffant d'essai est constitué par un élément de fil en un alliage comportant 59% au moins de nickel, 14% à 19% de chrome et 19% à 23% de fer, sa résistivité, à la température de 20 °C, étant de 1,13 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Ce fil a une forme et une longueur appropriées, et chacune de ses extrémités est reliée, au moyen d'un manchon en alliage de cuivre, à un câble de section circulaire composé de brins de fil fin de cuivre et ayant une longueur de 120 ± 2 mm. Les manchons sont d'abord sertis puis brasés (voir figure 1, page 28).

La forme, le diamètre et la longueur du fil de résistance doivent être adaptés à la conception et à la taille de la borne ou de la terminaison à essayer, en prenant en considération la puissance d'essai en fonction du courant réel qui traverse la borne ou la terminaison, comme spécifié dans le tableau I.

Afin d'éviter la surchauffe ou la fusion du fil chauffant d'essai, une charge spécifique rapportée à la section, fonction du diamètre et de la longueur du fil de résistance spécifiée ci-dessus, ne doit pas être dépassée. La valeur réelle n de la charge spécifique rapportée à la section en watts par millimètre carré peut se calculer à partir de la formule suivante:

$$n = \frac{N}{\pi \cdot d_h \cdot l_h}$$

et doit être comparée avec la valeur maximale n_{max} pour déterminer les dimensions minimales permises du fil de résistance,

où:

N = puissance d'essai, en watts

d_h = diamètre du fil de résistance, en millimètres

l_h = longueur libre du fil de résistance, en millimètres,

si $d_h \geq 1,0$ mm, $n_{\text{max}} \approx 0,36$ W/mm², et si $d_h = 0,5$ mm, $n_{\text{max}} \approx 0,40$ W/mm².

significantly different from those occurring in normal use with regard to shape, ventilation, effect of thermal stresses and possible flames occurring or burning or glowing particles falling in the vicinity of the specimen.

If it is not possible to make the test on a sub-assembly or component within the product, the test is made on a separate specimen under the conditions specified in Clause 4.

The test is applied to ensure:

- that a connection, heated under defined conditions by means of an appropriate test heater, does not cause ignition of parts of insulating material, or
- that a part of insulating material, which might be ignited by the overheated connection under defined conditions, has a limited duration of burning, without spreading fire by flames, burning droplets or glowing particles falling from the specimen.

If the specimen is ignited by this method, the fire hazard created may necessitate further tests using other sources of ignition such as the needle-flame.

Note. — The test heaters specified in Clause 4 may not be appropriate for testing terminals and terminations other than those with screw-clamping. Their usability has only been verified for sizes and designs of terminals with screw-clamping as described in Appendix A.

4. Description of test apparatus

The test heater consists of a piece of wire of an alloy containing at least 59% nickel, 14% to 19% chromium and 19% to 23% iron, its specific resistance, at a temperature of 20 °C, being 1.13 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. The wire has an appropriate length and shape, and each end of it is connected, by means of a copper alloy sleeve, to a lead of circular cross-section, composed of fine-wire copper strands and having a length of 120 ± 2 mm. The sleeves are crimped and subsequently soldered (see Figure 1, page 28).

The shape, the diameter and the length of the resistance wire shall be adapted to the design and the size of the terminal or termination to be tested, taking into account the test power in relation to the actual current carried by the terminal or termination, as specified in Table I.

In order to avoid overheating and melting of the test heater, a specific surface load, related to the diameter and the length of the resistance wire specified above, shall not be exceeded. The actual value n of the specific surface load in watts per square millimetre can be calculated from the formula:

$$n = \frac{N}{\pi \cdot d_h \cdot l_h}$$

and shall be compared with the maximum value n_{max} for determining the minimum permitted dimensions of the resistance wire,

where:

N = test power, in watts

d_h = diameter of the resistance wire, in millimetres

l_h = free length of the resistance wire, in millimetres,

if $d_h \geq 1.0$ mm, $n_{\text{max}} \approx 0.36$ W/mm², and if $d_h = 0.5$ mm, $n_{\text{max}} \approx 0.40$ W/mm².

Le diamètre des conducteurs à âme câblée à relier au fil de résistance et celui des manchons doivent être choisis d'après la dissipation thermique provoquée par le type spécifique de conducteur, à âme massive ou câblée, relié dans les conditions normales d'emploi à la borne ou à la terminaison à essayer.

Pour isoler le fil de résistance en oxydant sa surface, il est nécessaire de chauffer au rouge le fil chauffant d'essai, dans les conditions atmosphériques normales, par voie électrique.

Pour vérifier au cours du temps le fil chauffant d'essai, et pour détecter son éventuelle détérioration, on mesure et on note sa résistance à l'état neuf entre les extrémités «froides» des conducteurs à âme câblée.

Note. — L'annexe A donne des dimensions et des formes de fils chauffants d'essai pour certaines tailles et des conceptions de bornes à vis pour le raccordement de conducteurs externes en cuivre au matériel électrique, de même qu'un guide pour préparer les fils chauffants d'essai. S'il s'agit d'essayer d'autres bornes à vis, des fils chauffants d'essai appropriés peuvent être préparés sur la base des directives données dans l'annexe A.

On utilise un transformateur réglable à très basse tension pour alimenter le fil chauffant d'essai de manière à obtenir la puissance d'essai spécifiée.

Le voltmètre et l'ampèremètre destinés à mesurer la chute de tension à travers le fil chauffant d'essai et le courant qui le traverse doivent être d'une précision de 1% (par exemple de classe 0,5 selon la Publication 51 de la CEI: Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs à action directe et leurs accessoires). Si l'on utilise un wattmètre, sa précision doit être d'au moins 1,5%.

Pour évaluer la possibilité de propagation du feu, par exemple par des particules enflammées ou incandescentes tombant du spécimen, l'une des situations suivantes doit être spécifiée dans la spécification particulière:

- si le spécimen est essayé dans le produit électrotechnique et si l'environnement dans lequel le produit doit être utilisé est connu, une couche du matériau ou des composants entourant normalement le produit ou situés sous lui doivent être disposés dessous;
- si le spécimen est essayé dans le produit électrotechnique et/ou si l'environnement dans lequel le spécimen/produit doit être utilisé est inconnu, une planche en bois de pin blanc épaisse d'environ 10 mm et couverte d'une simple couche de papier mousseline doit être disposée à une distance de 200 ± 5 mm sous le spécimen, sauf spécification particulière contraire;
- si le spécimen est essayé séparément, on le monte sur une planche en bois de pin blanc, épaisse d'environ 10 mm. Cette planche est maintenue pendant sept jours (168 h) avant de commencer l'essai dans une atmosphère ayant une température de 23 ± 2 °C et une humidité relative de $50 \pm 5\%$.

Note. — Ces conditions atmosphériques ont été extraites du tableau I de la Publication 212 de la CEI: Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.

Le papier mousseline est conforme à la définition de la Norme ISO 4046, article 6.86.

Papier mousseline:

Papier d'emballage mince, souple et résistant, de grammage compris généralement entre 12 g/m² et 30 g/m². Il est essentiellement destiné à l'emballage, à la protection ou à la présentation des objets fragiles et des objets-cadeaux.

The diameter of the stranded leads to be connected to the resistance wire and that of the sleeves shall be chosen on the basis of the heat dissipation caused by the specific type of conductor, solid or stranded, connected under normal conditions of use to the terminal or termination to be tested.

In order to insulate the resistance wire by oxidizing its surface it is necessary to heat the test heater electrically to red hot under normal atmospheric conditions.

For the purpose of subsequent checking of the test heater so as to detect any deterioration, the resistance is measured between the "cold" ends of the stranded leads when new, and is noted.

Note. — Dimensions and shapes of test heaters for certain sizes and designs of terminals with screw clamping for the connection of external copper conductors to electrical equipment, as well as guidance for preparing the test heaters, are given in Appendix A. If other terminals with screw clamping are to be tested, appropriate test heaters can be prepared on the basis of the guidance given in Appendix A.

An adjustable extra-low voltage transformer is used to energize the test heater so as to obtain the test power specified.

The voltmeter and ammeter for measuring the voltage drop across the test heater and the current passing through it should be accurate to 1% (i.e. Class 0.5 according to IEC Publication 51: Recommendations for Direct Acting Indicating Electrical Measuring Instruments and their Accessories). If a wattmeter is used, its accuracy shall be at least 1.5%.

To evaluate the possibility of spread of fire, for example by burning or glowing particles falling from the specimen, one of the following situations need to be specified in the relevant specification:

- if the specimen is tested within the product and if the environment in which the product is to be used is known, a layer of the material or the components normally surrounding or situated underneath the product shall be arranged;
- if the specimen is tested within the product and/or if the environment in which the specimen/product is to be used is unknown, a piece of white pine-wood board, approximately 10 mm thick and covered with a single layer of tissue paper, shall be arranged at a distance of 200 ± 5 mm below the specimen unless otherwise specified in the relevant specification;
- if the specimen is tested separately, it is mounted on a piece of white pine-wood board, approximately 10 mm thick. Before starting the test, the board is conditioned for seven days (168 h) in an atmosphere having a temperature of 23 ± 2 °C and a relative humidity of $50 \pm 5\%$.

Note. — These atmospheric conditions have been taken from Table I of IEC Publication 212: Standard Conditions for Use Prior to and During the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.

Wrapping tissue as specified in ISO Standard 4046, Clause 6.86.

Wrapping tissue:

A soft and strong, lightweight wrapping paper of grammage generally between 12 g/m² and 30 g/m², primarily intended for protective packaging of delicate articles and for gift wrapping.

5. Degrés de sévérité

La puissance d'essai et la durée de son application au spécimen doivent être spécifiées.

Les valeurs de la puissance d'essai en fonction du courant réel traversant la borne ou la terminaison sont spécifiées dans le tableau I.

Note. — Les valeurs du tableau I sont basées sur des investigations faites au sein de la CEE.

La durée préférentielle d'application est de 30 min.

TABLEAU I
Puissance d'essai

Courant (A)	Puissance d'essai (W)
Supérieur à 0,2 jusqu'à et y compris 0,5	2,0
Supérieur à 0,5 jusqu'à et y compris 1,0	4,5
Supérieur à 1,0 jusqu'à et y compris 1,5	6,5
Supérieur à 1,5 jusqu'à et y compris 2,0	9,0
Supérieur à 2,0 jusqu'à et y compris 2,5	11,0
Supérieur à 2,5 jusqu'à et y compris 3,0	13,0
Supérieur à 3,0 jusqu'à et y compris 4,0	16,0
Supérieur à 4,0 jusqu'à et y compris 5,0	19,0
Supérieur à 5,0 jusqu'à et y compris 6,0	21,0
Supérieur à 6,0 jusqu'à et y compris 8,0	25,0
Supérieur à 8,0 jusqu'à et y compris 10,0	29,0
Supérieur à 10,0 jusqu'à et y compris 13,0	33,0
Supérieur à 13,0 jusqu'à et y compris 16,0	37,0
Supérieur à 16,0 jusqu'à et y compris 20,0	42,0
Supérieur à 20,0 jusqu'à et y compris 25,0	47,0
Supérieur à 25,0 jusqu'à et y compris 32,0	53,0
Supérieur à 32,0 jusqu'à et y compris 40,0	60,0
Supérieur à 40,0 jusqu'à et y compris 50,0	66,0
Supérieur à 50,0 jusqu'à et y compris 63,0	73,0

La tolérance sur les valeurs données pour la puissance d'essai est de $\pm 5\%$.

Si la spécification particulière le prescrit, on peut utiliser d'autres valeurs pour la puissance d'essai, mais les valeurs données dans le tableau I sont celles qui sont mesurées dans de mauvaises connexions quand les courants correspondants les traversent.

6. Préconditionnement

Sauf spécification particulière contraire, le spécimen est maintenu pendant 24 h dans une atmosphère ayant une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative comprise entre 45% et 75%, avant de commencer l'essai.

7. Mesures initiales

Le spécimen doit être examiné visuellement et, si la spécification particulière le prescrit, les caractéristiques physiques et électriques doivent être mesurées.

5. Severities

The test power and the duration of its application to the specimen shall be specified.

Test power values in relation to the actual current carried by the terminal or termination are given in Table I.

Note. — The values in Table I are based on investigations carried out within the CEE.

The preferred duration of application is 30 min.

TABLE I
Test power values

Current (A)	Test power (W)
Over 0.2 up to and including 0.5	2.0
Over 0.5 up to and including 1.0	4.5
Over 1.0 up to and including 1.5	6.5
Over 1.5 up to and including 2.0	9.0
Over 2.0 up to and including 2.5	14.0
Over 2.5 up to and including 3.0	13.0
Over 3.0 up to and including 4.0	16.0
Over 4.0 up to and including 5.0	19.0
Over 5.0 up to and including 6.0	21.0
Over 6.0 up to and including 8.0	25.0
Over 8.0 up to and including 10.0	29.0
Over 10.0 up to and including 13.0	33.0
Over 13.0 up to and including 16.0	37.0
Over 16.0 up to and including 20.0	42.0
Over 20.0 up to and including 25.0	47.0
Over 25.0 up to and including 32.0	53.0
Over 32.0 up to and including 40.0	60.0
Over 40.0 up to and including 50.0	66.0
Over 50.0 up to and including 63.0	73.0

The tolerance on the values for the test power is $\pm 5\%$.

If required by the relevant specification, other test power values may be specified, but the values quoted in Table I are those which have been measured on bad connections when those currents are flowing.

6. Preconditioning

Unless otherwise specified in the relevant specification, the specimen is stored for 24 h in an atmosphere having a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity between 45% and 75% before starting the test.

7. Initial measurements

The specimen shall be examined visually and when specified in the relevant specification the physical/electrical parameters measured.

8. Mode opératoire

Avertissement

Des précautions devront être prises pour protéger le personnel pratiquant les essais contre:

- les risques d'explosion ou de feu;
- l'inhalation de fumées et/ou de produits toxiques;
- les résidus toxiques.

- 8.1 La pièce ou le compartiment dans lequel l'essai doit être réalisé doit être exempt de courants d'air et doit avoir des dimensions suffisantes pour assurer une réserve d'air adaptée.
- 8.2 Pendant l'essai, le spécimen est disposé dans la position la plus défavorable dans laquelle il se trouve placé en usage normal. Les dispositifs de fixation en place du spécimen et des connexions du fil chauffant d'essai avec la source d'alimentation ne doivent pas avoir d'autre influence sur le résultat de l'essai que celle qu'ils auraient dans les conditions normales d'emploi.
- 8.3 Un fil chauffant d'essai ayant les dimensions et la forme appropriées à la borne ou à la terminaison à essayer, et au courant réel qui la traverse, est inséré dans la borne ou la terminaison. La chaleur est engendrée aussi près que possible de l'endroit où un mauvais contact est susceptible de se produire, en prenant soin de s'assurer que les contraintes électriques et thermiques dans les parties autres que celle qui est à essayer sont réduites au minimum.
- 8.4 Les vis et autres dispositifs de serrage des bornes sont serrés légèrement, juste assez pour empêcher le fil chauffant d'essai de sortir de la borne pendant l'essai, des précautions étant prises pour s'assurer que la pellicule d'oxyde du fil de résistance n'est pas endommagée, ce qui provoquerait un shuntage partiel ou un court-circuitage du fil chauffant. Si, au cours de l'essai, un déplacement de parties métalliques est susceptible de se produire du fait de l'action de ressorts ou pièces analogues, ces derniers sont contraints comme en usage normal.
- 8.5 Le fil chauffant d'essai est alimenté au moyen d'un transformateur à très basse tension réglé de manière à obtenir la puissance d'essai spécifiée.
- Pour régler la puissance d'essai, on mesure le courant qui parcourt le fil chauffant ainsi que la chute de tension à travers ce dernier, la chute de tension étant mesurée entre les extrémités «froides» des conducteurs à âme câblée reliés au fil de résistance.
- Sauf spécification particulière contraire, la puissance d'essai est appliquée pendant 30 min, puis l'alimentation est interrompue, le fil chauffant restant en position jusqu'à ce que les résultats d'essai aient été notés.
- 8.6 Sauf spécification particulière contraire, l'essai est effectué sur trois spécimens.
- 8.7 Lorsque la spécification particulière prescrit que l'essai doit être appliqué à plus d'une borne d'une même partie d'équipement, on devra s'assurer qu'une détérioration causée par un essai n'affecte pas le résultat de l'essai suivant.

Note. — Si deux bornes ou deux terminaisons et leurs supports sont de conception symétrique, on peut se contenter d'essayer seulement une des deux bornes ou terminaisons.

8. Test procedure

Warning note

Precautions should be taken to safeguard the health of personnel conducting tests against:

- risk of explosion or fire;
- inhalation of smoke and/or toxic products;
- toxic residues.

- 8.1 The room or compartment in which the test is to be carried out shall be substantially draught-free and shall have dimensions sufficient to ensure an adequate supply of air.
- 8.2 For the test, the specimen is arranged in its most unfavourable position of normal use. The means for fixing the specimen in position and for the connection of the test heater to the power supply shall not influence the results of the test in a way other than that occurring under normal conditions of use.
- 8.3 A test heater having the dimensions and shape appropriate for the design of, and the actual current carried by, the terminal or termination to be tested, is inserted into the terminal or termination. The heat is generated as close as possible to the place where a bad connection is likely to occur, care being taken to ensure that the electric and thermal stresses in parts other than that to be tested are reduced to a minimum.
- 8.4 Screws and other clamping means of terminals are lightly tightened, just sufficient to prevent the test heater from coming out during the test, care being taken to ensure that the oxide film of the resistance wire is not damaged so as to cause partial shunting or short-circuiting of the heater. If, during the test, displacement of metal parts might occur due to the action of springs or the like, the latter are mechanically loaded as in normal use.
- 8.5 The test heater is energized by means of an extra-low voltage transformer adjusted so as to obtain the specified test power.

For controlling the test power, the current through the test heater as well as the voltage drop across the test heater is measured, the voltage drop being measured between the “cold” ends of the stranded leads connected to the resistance wire.

Unless otherwise specified in the relevant specification, the test power is applied for 30 min, after which the energy supply is switched off, the test heater remaining in position until the test results have been noted.
- 8.6 Unless otherwise specified in the relevant specification the test is made on three specimens.
- 8.7 When the relevant specification requires that the test be applied to more than one terminal in the same piece of equipment, care should be taken to ensure that any deterioration caused by one test will not affect the result of the next one.

Note. — If terminals and terminations and their supports are symmetrically designed, it may be sufficient to test only one terminal or termination.

- 8.8 Le fil chauffant d'essai est vérifié régulièrement en ce qui concerne les modifications anormales de sa résistance du fait de la détérioration. Si la résistance mesurée à l'air libre diffère de plus de 10% de sa valeur initiale (voir article 4), le fil chauffant doit être mis au rebut. (La valeur de 10% est à l'étude.)

9. Observations et mesures

Pendant l'application de la puissance d'essai et pendant la période où on laisse refroidir le spécimen jusqu'à environ la température ambiante, on doit observer le spécimen, les parties qui entourent le spécimen et la couche sous-jacente.

- a) En cas d'inflammation du spécimen ou des parties qui l'environnent ou de la couche disposée sous lui, mesurer et noter la durée de combustion.

La durée de combustion est l'intervalle de temps pendant lequel des flammes sont visibles sur le spécimen, sur des parties voisines ou sur la couche utilisée pour l'essai.

- b) La hauteur maximale de n'importe quelle flamme, sans toutefois prendre en considération le début de l'inflammation qui peut produire une flamme haute durant environ 1 s, est mesurée et notée.

La hauteur de flamme est la distance verticale mesurée entre le sommet visible de la flamme et la surface supérieure de la partie enflammée.

- c) Noter les caractéristiques de la combustion.

- d) Le spécimen est examiné visuellement pour vérifier l'absence ou la présence de détérioration physique. Le spécimen est soumis aux vérifications mécaniques et électriques conformément à la spécification particulière.

10. Evaluation des résultats de l'essai

Sauf spécification particulière contraire, le spécimen est considéré comme ayant subi avec succès l'essai de mauvais contact si l'une des deux situations suivantes s'applique:

- il n'y a pas de flamme visible ni d'incandescence soutenue;
- les flammes ou l'incandescence du spécimen, de son environnement et de la couche sous-jacente s'éteignent en moins de 30 s après l'inflammation, et les parties environnantes ainsi que la couche n'ont pas complètement brûlé.

Lorsqu'on utilise une couche de papier mousseline, le spécimen est considéré comme ayant subi l'essai avec succès si le papier ne s'enflamme pas et si la planche en bois de pin blanc n'est pas roussie. Une légère décoloration de la planche est acceptable.

Il peut être nécessaire d'effectuer des essais complémentaires sur des parties voisines du spécimen au moyen d'une source d'inflammation adéquate (voir article 3). Pour cette raison, on doit mesurer et noter au cours de l'essai de mauvais contact la hauteur des flammes et leur durée.

11. Renseignements que doit fournir la spécification particulière

La spécification particulière doit préciser les points suivants:

- a) tout préconditionnement, si spécifié (voir article 6);
- b) le nombre de spécimens, s'il diffère de trois (voir paragraphe 8.6);

- 8.8 The test heater shall be checked regularly for undue changes in resistance due to deterioration. If the resistance, measured in free air, differs from the original value (see Clause 4) by more than 10%, the heater shall be discarded. (The value of 10% is under consideration.)

9. Observations and measurements

During application of the test power and during the period the specimen is allowed to cool to approximately room temperature the specimen, the parts surrounding the specimen and the layer placed below it shall be observed.

- a) In the case of ignition of the specimen or of the parts surrounding it or of the layer placed below it, the duration of burning is measured and noted.

Duration of burning denotes the time interval during which flames are visible on the specimen, on parts in its vicinity or on the layer used for the test.

- b) The maximum height of any flame, but disregarding the start of the ignition, which may produce a high flame for a period of approximately 1 s, shall be measured and noted.

The height of the flame is the vertical distance between the visible tip of the flame and the upper surface of the burning item.

- c) Characteristics of the burning shall be noted.
- d) The specimen shall be examined visually for physical damage and the mechanical/electrical parameters measured as specified in the relevant specification.

10. Evaluation of test results

Unless otherwise specified in the relevant specification, the specimen is considered to have withstood the bad-connection test if one of the following two situations applies:

- there is no visible flame and no sustained glowing;
- flames or any glowing of the specimen, of the surroundings and of the layer extinguish within 30 s after ignition, and the surrounding parts as well as the layer have not burned down completely.

When a layer of tissue paper is used, the specimen is considered to have withstood the test if there is no ignition of the tissue paper and no scorching of the pine-wood board. A slight discolouration of the pine-wood board is neglected.

It may be necessary to carry out further tests on surrounding parts of the specimen by means of an adequate ignition source (see Clause 3). For this reason, the height of the flames and their duration have to be measured and noted during the bad-connection test.

11. Information to be given in the relevant specification

The relevant specification shall specify the following details:

- a) any preconditioning, if required (see Clause 6);
- b) the number of test specimens, if not three (see Sub-clause 8.6);

- c) la position du spécimen (voir paragraphe 8.2);
- d) le contact à essayer et le fil chauffant d'essai approprié (voir paragraphe 8.3);
- e) la couche sous-jacente pour évaluer l'effet des particules enflammées ou incandescentes (voir article 4);
- f) le degré de sévérité (voir article 5):
 - la valeur pour la puissance d'essai,
 - la durée d'application, si elle diffère de 30 min;
- g) si les essais doivent être effectués sur plus d'une borne d'un même matériel (voir paragraphe 8.7);
- h) les prescriptions:
 - laquelle des deux situations spécifiées à l'article 10 s'applique pour l'évaluation des risques du feu,
 - si les critères, spécifiés à l'article 10, sont suffisants pour vérifier que les exigences de sécurité sont remplies, ou si des critères supplémentaires doivent être introduits;
- i) la détérioration admissible des caractéristiques mécaniques et électriques.

- c) the position of the specimen (see Sub-clause 8.2);
- d) the connection to be tested and the appropriate test heater (see Sub-clause 8.3);
- e) the underlying layer to evaluate the effect of burning or glowing particles (see Clause 4);
- f) the level of severity (see Clause 5):
 - the test power value,
 - the duration of application, if not 30 min;
- g) whether the test shall be made at more than one terminal on the same equipment (see Sub-clause 8.7);
- h) the requirements:
 - which of the two situations specified in Clause 10 shall apply for fire hazard assessment,
 - whether the criteria specified in Clause 10 are sufficient to check compliance with the safety requirements, or whether additional criteria should be introduced;
- i) any deterioration of mechanical/electrical properties allowed

ANNEXE A

INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES FILS CHAUFFANTS D'ESSAI

A1. Introduction

Pour les essais de mauvais contact à effectuer sur des bornes ou des terminaisons, des fils chauffants d'essai comportant un fil de résistance sont nécessaires. Les dimensions et la forme des fils chauffants d'essai sont fonction de la conception et de la taille des bornes et des terminaisons et, en ce qui concerne la puissance d'essai, du courant réel qui traverse ces bornes et ces terminaisons.

Les fils chauffants pour les bornes à vis, pour raccordement de conducteurs externes en cuivre à du matériel électrique, peuvent être préparés en respectant les instructions suivantes.

On peut également utiliser ces instructions en tant que guide pour la préparation de fils chauffants d'essai ayant d'autres formes et dimensions, en tenant compte des détails fournis dans l'article 4.

A2. Constituants des fils chauffants d'essai

Le fil chauffant d'essai est constitué par un élément de fil NiCr 6015, comportant 59% au moins de nickel, 14% à 19% de chrome et 19% à 23% de fer et qui a une résistivité, à une température de 20 °C, de $1,13 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$.

Un câble de section circulaire, composé de brins de fil fin de cuivre, et ayant une longueur de $120 \pm 2 \text{ mm}$, est relié à chacune des extrémités du fil chauffant au moyen d'un manchon en alliage de cuivre (voir figure 1, page 28).

Pour la préparation du fil chauffant d'essai, il est nécessaire de disposer d'une pince munie d'une paire de mâchoires rapportées, ou d'un outil de sertissage équivalent, de même que d'une brasure contenant au moins 40% d'argent (voir figures 4 et 5, page 29).

Pour réaliser des fils chauffants de forme hélicoïdale, il est nécessaire de disposer de mandrins de diamètre approprié.

A3. Dimensions et forme des fils chauffants

Les dimensions du fil de résistance, du conducteur à âme câblée, des manchons et des connexions serties pour les fils chauffants d'essai, à utiliser pour les bornes à vis du tableau III, sont spécifiées dans le tableau II. Il en est de même des formes des fils chauffants d'essai.

Il convient de s'assurer que les dimensions et la forme recommandées des fils chauffants d'essai, et en particulier la longueur utile et le diamètre du fil de résistance et des conducteurs à âme câblée, soient adaptées à l'espace disponible pour le conducteur dans la borne à essayer et à la dissipation thermique résultant du raccordement d'un conducteur ayant la section nominale lorsque le courant maximal correspondant aux conditions normales d'emploi traverse la borne.

APPENDIX A

INSTRUCTIONS FOR THE PREPARATION OF TEST HEATERS

A1. Introduction

For the bad connection test to be made on terminals and terminations, test heaters incorporating a resistance wire are required. The dimensions and the shape of the test heaters are related to the design and the size of the terminals and terminations and, as far as the test power is concerned, to the actual current carried by them.

Test heaters for terminals with screw clamping for the connection of external copper conductors to electrical equipment, can be prepared in accordance with the following instructions.

These instructions may also be used as a guide for preparing test heaters having other dimensions and shapes, taking into account the particulars given in Clause 4.

A2. Components of test heaters

The test heater consists of a piece of NiCr 6015 wire, which contains at least 59% nickel, 14% to 19% chromium and 19% to 23% iron and has a specific resistance, at a temperature of 20 °C, of $1.13 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$.

A lead of circular cross-section, composed of fine-wire copper strands and having a length of $120 \pm 2 \text{ mm}$, is connected to each end of the heater by means of copper alloy sleeves (see Figure 1, page 28).

The preparation of the test heater necessitates the use of a pair of pliers with matching inserts or an equivalent crimping tool as well as solder having a silver content of at least 40% (see Figures 4 and 5, page 29).

For preparing test heaters having a helical shape, circular mandrels having an appropriate diameter are required.

A3. Dimensions and shape of test heaters

Table II specifies the dimensions of the resistance wire, of the stranded lead, of the sleeves and of the crimped connections for test heaters to be used for terminals with screw clamping as shown in Table III. The shapes of the test heaters are also specified in Table II.

Care should be taken to ensure that the recommended dimensions and the shape of the test heaters, and in particular the free length and the diameter of the resistance wires and of the stranded leads, are adapted to the conductor space of the terminal to be tested and to the heat dissipation resulting from the connection of one conductor of the nominal cross-sectional area when the maximum current occurring under normal conditions of use is carried by the terminal.

A4. Préparation des fils chauffants d'essai

A4.1 Un manchon en alliage de cuivre est mis en place à chacune des deux extrémités des deux câbles de 120 mm de longueur, en prenant soin qu'aucune torsion supplémentaire ne soit imprimée au câble, et qu'aucun brin ne dépasse des manchons.

A4.2 Un seul des deux manchons placés sur chaque câble de 120 mm est serti parallèlement à l'extrémité du câble à l'aide de l'outil de sertissage (voir figure 4, page 29) ou d'une pince munie d'une paire de mâchoires appropriées. Ces extrémités sont appelées «froides».

A4.3 Les deux autres manchons sont placés longitudinalement sur chacune des deux extrémités libres des deux câbles. Ensuite, un trou est fait à l'extrémité du câble, au centre de la section droite, au moyen d'une tige pointue (par exemple une aiguille à repriser) d'un diamètre suffisant pour permettre l'insertion du fil de résistance.

A4.4 Les deux extrémités du fil de résistance sont insérées dans les trous des extrémités des deux câbles.

A4.5 On sertit les manchons du côté où le fil de résistance est inséré dans le câble au moyen de l'outil de sertissage (voir figure 4) ou d'une pince munie d'une paire de mâchoires appropriées en prenant bien soin

- que les méplats des manchons après sertissage soient dans le même plan,
- que les manchons soient sertis sur toute leur longueur, y compris le trou fait à l'extrémité du câble,
- que les dimensions a et b des manchons après sertissage soient celles qui sont spécifiées dans le tableau II.

A4.6 On brase ensuite les connexions entre le fil de résistance et les câbles, en utilisant, si besoin est, un flux approprié pour rendre liquide la brasure.

Les connexions serties sont alimentées en brasure à partir de l'extrémité correspondant aux fils de résistance, en prenant bien soin qu'une longueur de L_h (voir figure 1, page 28) demeure vierge de toute brasure et qu'aucun excédent de brasure ne pénètre dans les câbles à l'extérieur des manchons, ce qui affecterait la mobilité et la conductibilité thermique des câbles. La figure 5, page 29, donne un exemple de dispositif approprié pour effectuer la brasure.

A4.7 On donne ensuite au fil chauffant d'essai la forme U, la forme W, la forme C2 ou la forme C3 selon les modalités de l'essai. En ce qui concerne ces formes, se référer à la figure 2, page 28, et au tableau III.

Les fils de résistance ayant un diamètre inférieur ou égal à 1,2 mm peuvent être pliés à froid pour leur donner la forme requise.

Les fils de résistance ayant un diamètre supérieur à 1,2 mm doivent être pliés à chaud pour éviter la formation de craquelures. On obtient la forme U en chauffant au rouge le fil chauffant d'essai soit en le faisant traverser par un courant approprié, soit au moyen d'une flamme de gaz.

En ce qui concerne les formes U et W, il convient de s'assurer que les méplats des manchons sertis sont dans le même plan et que le fil de résistance n'a pas subi de torsion.

A4.8 Le fil chauffant est chauffé au rouge, dans les conditions atmosphériques normales, par voie électrique et est maintenu à cette température pendant 10 min de manière à isoler le fil de résistance en oxydant sa surface.

A4. Preparation of test heaters

- A4.1 Copper alloy sleeves are slipped over both ends of the 120 mm long stranded leads, care being taken to ensure that the twist of the lead does not alter and that no individual wires protrude from the sleeves.
- A4.2 The sleeves at one end of the two leads are then crimped parallel to the end of the lead by means of the appropriate crimping tool shown in Figure 4, page 29, or by appropriate pliers. These ends are called "cold" ends.
- A4.3 The other sleeves are positioned parallel with the other ends of the two leads and a hole is made in the centre of the lead within the sleeve by means of a pointed rod (such as a darning needle) of sufficient size to allow the resistance to be inserted.
- A4.4 The two ends of the resistance wire are inserted into the holes in the centre of the two leads.
- A4.5 The sleeves on the end where the resistance wire is inserted to the stranded lead are crimped by means of the crimping tool shown in Figure 4 or by appropriate pliers, care being taken to ensure that
- the narrow sides of the sleeves after crimping are in the same plane,
 - the sleeves are crimped over their full length, including the hole made in the end of the lead,
 - the dimensions a and b of the sleeves after crimping are those specified in Table II.
- A4.6 The crimped connections between the resistance wire and the stranded leads are then soldered, for which an adequate flux for liquefying the solder may be used.
- The solder shall be fed to the crimped connection from the side of the resistance wire, care being taken to ensure that a length of L_h (see Figure 1, page 28) remains free of solder and that no surplus solder penetrates into the leads outside the sleeves, because this may affect the mobility and heat conductivity of the leads. A suitable device for soldering is shown in Figure 5, page 29.
- A4.7 The test heater is then formed into shape U, shape W, shape C2 or C3 as required for the test. For these shapes, see Figure 2, page 28, and Table III.
- Resistance wires having a diameter not exceeding 1.2 mm may be bent cold into the required shape.
- Resistance wires having a diameter exceeding 1.2 mm shall be bent hot in order to prevent crack formation. Shape U is produced after heating the test heater to red hot by passing an appropriate current or by means of a gas flame.
- For shape U and shape W, care should be taken to ensure that the narrow sides of the crimped sleeves are in the same plane and that the resistance wire is not twisted.
- A4.8 The test heater is electrically heated to red hot under normal atmospheric conditions and is maintained at this temperature for 10 min in order to insulate the resistance wire by oxidizing its surface.

TABLEAU II
Formes et dimensions des fils chauffants d'essai

Fil chauffant		Fil de résistance			Fil chauffant d'essai			Câble ³⁾	Manchon avant sertissage			Manchon après sertissage	
N°	Forme	$d_h^{1)}$	$l_g^{2)}$	$L_h^{2)}$	$d_e^{1)}$	$L_e^{1)}$	$d_s^{2)}$	mm ²	mm ²	$L^{2)}$	$D_1^{2)}$	$a^{1)}$	$b^{1)}$
HP1	U	0,9	36	22	2,0	6,5	—	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,2
HP2	U	1,0	39	25	2,4	7,0	—	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,2
HP3	U	1,3	47	29	2,8	8,0	—	2,5	4,0	9	2,8	2,3	2,8
HP5	U	1,4	53	33	3,4	9,0	—	4,0	6,0	10	3,6	2,8	3,6
HP6	U	1,5	60	40	4,0	11,0	—	4,0	6,0	10	3,6	2,8	3,6
HP7	U	1,7	72	48	5,0	13,0	—	6,0	10,0	12	4,5	2,8	4,0
HS0	C2	1,0	41	27	—	—	2,9	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,0
HS1	C2	1,0	44	30	—	—	3,3	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,0
HS2	C2	1,2	49	35	—	—	3,8	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,0
HS3	C2	1,2	58	40	—	—	4,4	2,5	4,0	9	2,8	2,3	2,7
HS4	C3	1,2	87	69	—	—	5,5	2,5	4,0	9	2,8	2,3	2,7
HS5	C3	1,2	91	71	—	—	5,5	4,0	6,0	10	3,6	2,8	3,4
HS6	C3	1,2	94	74	—	—	5,5	4,0	6,0	10	3,6	2,8	3,4
HS7	C3	1,4	111	87	—	—	6,6	6,0	10,0	12	4,5	2,8	4,0
HM0	U	0,65	39	25	1,4	7,5	—	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,0
HM1	U	0,8	44	30	1,7	8,4	—	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,1
HM2	U	0,9	39	35	1,9	10,0	—	1,5	2,5	7	2,3	2,3	2,2
HM3	U	1,0	60	42	2,2	12,0	—	2,5	4,0	9	2,8	2,3	2,7
HM4	U	1,0	69	51	2,5	14,5	—	2,5	4,0	9	2,8	2,3	2,7
HM5*	W	0,8	80	60	4,2	16,0	—	4,0	6,0	10	3,6	2,8	3,4
HM6*	W	0,8	90	70	4,2	19,0	—	4,0	6,0	10	3,6	2,8	3,4
HM7*	W	0,8	110	86	4,2	23,0	—	6,0	10,0	12	4,5	2,8	4,0
Voir figure	2	1			2			—	3			3	

1) Valeur maximale en millimètres.

2) Valeur minimale en millimètres.

3) Câble très souple.

* Valeurs provisoires.

TABLE II
Shapes and dimensions of test heaters

Test heater		Resistance wire			Test heater			Lead ³⁾	Sleeve before crimping			Sleeve after crimping	
No.	Shape	$d_h^{1)}$	$l_g^{2)}$	$L_h^{2)}$	$d_e^{1)}$	$L_e^{1)}$	$d_s^{2)}$	mm ²	mm ²	$L^{2)}$	$D_1^{2)}$	$a^{1)}$	$b^{1)}$
HP1	U	0.9	36	22	2.0	6.5	—	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.2
HP2	U	1.0	39	25	2.4	7.0	—	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.2
HP3	U	1.3	47	29	2.8	8.0	—	2.5	4.0	9	2.8	2.3	2.8
HP5	U	1.4	53	33	3.4	9.0	—	4.0	6.0	10	3.6	2.8	3.6
HP6	U	1.5	60	40	4.0	11.0	—	4.0	6.0	10	3.6	2.8	3.6
HP7	U	1.7	72	48	5.0	13.0	—	6.0	10.0	12	4.5	2.8	4.0
HS0	C2	1.0	41	27	—	—	2.9	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.0
HS1	C2	1.0	44	30	—	—	3.3	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.0
HS2	C2	1.2	49	35	—	—	3.8	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.0
HS3	C2	1.2	58	40	—	—	4.4	2.5	4.0	9	2.8	2.3	2.7
HS4	C3	1.2	87	69	—	—	5.5	2.5	4.0	9	2.8	2.3	2.7
HS5	C3	1.2	91	71	—	—	5.5	4.0	6.0	10	3.6	2.8	3.4
HS6	C3	1.2	94	74	—	—	5.5	4.0	6.0	10	3.6	2.8	3.4
HS7	C3	1.4	111	87	—	—	6.6	6.0	10.0	12	4.5	2.8	4.0
HM0	U	0.65	39	25	1.4	7.5	—	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.0
HM1	U	0.8	44	30	1.7	8.4	—	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.1
HM2	U	0.9	39	35	1.9	10.0	—	1.5	2.5	7	2.3	2.3	2.2
HM3	U	1.0	60	42	2.2	12.0	—	2.5	4.0	9	2.8	2.3	2.7
HM4	U	1.0	69	51	2.5	14.5	—	2.5	4.0	9	2.8	2.3	2.7
HM5*	W	0.8	80	60	4.2	16.0	—	4.0	6.0	10	3.6	2.8	3.4
HM6*	W	0.8	90	70	4.2	19.0	—	4.0	6.0	10	3.6	2.8	3.4
HM7*	W	0.8	110	86	4.2	23.0	—	6.0	10.0	12	4.5	2.8	4.0
See Figure	2	1			2			—	3			3	

1) Maximum value in millimetres.

2) Minimum value in millimetres.

3) Highly flexible lead.

* Provisional values.