

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 352

Première édition — First edition

1971

Connexions enroulées sans soudure

Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique

Solderless wrapped connections

General requirements, test methods and practical guidance



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 60352:1971

Withdrawn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 352

Première édition — First edition

1971

Connexions enroulées sans soudure

Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique

Solderless wrapped connections

General requirements, test methods and practical guidance



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Terminologie	6
SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAI	
4. Essais de type	10
5. Conditions normales d'essai	10
6. Examen visuel	10
7. Essais mécaniques	10
7.1 Force d'arrachement	10
7.2 Force d'extraction	12
7.3 Déroulement	14
7.4 Vibrations	14
8. Essais électriques	14
8.1 Résistance de contact	14
8.2 Surcharge	16
8.3 Variation de la résistance de contact	16
9. Essais climatiques	16
9.1 Chaleur sèche	16
9.2 Essai continu de chaleur humide	16
9.3 Variations rapides de température	16
9.4 Étanchéité aux gaz	16
SECTION TROIS — GUIDE PRATIQUE	
10. Matériaux, traitements de surface et dimensions	18
10.1 Bornes	18
10.2 Fils d'enroulement	22
11. Paramètres des connexions	24
11.1 Règles générales	24
11.2 Connexions enroulées	24
11.3 Connexions liées	26
11.4 Connexions liées de deux bornes	26
11.5 Dépose des connexions	26
11.6 Combinaisons de connexions soudées et de connexions enroulées	28
11.7 Durée de vie et conditions de fonctionnement	28
12. Outils	28
12.1 Outils enrouleurs	28
12.2 Outils dérouleurs	28
ANNEXE A — Longueur d'enroulement des bornes	30
ANNEXE B — Relation entre le temps et la température pour le fil de cuivre étamé	32
ANNEXE C — Outils	34
ANNEXE D — Programme des essais de type	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Terminology	7
SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS AND TEST METHODS	
4. Type tests	11
5. Standard conditions for testing	11
6. Visual inspection	11
7. Mechanical tests	11
7.1 Stripping force	11
7.2 Pull-out force	13
7.3 Unwrapping	15
7.4 Vibration	15
8. Electrical tests	15
8.1 Contact resistance	15
8.2 Overload	17
8.3 Variation of contact resistance	17
9. Climatic tests	17
9.1 Dry heat	17
9.2 Damp heat, steady state	17
9.3 Rapid change of temperature	17
9.4 Gas tightness	17
SECTION THREE — PRACTICAL GUIDANCE	
10. Materials, finishes and dimensions	19
10.1 Posts	19
10.2 Wrapping wires	23
11. Connection parameters	25
11.1 General requirements	25
11.2 Wire wrapped connections	25
11.3 Bound connections	27
11.4 Twin post bound connections	27
11.5 Removal of connections	27
11.6 Combinations of soldered connections and wrapped connections	29
11.7 Life and operating conditions	29
12. Tools	29
12.1 Wrapping tools	29
12.2 Unwrapping tools	29
APPENDIX A — Wrapping length of posts	31
APPENDIX B — Relation between time and temperature for tinned copper wire	33
APPENDIX C — Tools	35
APPENDIX D — Schedule for type tests	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNEXIONS ENROULÉES SANS SOUDURE

Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique

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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 48B : Connecteurs, du Comité d'Etudes N° 48 de la CEI : Composants électromécaniques pour équipements électroniques.

Elle a été établie à partir d'une proposition britannique qui fut discutée par l'ancien Groupe de Travail 2, « Connecteurs professionnels », du Comité d'Etudes N° 48.

Un projet émanant du Secrétariat fut discuté lors de la réunion du Sous-Comité 48B à Oslo en 1966, et, tenant compte des décisions prises lors de cette dernière réunion, il fut alors décidé de soumettre un document révisé à l'approbation des Comités nationaux selon la Règle des Six Mois; ce projet fut diffusé en mars 1967.

Des observations reçues furent discutées lors de la réunion de Bruxelles en novembre 1967, à la suite de laquelle il fut décidé de soumettre des modifications à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois, leur diffusion ayant eu lieu en juin 1968.

Résultant des observations reçues, spécialement du Canada, le Président décida, sur proposition du Secrétariat, de soumettre une deuxième modification à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois, sa diffusion ayant eu lieu en mai 1969.

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

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

La présente recommandation doit être utilisée conjointement avec la Publication 68 de la CEI : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOLDERLESS WRAPPED CONNECTIONS
General requirements, test methods and practical guidance

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.
- 5) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 48B, Connectors, of IEC Technical Committee No. 48, Electromechanical Components for Electronic Equipment.

It is based on a British proposal which was discussed in the former Working Group 2, "Professional Connectors", of Technical Committee No. 48.

A Secretariat draft resulting therefrom was discussed at the meeting of Sub-Committee 48B in Oslo 1966, and it was then decided to circulate a revised document based on the decisions taken during the latter meeting to the National Committees for approval under the Six Months' Rule, circulation taking place in March 1967.

Comments received were discussed at the meeting in Brussels in November 1967, where it was decided that a number of modifications would be circulated to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure, circulation taking place in June 1968.

As a result of the comments received, especially from Canada, the Chairman decided, on suggestion by the Secretariat, to submit a second amendment to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure, circulation taking place in May 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication :

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Romania
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet Socialist
Germany	Republics
Iran	United Kingdom
Israel	United States of America
Italy	Yugoslavia

This Recommendation shall be used in conjunction with IEC Publication 68, Basic Environmental Testing Procedures.

CONNEXIONS ENROULÉES SANS SOUDURE

Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation est applicable aux connexions enroulées sans soudure, établies à l'aide d'un conducteur monobrin, plein et cylindrique, ayant un diamètre nominal de 0,4 mm (0,016 in) minimum et de bornes conçues de façon appropriée, utilisées dans les matériels de télécommunications et dans les dispositifs électroniques utilisant des techniques analogues.

Les recommandations concernant les matériaux et les renseignements provenant de l'expérience industrielle sont inclus en plus des méthodes d'essai pour obtenir des connexions électriquement et mécaniquement stables dans les conditions d'environnement prescrites.

2. Objet

- a) Déterminer la conformité de connexions enroulées sans soudure sous des conditions mécaniques, électriques et atmosphériques spécifiées.
- b) Obtenir des résultats d'essais comparatifs en utilisant des outils de différentes provenances.

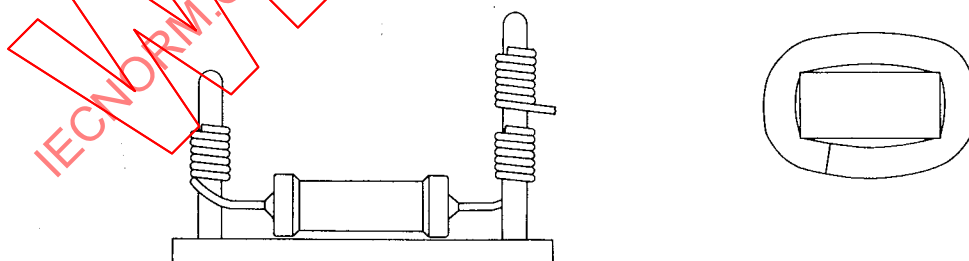
Note. — Les outils doivent être utilisés et contrôlés conformément aux instructions données par le fabricant.

3. Terminologie

Trois types de connexions enroulées sont définis dans la présente recommandation.

3.1 Connexion d'un fil enroulé

Une connexion d'un fil enroulé est une connexion électrique entre un fil et une borne à arêtes vives où le conducteur est enroulé directement autour de la borne avec une tension contrôlée, plusieurs tours du fil s'incrétant et se bloquant sur les arêtes de la borne (figure 1).



Note. — L'extrémité des bornes à section carrée ou rectangulaire doit être rayonnée ou biseautée sur deux faces.

FIGURE 1

3.2 Connexion liée

Une connexion liée est une connexion électrique entre un fil et une borne à arêtes vives où le fil est maintenu parallèle à l'axe longitudinal de la borne et adjacent à sa face la plus large.

SOLDERLESS WRAPPED CONNECTIONS

General requirements, test methods and practical guidance

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation relates to solderless wrapped connections made with single solid round wire with a nominal diameter of 0.4 mm (0.016 in) minimum and appropriately designed posts for use in telecommunication equipment and in electronic devices employing similar techniques.

Recommendations on materials and data from industrial experience are included in addition to the test procedures to provide electrically and mechanically stable connections under prescribed environmental conditions.

2. Object

- a) To determine the suitability of solderless wrapped connections under specified mechanical, electrical and atmospheric conditions.
- b) To obtain comparable test results when using tools from different suppliers.

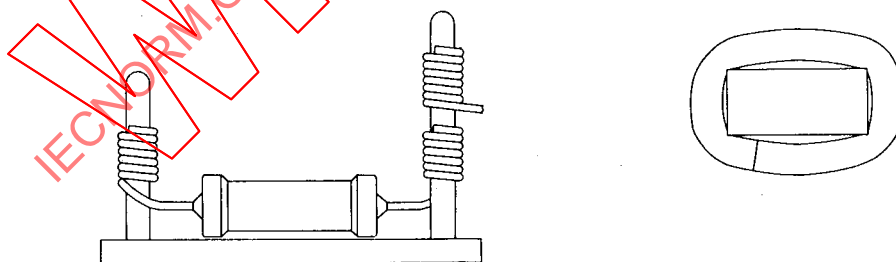
Note. — Tools shall be used and inspected according to the instructions given by the manufacturer.

3. Terminology

Three types of wrapped connections are described in this Recommendation.

3.1 Wire wrapped connection

A wire wrapped connection is an electrical connection between a wire and a sharp-cornered post in which the wire is wrapped directly round the post with controlled tension, several turns of the wire indenting and locking on the corners of the post (Figure 1).



Note. — Square and rectangular section posts shall be rounded or bevelled at the tip on two sides.

FIGURE 1

3.2 Bound connection

A bound connection is an electrical connection between a wire and a sharp-cornered post in which the wire is laid parallel to the length of the post and adjacent to its wider face.

Il est ensuite maintenu sur la borne à l'aide de plusieurs tours d'un fil enroulé, lié fermement autour des deux pièces au moyen d'une tension contrôlée.

Chaque tour du fil enroulé est en contact avec le fil lié en le déformant et se bloque sur au moins deux arêtes de la borne (figure 2).

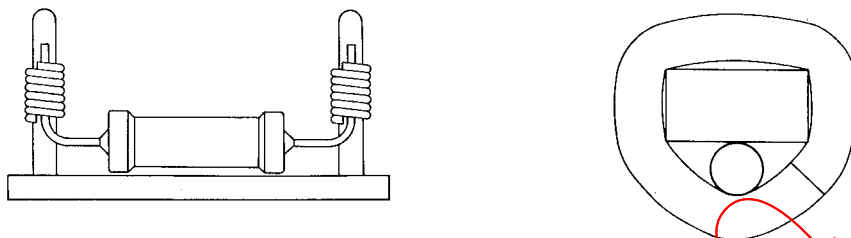


FIGURE 2

3.3 Connexion liée de deux bornes

Une connexion liée de deux bornes est un type hybride de connexion formée lorsque deux bornes rectangulaires à arêtes vives sont placées de manière que leurs faces les plus larges soient en contact, et maintenues par un fil enroulé (figure 3).



Note. — L'extrémité des bornes à section carrée ou rectangulaire doit être rayonnée ou biseautée sur deux faces.

FIGURE 3

3.4 Définitions relatives aux procédures d'essai

3.4.1 Type

Un type comprend des produits de conception identique, fabriqués selon les mêmes techniques et dont les caractéristiques nominales sont comprises dans la gamme usuelle du fabricant.

Notes 1. — On ne tient pas compte des accessoires de fixation, pour autant qu'ils n'ont pas d'influence sensible sur les résultats des essais.

2. — Les caractéristiques nominales sont la combinaison :

- a) des caractéristiques électriques nominales ;
- b) des dimensions ;
- c) de la catégorie climatique.

3. — Les limites de la gamme des caractéristiques nominales feront l'objet d'un accord entre client et fabricant.

3.4.2 Essais de type

Les essais de type d'un produit sont constitués par l'ensemble des essais à effectuer sur un nombre de spécimens représentatifs du type, dans le but de déterminer si un fabricant particulier peut être considéré comme capable de fabriquer des produits satisfaisant à la spécification.

It is then secured to the post by means of several turns of a wrapping wire tightly bound round the two posts with controlled tension.

Each turn of the wrapping wire contacts the bound wire producing deformation in it and locks on at least two corners of the post (Figure 2).

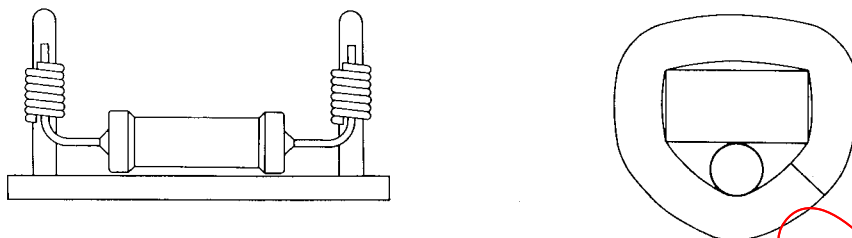


FIGURE 2

3.3 *Twin post bound connection*

A twin post bound connection is a hybrid type of connection formed when two rectangular sharp-cornered posts are positioned with their wider faces in contact, and secured by a wrapping wire (Figure 3).



Note. — Square and rectangular section posts shall be rounded or bevelled at the tip on two sides.

FIGURE 3

3.4 *Definitions relating to testing procedures*

3.4.1 *Type*

A type comprises products having similar design features manufactured by the same techniques and falling within the manufacturer's usual range of ratings for these products.

Notes 1. — Mounting accessories are ignored, provided they have no significant effect on the test results.

2. — Ratings cover the combination of:

- a) electrical ratings;
- b) sizes;
- c) climatic category.

3. — The limits of the range of ratings shall be agreed between customer and manufacturer.

3.4.2 *Type test*

The type test of a product is the complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer can be considered to be able to produce products meeting the specification.

3.4.3 *Homologation de type **

L'homologation de type est la décision prise par l'autorité compétente (le client ou son représentant) suivant laquelle un fabricant donné peut être considéré comme capable de produire en quantités raisonnables le type conforme à la spécification correspondante.

3.4.4 *Essais de réception **

Les essais de réception sont les essais effectués pour décider de l'acceptation d'une fourniture, par accord entre le fabricant et le client. L'accord couvrira :

- a) la taille de l'échantillon ;
- b) le choix des essais ;
- c) la mesure dans laquelle les spécimens essayés devront être conformes aux exigences des essais choisis dans la spécification.

Note. — En cas de désaccord sur les résultats d'essais, les méthodes d'essai normalisées de la CEI seront utilisées pour les essais de réception.

3.4.5 *Essais de contrôle de fabrication (voir annexe D)*

Les essais de contrôle de fabrication sont les essais effectués par le fabricant pour s'assurer que ses produits satisfont à la spécification.

SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAI

4. **Essais de type**

La liste suggérée des essais est indiquée dans l'annexe D.

5. **Conditions normales d'essai**

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai fixées par la Publication 68-1 de la CEI.

6. **Examen visuel**

Toutes les connexions doivent être examinées visuellement pour s'assurer que, lorsqu'elles sont applicables, les conditions requises des paragraphes 11.1, 11.2, 11.3 et 11.4 ont été satisfaites.

7. **Essais mécaniques**

7.1 *Force d'arrachement (pour connexions d'un fil enroulé et de deux bornes liées)*

Note. — Cet essai doit être considéré comme destructif.

* Cette recommandation ne concernant que les essais de type, ces définitions ne sont données qu'à titre d'information.

3.4.3 *Type approval* *

Type approval is the decision by the proper authority (the user himself or his nominee) that a particular manufacturer can be considered to be able to produce in reasonable quantities the type meeting the specification.

3.4.4 *Acceptance tests* *

Acceptance tests are tests carried out to determine the acceptability of a consignment on the basis of an agreement between user and manufacturer. The agreement shall cover :

- a) the sample size ;
- b) the selection of tests ;
- c) the extent to which the test specimens shall conform to the requirements for the selected tests of the specification.

Note. — In cases of divergent test results, the IEC standard test methods shall be used for acceptance tests.

3.4.5 *Factory tests* (see Appendix D)

Factory tests are those tests carried out by the manufacturer to verify that his products meet the specification.

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS AND TEST METHODS

4. **Type tests**

The suggested schedule of tests is given in Appendix D.

5. **Standard conditions for testing**

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified by IEC Publication 68-1.

6. **Visual inspection**

All connections shall be visually inspected to ensure that, where applicable, the requirements of Sub-clauses 11.1, 11.2, 11.3 and 11.4 have been met.

7. **Mechanical tests**

7.1 *Stripping force (for wire wrapped and twin post bound connections)*

Note. — This test shall be regarded as a destructive test.

* As this Recommendation only covers “type tests”, these definitions are included only for information.

L'essai de force d'arrachement doit être effectué comme indiqué sur la figure 4.

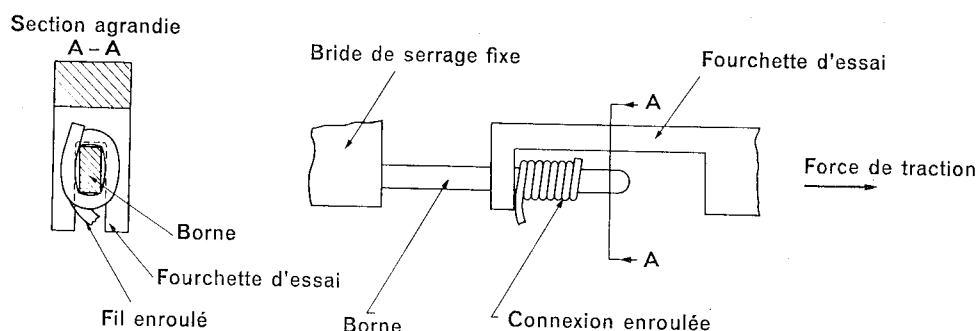


FIGURE 4

La borne doit être bridée. Le jeu total entre la borne et la fourchette d'essai ne doit pas être supérieur à 50% du diamètre du fil enroulé. La force d'arrachement doit être appliquée dans la direction de l'axe de la borne et doit être augmentée à une vitesse uniforme d'environ 10 N par minute. Un dispositif peut être utilisé pour limiter la force de traction lorsque la valeur minimale indiquée dans le tableau I est atteinte. La force nécessaire pour déplacer la connexion le long de la borne ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans le tableau I.

TABLEAU I

Diamètre du fil enroulé		Force d'arrachement minimale N
mm	in	
0,40	0,016	22
0,45	0,018	27
0,50 - 0,56	0,020 - 0,022	29
0,6 - 0,9	0,024 - 0,036	36

7.2 Force d'extraction (pour connexions liées seulement)

Le fil lié peut dépasser en arrière de l'extrémité de la borne et former une boucle permettant de faciliter l'accrochage d'un tensimètre convenable dont la force doit être appliquée à une vitesse uniforme dans la direction de l'axe du fil lié. La force d'extraction nécessaire pour déplacer le fil lié le long de la borne ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans le tableau II.

TABLEAU II

Diamètre du fil lié		Force d'extraction minimale N	
mm	in	Pour un fil enroulé de diamètre 0,6 mm (0,024 in)	Pour un fil enroulé de diamètre 0,5 mm (0,020 in)
0,38 - 0,45	0,015 - 0,018	22	18
0,50 - 0,56	0,020 - 0,022	45	27
0,6 - 0,7	0,024 - 0,028	68	36
0,8 - 1,0	0,032 - 0,040	81	Non recommandé

The stripping force test shall be performed as illustrated in Figure 4.

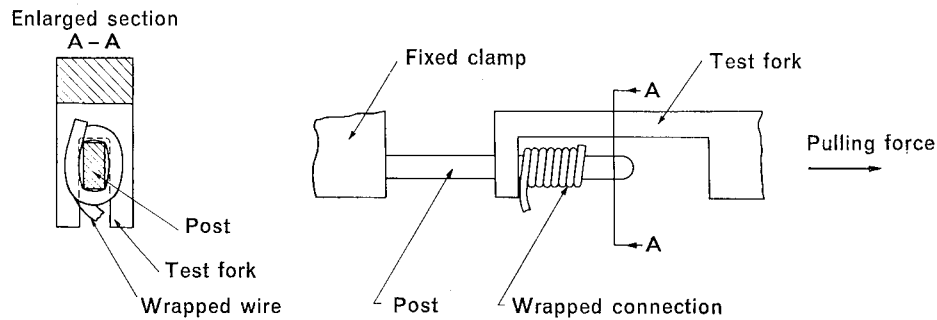


FIGURE 4

The post shall be clamped. The total clearance between the post and the test fork shall not exceed 50% of the diameter of the wrapping wire. The stripping force shall be applied along the axis of the post and shall be increased at a uniform rate of about 10 N per minute. A mechanism may be used to limit the pulling force when the minimum value, as specified in Table I, is reached. The force required to move the connection along the post shall be not less than that shown in Table I.

TABLE I

Wrapping wire diameter		Minimum stripping force N
mm	in	
0.40	0.016	22
0.45	0.018	27
0.50 - 0.56	0.020 - 0.022	29
0.6 - 0.9	0.024 - 0.036	36

7.2 Pull-out force (for bound connections only)

The bound wire may project beyond the end of the post and be suitably looped to facilitate the attachment of a suitable tension test gauge, the force of which shall be applied at a uniform rate along the axis of the bound wire. The pull-out force required to move the bound wire along the post shall be not less than that shown in Table II.

TABLE II

Diameter of bound wire		Minimum pull-out force N	
mm	in	For 0.6 mm (0.024 in) diameter wrapping wire	For 0.5 mm (0.020 in) diameter wrapping wire
0.38 - 0.45	0.015 - 0.018	22	18
0.50 - 0.56	0.020 - 0.022	45	27
0.6 - 0.7	0.024 - 0.028	68	36
0.8 - 1.0	0.032 - 0.040	81	Not recommended

7.3 *Déroulement*

La connexion doit pouvoir être déroulée sans qu'il y ait rupture du fil.

La force de déroulement doit être appliquée au fil avec une vitesse uniforme à une distance de la borne d'au moins 12,7 mm (0,5 in).

Le déroulement doit être effectué de manière qu'il ne produise pas de torsion supplémentaire ou de contrainte excessive sur le fil.

7.4 *Vibrations*

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Fc (Publication 68-2-6 de la CEI) avec une amplitude de 0,75 mm (0,03 in) ou une accélération de 10 g pendant 6 h dans la gamme de fréquences de 10 Hz à 55 Hz.

Les bornes comportant les connexions enroulées sans soudure doivent être montées de la manière dont elles doivent l'être en pratique. Les mesures finales de l'essai précédent doivent être considérées comme les mesures initiales de l'essai de vibrations.

La variation de la résistance de contact doit être mesurée comme il est indiqué dans le paragraphe 8.3.

Après l'essai, la connexion doit être soumise à l'essai de résistance de contact. La valeur de la résistance de contact ne doit pas varier de plus de 10% de la valeur relevée avant l'essai de vibrations.

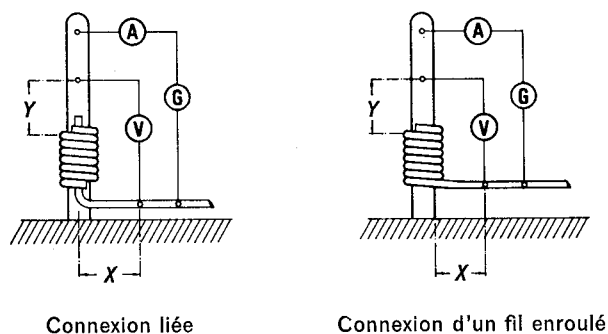
8. **Essais électriques**

8.1 *Résistance de contact*

Les mesures peuvent être effectuées en courant continu ou en courant alternatif.

En cas de contestation, la mesure en courant continu fera foi. L'essai sera effectué comme il est indiqué dans la figure 5. La force électromotrice du circuit de mesure ne doit pas excéder 20 mV (f.é.m. continue ou valeur de crête de la f.é.m. alternative) et le courant ne doit pas excéder 50 mA. Lorsque les mesures sont effectuées en courant alternatif, la fréquence doit être $1\,000 \pm 200$ Hz.

L'appareillage de mesure doit assurer une précision de $\pm 10\%$.



Note. — Les distances X et Y doivent être aussi courtes que possible.

FIGURE 5

7.3 Unwrapping

The connection shall be capable of being unwrapped without the wire breaking.

The unwrapping force shall be applied at a uniform rate to the wire at least 12.7 mm (0.5 in) from the post.

The unwrapping shall be carried out in a manner that does not induce additional twist or undue stress in the wire.

7.4 Vibration

This test shall be carried out in accordance with Test Fc (IEC Publication 68-2-6) with an amplitude of 0.75 mm (0.03 in) or an acceleration of 10 g for 6 h over a frequency range of 10 to 55 Hz.

The posts with the solderless wrapped connections shall be mounted as they will be in practice. Final measurements of the preceding test shall be regarded as the initial measurements of the vibration test.

The variation of contact resistance shall be measured as specified in Sub-clause 8.3.

After the test, the connection shall be subjected to the contact resistance test. The value of the contact resistance shall differ not more than 10% from the value before the vibration test.

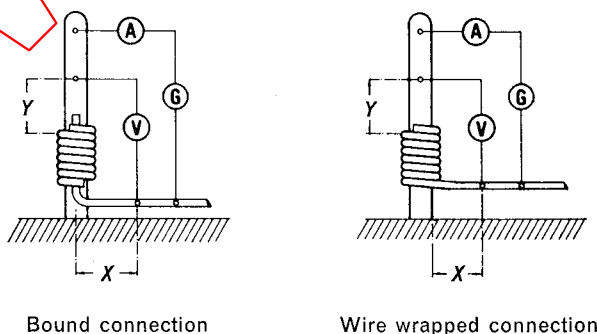
8. Electrical tests

8.1 Contact resistance

Measurements may be carried out with direct current or alternating current.

In the case of dispute, the d.c. measurement shall govern. The test shall be performed as illustrated in Figure 5. The e.m.f. of the measuring circuit shall not exceed 20 mV (d.c. or a.c. peak), and the test current shall not exceed 50 mA. For a.c. measurements, the frequency shall be $1\,000 \pm 200$ Hz.

The measuring apparatus shall ensure an accuracy of $\pm 10\%$.



Note. — Distances X and Y shall be as short as possible.

FIGURE 5

8.2 *Surcharge*

La connexion doit pouvoir supporter sans détérioration des surintensités de 1,5 fois le courant nominal pendant 1 h et de quatre fois le courant nominal pendant 1 min.

Le courant nominal est celui qui est spécifié pour le type particulier de composant pour lequel la connexion en essai est prévue, ou le courant nominal du fil enroulé, le moins élevé étant retenu.

Après l'essai, la connexion doit être soumise à l'essai de résistance de contact.

La valeur de la résistance de contact ne doit pas varier de plus de 10% de la valeur relevée avant l'essai de surcharge.

8.3 *Variation de la résistance de contact*

La connexion enroulée sans soudure en essai doit être placée à la base d'une borne montée rigidement.

La borne doit être déplacée de 0,3 mm par 10 mm (0,031 in par inch) de longueur dans une direction perpendiculaire à la face la plus large et relâchée aussitôt, produisant ainsi des vibrations.

Pendant les vibrations, la variation maximale de résistance doit être déterminée et ne doit pas excéder 0,5 mΩ.

9. **Essais climatiques**

9.1 *Chaleur sèche*

Avant cet essai, qui doit être effectué conformément aux prescriptions de l'essai Ba (Publication 68-2-2 de la CEI), la résistance de contact doit être mesurée.

Les connexions doivent être exposées à une température de 125 °C pendant 16 h.

A la fin de cette période, la résistance de contact doit être mesurée à la température ambiante et ne doit pas varier de plus de 0,5 mΩ de la valeur initiale.

9.2 *Essai continu de chaleur humide*

Avant cet essai, qui doit être effectué conformément aux prescriptions de l'essai Ca (Publication 68-2-3 de la CEI) pendant une durée de 56 jours, la résistance de contact doit être mesurée.

Les connexions sont retirées de la chambre et soumises aux conditions normales de reprise spécifiées pour cet essai. Après l'essai, la résistance de contact ne doit pas varier de plus de 2 mΩ de la valeur initiale.

9.3 *Variations rapides de température*

Avant cet essai, qui doit être effectué conformément aux prescriptions de l'essai Na (Publication 68-2-14 de la CEI), les limites de température étant —55 °C et 125 °C, la résistance de contact doit être mesurée.

La durée de séjour à haute et à basse température doit être d'une heure ; le nombre total de cycles est égal à cinq.

Les connexions sont alors retirées de la chambre et soumises aux conditions normales de reprise spécifiées pour cet essai. Après l'essai, la résistance de contact ne doit pas varier de plus de 2 mΩ de la valeur initiale.

9.4 *Étanchéité aux gaz*

Les connexions enroulées doivent être soumises à une atmosphère qui décolore leurs surfaces exposées (fil et borne). La décoloration doit être suffisante pour provoquer un fort contraste de couleur entre les surfaces exposées et les surfaces étanches aux gaz.

8.2 *Overload*

The connection shall withstand, without deterioration, current overloads of 1.5 times the rated current for 1 h and four times the rated current for 1 min.

The rated current shall be as specified for the particular type of component for which the connection under test is intended, or the rated current of the wrapping wire, whichever is less.

After the test, the connection shall be subjected to the contact resistance test.

The value of the contact resistance shall differ not more than 10% from the value before the overload test.

8.3 *Variation of contact resistance*

The solderless wrapped connection under test shall be located at the base of a rigidly mounted post.

The post shall be deflected 0.3 mm per 10 mm (0.031 in per inch) of length, in a direction perpendicular to the wider side, and released instantly, thus causing vibration.

During the vibration, the maximum variation in resistance shall be determined and shall not exceed 0.5 m Ω .

9. **Climatic tests**

9.1 *Dry heat*

Prior to this test, which shall be carried out in accordance with Test Ba (IEC Publication 68-2-2), contact resistance shall be measured.

The connections shall be exposed to a temperature of 125 °C for 16 h.

At the end of this period, the contact resistance shall be measured at room temperature and shall not differ by more than 0.5 m Ω from the initial value.

9.2 *Damp heat, steady state*

Prior to this test, which shall be carried out in accordance with Test Ca (IEC Publication 68-2-3) for 56 days, contact resistance shall be measured.

The connections shall then be removed from the chamber and exposed to the standard recovery conditions appropriate to this test. After the test, the contact resistance shall not differ by more than 2 m Ω from the initial value.

9.3 *Rapid change of temperature*

Prior to this test, which shall be carried out in accordance with Test Na (IEC Publication 68-2-14), the limits of temperature being: —55 °C and 125 °C, contact resistance shall be measured.

The period of the exposure to both high and low temperature shall be one hour each; the total number of cycles shall be five.

The connections shall then be removed from the chamber and exposed to the standard recovery conditions appropriate to this test. After the test, the contact resistance shall not differ by more than 2 m Ω from the initial value.

9.4 *Gas tightness*

The wrapped connections shall be subjected to an atmosphere which will discolour the exposed areas (both wire and post). The discolouration shall be sufficient to give a sharp contrast in colour between the exposed areas and the gas-tight areas.

Après un déroulement soigneux du fil, les surfaces étanches aux gaz doivent être examinées au moyen d'un dispositif optique grossissant 5 fois à 20 fois. Au maximum 25% des surfaces déformées des arêtes des bornes et des empreintes correspondantes du fil doivent être décolorés, à l'exception de celles qui sont associées au premier et au dernier demi-tour.

De plus, dans le cas des connexions liées, la surface de contact de la borne et du fil de composant ne doit pas être décolorée.

SECTION TROIS — GUIDE PRATIQUE

10. Matériaux, traitements de surface et dimensions

Les informations suivantes, basées sur l'expérience industrielle, sont indiquées à titre de guide.

10.1 Bornes

10.1.1 Matériaux

Qualité convenable de laiton (teneur en cuivre 58% à 70%), bronze phosphoreux, monel, maillechort (teneur en nickel 12% à 18%), ou bronze béryllium.

10.1.2 Dureté

Dureté Vickers : 95-220. (Méthode d'essai conforme aux prescriptions de la Recommandation ISO R399.)

10.1.3 Traitements de surfaces

Pour les connexions enroulées sans soudure, l'utilisation d'une borne brute (non protégée) est admise. Des traitements de surface convenable peuvent être ajoutés pour faciliter une opération ultérieure de soudure ou pour protéger les bornes, lorsqu'on le désire.

Pour les connexions liées, il est recommandé que les bornes aient un traitement de surface non ternissable.

Quelques protections convenables sont :

1. Etamage au bain avec centrifugation, épaisseur moyenne 14 μm (0,00055 in), précédé d'un flash de nickel de 2,5 μm (0,0001 in).
2. Etamage électrolytique d'épaisseur moyenne 13 μm (0,0005 in).
3. Dorure d'épaisseur moyenne 0,75 μm (0,00003 in).

Note. — Une épaisseur excessive de revêtement doit être évitée car cela diminue la résistance à la force d'arrachement de la connexion.

10.1.4 Sections droites

Le tableau III donne une relation pratique entre l'épaisseur de la borne et le diamètre du fil enroulé. Il indique aussi que, lorsque l'épaisseur du matériau n'est pas suffisante pour assurer à la borne la rigidité désirée, des formes embouties ou en «V» en matériaux minces peuvent être utilisées.

L'utilisation des sections en forme de «V» pour les connexions liées devra donner lieu à une étude soignée.

After careful unwrapping of the wire, the gas-tight areas shall be examined, using an optical magnification of 5 times to 20 times. Not more than 25% of the deformed areas on the corners of the posts and the corresponding indents in the wire shall be discoloured, excluding those associated with the first and last half turns.

Additionally, for bound connections, the contacting area of the post and the component wire shall not be discoloured.

SECTION THREE — PRACTICAL GUIDANCE

10. Materials, finishes and dimensions

The following information, based on industrial experience, is given as a guide.

10.1 Posts

10.1.1 Materials

Suitable grades of brass (of copper content 58% to 70%), phosphor bronze, monel, nickel silver (of nickel content 12% to 18%, remainder brass), or beryllium copper.

10.1.2 Hardness

Vickers hardness : 95-220. (Method of test according to ISO Recommendation R399.)

10.1.3 Finishes

For solderless wrapped connections, the use of a clean (uncoated) post is permissible. Suitable finishes may be added to facilitate subsequent soldering or to protect the posts if desired.

For bound connections, it is recommended that posts have a non-tarnishable finish.

Some suitable finishes are :

1. Solder dipped and spun, 14 μm (0.00055 in) average thickness, preceded by 2.5 μm (0.0001 in) nickel flash.
2. Electro-tinned 13 μm (0.0005 in) average thickness.
3. Gold 0.75 μm (0.00003 in) average thickness.

Note. — Excessive plating thickness should be avoided since this will reduce the stripping strength ability of the connection.

10.1.4 Cross sections

Table III gives a practical relationship between post thickness and wrapping wire diameter. It also indicates that where the material thickness is not sufficient to give the desired stiffness to a post, embossed or “V”-shaped cross sections in thin materials may be used.

Careful consideration should be given to the use of “V”-shaped cross sections for bound connections.

TABLEAU III

Diamètre nominal du fil enroulé		Epaisseur de la borne			
mm	in	Normalement emboutie ou en forme de « V »		Normalement non emboutie ni en forme de « V »	
		mm	in	mm	in
0,40 - 0,50	0,016 - 0,020	0,25 - 0,55	0,010 - 0,022	≥ 0,55	≥ 0,022
0,60 - 0,80	0,024 - 0,032	Non recommandé		≥ 0,75	≥ 0,030
0,90 - 1,06	0,035 - 0,040	Non recommandé		≥ 1,2	≥ 0,045
1,25 - 1,32	0,045 - 0,051	Non recommandé		≥ 1,6	≥ 0,062

Note. — Les dimensions de fils et de bornes non mentionnées dans le tableau peuvent être calculées par extrapolation.

La conception de l'extrémité de l'outil enrouleur doit tenir compte, pour les connexions enroulées, de la dimension diagonale d'une borne et, pour les connexions liées, de la combinaison de cette dimension et de l'espace occupé par le fil (de composant).

Pour les bornes à section rectangulaire, il est recommandé que le rapport de la largeur à l'épaisseur ne soit pas supérieur à 3 pour 1.

Les bornes à section carrée ne sont pas recommandées pour les connexions liées.

Les sections droites couramment utilisées sont données ci-dessous, les bornes en V s'inscrivant dans ces dimensions :

1,57 mm × 0,79 mm (0,062 in × 0,031 in).

1,22 mm × 0,91 mm (0,048 in × 0,036 in) sauf pour les connexions liées.

1,14 mm × 1,14 mm (0,045 in × 0,045 in) sauf pour les connexions liées.

Les bornes peuvent être découpées dans un matériau étiré ou en feuille ou extrudées pourvu que les conditions requises indiquées dans les paragraphes 10.1.8, 10.1.10 et 10.1.11 soient satisfaites.

10.1.5 *Longueur projetée*

La longueur projetée de la borne est celle qui comprend la longueur d'enroulement et la forme de l'extrémité.

10.1.6 *Longueur d'enroulement*

La longueur d'enroulement de la borne est celle qui possède une section droite convenable et disponible pour l'application des connexions enroulées sans soudure.

10.1.7 *Longueur d'enroulement minimale*

La longueur d'enroulement minimale doit être suffisante pour accepter jusqu'à trois connexions enroulées (voir l'annexe A).

Lorsque l'on désire excéder cette longueur ou ce nombre de connexions, il convient de tenir compte de la section droite de la borne et de sa rigidité (voir aussi le paragraphe 10.2.2, note 3).

10.1.8 *Parallélisme*

Toutes les bornes doivent posséder des faces parallèles à 0,05 mm pour 10 mm près (0,005 in par inch) sur toute la longueur d'enroulement.

TABLE III

Nominal wrapping wire diameter		Post thickness			
mm	in	Usually embossed or "V"-shaped		Not usually embossed or "V"-shaped	
		mm	in	mm	in
0.40 - 0.50	0.016 - 0.020	0.25 - 0.55	0.010 - 0.022	≧ 0.55	≧ 0.022
0.60 - 0.80	0.024 - 0.032	Not recommended		≧ 0.75	≧ 0.030
0.90 - 1.06	0.035 - 0.040	Not recommended		≧ 1.2	≧ 0.045
1.25 - 1.32	0.045 - 0.051	Not recommended		≧ 1.6	≧ 0.062

Note. — Wire sizes and post dimensions not mentioned in the table may be calculated by extrapolation.

Wrapping tool tip design must take account of the diagonal dimension of a post for wrapped connections and a combination of this dimension and the space occupied by the (component) wire for bound connections.

It is recommended for a post of rectangular section that the ratio of width to thickness should not exceed 3 to 1.

Square section posts are not recommended for bound connections.

Commonly used cross sections are given below; V-shaped posts are within these dimensions:

1.57 mm × 0.79 mm (0.062 in × 0.031 in).

1.22 mm × 0.91 mm (0.048 in × 0.036 in) not for bound connections.

1.14 mm × 1.14 mm (0.045 in × 0.045 in) not for bound connections.

Posts may be cut from strip or sheet or extruded provided the requirements of Sub-clauses 10.1.8, 10.1.10 and 10.1.11 are met.

10.1.5 *Design length*

The design length of the wrap post is that length which includes the wrapping length and the tip configuration.

10.1.6 *Wrapping length*

The wrapping length of the wrap post is that length which has a cross section suitable and available for the application of solderless wrapped connections.

10.1.7 *Minimum wrapping length*

The minimum wrapping length shall be sufficient to accommodate up to three wrapped connections (see Appendix A).

Where it is desired to exceed this length or number of connections, due regard must be given to the post cross section and stiffness (see also Sub-clause 10.2.2, Note 3).

10.1.8 *Parallelism*

All posts shall have edges which are parallel within 0.05 mm per 10 mm (0.005 in per inch) over the entire wrapping length.

10.1.9 Rectitude

La longueur projetée de toutes les bornes doit être exempte de déformation importante et de flèche excessive. Une flèche n'empêchant pas l'introduction de la borne dans le trou de l'outil d'enroulement sera acceptable.

10.1.10 Rayons des arêtes

Les rayons des arêtes ne doivent pas être supérieurs à 0,075 mm (0,003 in) après finition et les bavures ne doivent pas être supérieures à 0,05 mm (0,002 in).

10.1.11 Forme de l'extrémité

L'extrémité de la borne doit se terminer par un rayon ou un biseau de manière à faciliter son insertion dans l'outil d'enroulement.

10.1.12 Espacement

L'entr'axe des bornes doit être suffisant pour éviter que l'outil d'enroulement touche une connexion adjacente soit pendant l'enroulement, soit lors de sa mise en place sur la borne. Le frottement de l'outil d'enroulement sur une connexion adjacente peut partiellement déplacer ou déranger l'hélice de la connexion, détruisant ainsi sa stabilité mécanique et électrique.

10.1.13 Montage

Les bornes doivent être montées de manière sûre et ne doivent pas tourner pendant l'opération d'enroulement.

10.2 Fils d'enroulement

Il ne doit être utilisé comme fils d'enroulement que des fils monobrins, les conducteurs multi-brins ne sont pas admis. Des connexions satisfaisantes peuvent être faites à l'aide d'une gamme de matériaux et de diamètres de fils, à l'aide d'outils appropriés. Les outils du commerce permettent l'enroulement de fils ayant les diamètres prescrits par cette recommandation ainsi que l'enroulement de certains fils ayant des diamètres situés hors de cette gamme.

10.2.1 Matériaux

a) Le fil d'enroulement doit normalement être en cuivre recuit, protégé de matériaux tels que l'étain ou l'argent.

L'allongement à la rupture pour du fil de cuivre recuit à cœur à haute conductivité ne doit pas être inférieur à la valeur donnée ci-dessous.

Diamètre du fil	Allongement minimal
$\leq 0,64$ mm (0,025 in)	15%
Supérieur à 0,64 mm (0,025 in)	20%

b) Lorsque les connexions doivent fonctionner pendant de longues durées à des températures supérieures à 90 °C, le fil d'enroulement doit être en un matériau convenable, moins sujet que le cuivre à des libérations de contraintes à température élevée, par exemple fil d'acier cuivré ou de bronze au béryllium recuit (voir aussi le paragraphe 11.7).

Les caractéristiques d'allongement de tels fils doivent être différentes de celles du cuivre.

Note. — Il est recommandé d'effectuer des essais de recherche à haute température avant d'utiliser un matériau particulier.

10.1.9 *Straightness*

The design length of all posts must be free from sharp bends and excessive bow. Bow which does not restrict entry of the post into the hole in the wrapping bit shall be acceptable.

10.1.10 *Corner radii*

Corner radii shall not exceed 0.075 mm (0.003 in) after finishing and burrs shall not exceed 0.05 mm (0.002 in).

10.1.11 *Tip configuration*

The tip of the post shall terminate in a radius or bevel to facilitate insertion into the wrapping tool.

10.1.12 *Spacing*

The centre to centre distance between wrap posts must be sufficient to prevent the wrapping tool from touching an adjoining connection either during wrapping, or in application to the wrap post. Scraping of a wrapping tool on an adjoining connection can partially dislodge or collapse the helix of the connection, thus destroying its mechanical and electrical stability.

10.1.13 *Mounting*

Posts shall be mounted securely and shall not rotate during the wrapping operation.

10.2 *Wrapping wires*

Only single core wires shall be used as wrapping wires; stranded conductors are not permissible. Satisfactory connections can be made with a range of wire materials and diameters, with appropriate tools. Commercial tools are available for wrapping wires of the diameters covered by this Recommendation and for some diameters outside this range.

10.2.1 *Materials*

a) The wrapping wire shall normally be annealed copper, finished with materials such as tin or silver.

The elongation at fracture for fully annealed high conductivity copper wire shall not be less than the value given below.

Wire diameter	Minimum elongation
≤ 0.64 mm (0.025 in)	15%
Over 0.64 mm (0.025 in)	20%

b) When connections are to operate for long periods at temperatures exceeding 90 °C, the wrapping wire shall be a suitable material less susceptible than copper to stress relaxation at elevated temperatures, e.g. a copper-clad steel wire or annealed beryllium copper wire (see also Sub-clause 11.7).

The elongation characteristics of such wires will be different from those of copper.

Note. — It is recommended that high-temperature proving tests be carried out before using a particular material.

- c) Des matériaux de section circulaire autres que ceux mentionnés ci-dessus peuvent convenir à l'enroulement, ou convenir pour être connectés en tant que fils liés, ceci dépendant de leurs propriétés métallurgiques et de leur compatibilité avec les matériaux des bornes.

10.2.2 Diamètre

- a) Le diamètre du fil d'enroulement ne doit pas être inférieur à 0,5 mm (0,020 in) lorsqu'il est utilisé pour une connexion liée.
- b) Des fils de sortie de composants utilisés comme fils d'enroulement ne doivent pas excéder la gamme 0,45 mm à 0,9 mm (0,018 in à 0,036 in).
- c) Des fils de sortie de composants utilisés comme fils liés ne doivent pas excéder la gamme 0,38 mm à 1,0 mm (0,0148 in à 0,04 in).

Notes 1. — Dans le cas des connexions liées, un fil d'enroulement relativement fort doit être utilisé pour les plus gros fils liés.

2. — Des fils de sortie de composants à section non circulaire peuvent convenir pour être utilisés comme fils liés. Des essais doivent être effectués pour s'assurer qu'ils conviennent. Voir articles 8 et 9.

3. — Dans tous les cas, la rigidité de la borne doit être suffisante pour supporter le couple de torsion lors de l'enroulement; des connexions d'essai doivent être réalisées en cas d'incertitude.

11. Paramètres des connexions

11.1 Règles générales

- a) La partie de la borne où doit se faire l'enroulement ne doit être ni déformée ni pliée au point que son introduction dans l'outil enrouleur soit rendue difficile.
La borne ne doit pas être soumise à des contraintes exagérées pendant l'opération d'enroulement.
- b) Les tours de fils doivent être jointifs et ne doivent pas se chevaucher. Un espace éventuel entre tours adjacents ne doit pas être supérieur à la moitié du diamètre nominal du fil non isolé. La somme de tous les espaces, à l'exception de ceux des première et dernière spires, ne doit pas excéder le diamètre du fil.
L'espace entre enroulements doit être compris entre 0,38 mm (0,015 in) et 0,76 mm (0,030 in).
- c) Une fois réalisée, une connexion ne doit pas être reprise et on ne doit pas essayer d'arranger les extrémités ni de « resserrer » la connexion avec des pinces, etc.
- d) Lorsqu'un fabricant d'équipement estime nécessaire de réduire l'extrémité des queues des fils enroulés, il doit le spécifier comme une exigence particulière.

11.2 Connexions enroulées

La connexion doit comporter un nombre suffisant de tours de fil non isolé de manière à être conforme aux conditions visuelles, mécaniques et électriques requises.

Le tableau IV indique le nombre minimal recommandé de tours jointifs et sans chevauchement de fil non isolé.

- c) Circular section materials other than those above may be suitable for wrapping, or may be suitable for connecting as bound wires, depending on their metallurgical properties and compatibility with the post materials.

10.2.2 *Diameters*

- a) When used for bound connections, the wrapping wire diameter shall be not less than 0.5 mm (0.020 in).
- b) Where component leads are used as wrapping wires, they shall not exceed the range 0.45 mm to 0.9 mm (0.018 in to 0.036 in).
- c) Where component leads are connected as bound wires, they shall not exceed the range 0.38 mm to 1.0 mm (0.0148 in to 0.04 in).

Notes 1. — In the case of bound connections, a relatively strong wrapping wire shall be used for the larger bound wires.

2. — Non-circular section component leads may be suitable for connecting as bound wires. Tests shall be carried out to prove their suitability. See Clauses 8 and 9.

3. — In all cases, the post stiffness must be sufficient to withstand the wrapping torque. Test connections shall be made if any doubt exists.

11. **Connection parameters**

11.1 *General requirements*

- a) The post shall not be deformed or bent along the wrapping length such as to prevent easy insertion of the post in the wrapping tool.
The post shall not be subjected to undue strain during the wrapping operation.
- b) The wire turns shall be closely wound and shall not overlap one another. A possible gap between adjacent turns shall not be more than one-half the nominal diameter of the uninsulated wire. The sum of all gaps except those of the first and last turns shall not exceed the diameter of the wire.
The space between wraps shall be between 0.38 mm (0.015 in) and 0.76 mm (0.030 in).
- c) A connection once made shall not be disturbed, and there shall be no attempt to tidy up the ends, or “tighten” the connection with pliers, etc.
- d) If an equipment designer finds that it is necessary to restrict the end tail projections of the wrapping wire, he shall specify this as a special requirement.

11.2 *Wire wrapped connections*

There shall be a sufficient number of turns of uninsulated wire in the connection to ensure conformity with all the visual, mechanical and electrical requirements.

Table IV shows the recommended minimum number of close wrapped and non-overlapping turns of uninsulated wire.

TABEAU IV

Diamètre nominal du fil enroulé		Nombre minimal de tours non isolés	
mm	in	Cuivre, nickel, laiton ou équivalents	Alliages ferro-nickel, acier cuivré ou équivalents
0,40	0,016	6	5
0,45	0,018	5	5
0,50	0,020	5	4
0,60 - 0,80	0,024 - 0,032	4	4
1,00	0,040	4	3
1,25 - 1,32	0,049 - 0,052	3	3

Lorsque les équipements sont susceptibles de rencontrer des vibrations sévères, il est recommandé d'appliquer au début de l'enroulement au minimum un demi-tour supplémentaire possédant une gaine en p.c.v. ou un isolant similaire.

Cet isolant réduit la possibilité de rupture du fil au niveau de la première empreinte.

11.3 Connexions liées

Les conditions requises sont similaires aux indications du paragraphe 11.2 ci-dessus, sauf en ce qui concerne les points suivants :

- Toutes les connexions doivent comporter 6 tours à 7 tours.
- Lorsque le fil d'enroulement n'est pas utilisé comme fil d'interconnexion, il doit être soigneusement coupé en évitant toute perturbation de la connexion (voir figure 5, page 14).
- Le diamètre du fil de composant ne doit pas être supérieur aux deux tiers de la largeur de la borne.

11.4 Connexions liées de deux bornes

- Toutes les connexions doivent comporter six tours au minimum.
- Les conditions de montage doivent assurer un alignement exact des bornes correspondantes dans toutes les conditions environnantes auxquelles les équipements sont susceptibles d'être soumis.

11.5 Dépose des connexions

Le déroulement effectué dans un but d'essai est spécifié par le paragraphe 7.3. Lorsque sur équipement il est requis de déconnecter une connexion enroulée, le fil enroulé doit être soigneusement débobiné à la main ou à l'aide d'un outil convenable (voir paragraphe 12.2) et ne doit pas être arraché.

Ainsi, en préservant les arêtes de la borne, il est possible d'exécuter beaucoup de connexions consécutives.

La partie du fil qui a été débobinée ne doit pas être réenroulée ni utilisée comme fil lié.

Un fil lié peut être réutilisé pourvu qu'il ne soit pas exagérément détérioré.

S'il est nécessaire de reconnecter un fil à l'aide d'une opération de soudure, la longueur débobinée doit être convenablement raccourcie.

TABLE IV

Nominal wrapping wire diameter		Minimum number of uninsulated turns	
mm	in	Copper, nickel, brass or equivalents	Nickel iron alloys, copper-covered steel or equivalents
0.40	0.016	6	5
0.45	0.018	5	5
0.50	0.020	5	4
0.60 - 0.80	0.024 - 0.032	4	4
1.00	0.040	4	3
1.25 - 1.32	0.049 - 0.052	3	3

When equipment is liable to encounter severe vibration, it is recommended that at least an additional half turn with a covering of p.v.c. or similar insulation should be applied at the start of the wrap.

The insulation reduces the possibility of wire fracture at the first indentation.

11.3 *Bound connections*

Requirements are similar to 11.2 above, except for the following :

- All connections shall have 6 turns to 7 turns.
- Where the wrapping wire is not used as an interconnecting wire, it shall be carefully cut off, avoiding any disturbance of the connection (see Figure 5, page 15).
- The diameter of the component wire shall not exceed two-thirds of the width of the post.

11.4 *Twin post bound connections*

- All connections shall have a minimum of six turns.
- The mounting arrangements shall ensure accurate alignment of corresponding posts under all environmental conditions likely to be met by the equipment.

11.5 *Removal of connections*

Unwrapping for test purposes is covered in Sub-clause 7.3. When it is required to disconnect a wrapped connection on production equipment, the wrapped wire shall be carefully uncoiled by hand or by a suitable tool (see Sub-clause 12.2) and not stripped off.

Thus, by preserving the corners of the post, many subsequent reconnections are possible.

The uncoiled portion of the wire shall not be re-wrapped or used as a bound wire.

A bound wire may be re-used providing it is not unduly mutilated.

If it is necessary to reconnect a wire by soldering, the uncoiled length shall be suitably shortened.

11.6 *Combinaisons de connexions soudées et de connexions enroulées*

Des connexions soudées et enroulées sans soudure doivent être évitées sur une sortie commune, mais si elles sont inévitables, elles doivent se trouver aussi éloignées que possible l'une de l'autre et la soudure ne doit pas s'étendre sur la connexion enroulée sans soudure.

Des précautions doivent être prises pour éviter d'endommager les connexions enroulées voisines pendant l'opération de soudure.

11.7 *Durée de vie et conditions de fonctionnement*

Le fonctionnement satisfaisant des connexions enroulées dépend en grande partie du maintien d'un niveau raisonnable de contrainte résiduelle dans le fil enroulé. Si les connexions sont soumises à des extrêmes de température et à des cycles thermiques, la contrainte d'enroulement est réduite et la durée de vie d'une connexion peut être inférieure à celle qu'elle pourrait avoir si elle n'était soumise qu'à des fluctuations normales de température (voir l'annexe B).

12. **Outils**

12.1 *Outils enrouleurs*

Les connexions enroulées sans soudure sont réalisées à l'aide d'outils spéciaux qui peuvent être soit manuels, soit automatiques (voir aussi l'annexe C).

Les outils normalement tenus à la main fonctionnent dans le sens des aiguilles d'une montre ; les machines automatiques peuvent fonctionner dans l'une ou l'autre direction.

12.2 *Outils dérouleurs*

Les outils dérouleurs ne doivent pas endommager la borne et doivent retirer entièrement le fil déroulé de la borne.

11.6 *Combinations of soldered connections and wrapped connections*

Soldered and solderless wrapped connections on a common post should be avoided, but where unavoidable they shall be as far apart from each other as possible and solder shall not spread onto the solderless wrapped connection.

Precautions shall be taken to avoid damage to adjacent wrapped connections during the soldering process.

11.7 *Life and operating conditions*

Satisfactory operation of wrapped connections depends largely on the maintenance of a reasonable level of residual hoop stress in the wrapping wire. If the connections are subjected to temperature extremes and temperature cycling, the hoop stress is reduced and the life of a connection may be less than if it is subjected only to normal temperature fluctuations (see Appendix B).

12. **Tools**

12.1 *Wrapping tools*

Wrapped connections are made with special tools, which are available in hand and powered versions (see Appendix C).

Normally hand-held tools will operate in the clockwise direction; automatic machines may operate in either direction.

12.2 *Unwrapping tools*

Unwrapping tools must not damage the post and must remove completely the unwrapped wire from the post.

ANNEXE A

LONGUEUR D'ENROULEMENT DES BORNES

La longueur minimale d'enroulement pour le nombre désiré de connexions, non compris la configuration du sommet ou de la base de la borne et les tolérances sur sa longueur, peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$L = N [(n_1 + 1) d_1 + s n_1] + (N - 1) S$$

où :

L = longueur minimale d'enroulement

N = nombre de connexions enroulées devant être réalisées sur la borne

n_1 = nombre maximal de tours de fil non isolé par connexion

d_1 = diamètre nominal du fil non isolé

s = intervalle admissible entre tours adjacents d'une même connexion

S = intervalle admissible entre connexions adjacentes.

Pour les connexions enroulées possédant un tour supplémentaire isolé (voir le dernier alinéa du paragraphe 11.2), la formule est :

$$L = N [n_1 d_1 + (n_2 + 1) d_2 + s (n_1 + n_2)] + (N - 1) S$$

où, en plus des indications ci-dessus :

n_2 = nombre maximal de tours isolés par connexion

d_2 = diamètre nominal du fil isolé.

APPENDIX A

WRAPPING LENGTH OF POSTS

The minimum wrapping length for the required number of connections, not including tip or base configurations and tolerances on post length, can be calculated with the following formula :

$$L = N [(n_1 + 1) d_1 + s n_1] + (N - 1) S$$

where :

L = minimum wrapping length

N = number of wrapped connections to be made on the post

n_1 = maximum number of turns of uninsulated wire per connection

d_1 = nominal diameter of uninsulated wire

s = space allowance between adjacent turns within a connection

S = space allowance between adjacent connections

For wrapped connections having an additional insulated turn (see last paragraph of Sub-clause 11.2), the formula is :

$$L = N [n_1 d_1 + (n_2 + 1) d_2 + s (n_1 + n_2)] + (N - 1) S$$

where in addition to the above :

n_2 = maximum number of insulated turns per connection

d_2 = nominal diameter of insulated wire.