

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 467

Première édition — First edition

1974

**Méthodes d'essai pour la mesure des propriétés physiques
des balais de charbon pour machines électriques**

**Test procedures for determining physical properties
of carbon brushes for electrical machines**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autre publication de la CEI établie par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of the publication

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

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

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publication prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

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 467

Première édition — First edition

1974

Méthodes d'essai pour la mesure des propriétés physiques des balais de charbon pour machines électriques

Test procedures for determining physical properties of carbon brushes for electrical machines



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAI POUR LA MESURE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES
DES BALAIS DE CHARBON POUR MACHINES ÉLECTRIQUES**

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 recommandation a été établie par le Sous-Comité 2F: Balais de charbon, porte-balais, collecteurs et bagues, du Comité d'Etudes N° 2 de la CEI: Machines tournantes.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Londres en 1968 et à Washington en 1970. A la suite de cette dernière réunion, un projet final, document 2F(Bureau Central)29, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1971.

Au cours de la réunion tenue à Zagreb en novembre 1971, il fut décidé que le titre devait être remplacé par le titre actuel et que la section trois relative aux intensités recommandées dans les câbles de balais devait être incorporée comme complément au tableau XXIV de la Publication 136-2B de la CEI: Deuxième complément à la Publication 136-2, Dimensions des balais et porte-balais pour machines électriques, Deuxième partie: Dimensions complémentaires des balais — Connexions des balais — Dimensions complémentaires et épaisseur du métal des cosses axiales, des cosses drapeau et des cosses à double bourrelet — Cosses tube — Intensités recommandées dans les câbles des balais et dans les cosses.

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST PROCEDURES FOR DETERMINING PHYSICAL PROPERTIES
OF CARBON BRUSHES FOR ELECTRICAL MACHINES**

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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 2F, Carbon Brushes, Brush-holders, Commutators and Slip-rings, of IEC Technical Committee No. 2, Rotating Machinery.

Drafts were discussed at the meetings held in London in 1968 and in Washington in 1970. As a result of this latter meeting, a final draft, document 2F(Central Office)29, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1971.

Arising from the meeting held in Zagreb in November 1971, it was decided that the title should be changed to the present one and that section three covering recommended nominal values of currents in brush flexibles should be included as a supplement to Table XXIV of IEC Publication 136-2B, Second supplement to Publication 136-2, Dimensions of Brushes and Brush-holders for Electrical Machinery, Part 2: Complementary Dimensions of Brushes — Terminations of Brushes — Additional Dimensions and Thickness of Metal for Spade, Flag and Double Shoe Terminals — Box or Tubular Terminals — Recommended Currents in Brush Flexibles and Terminals.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Poland
Belgium	Portugal
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa (Republic of)
France	Sweden
Germany	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	United Kingdom
Japan	Union of Soviet
Korea (Democratic People's	Socialist Republics
Republic of)	United States of America
Netherlands	Yugoslavia

MÉTHODES D'ESSAI POUR LA MESURE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES BALAIS DE CHARBON POUR MACHINES ÉLECTRIQUES

SECTION UN — MESURE DE LA RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE DU CONTACT BALAI/CÂBLE

La méthode recommandée est la méthode du voltmètre-ampèremètre.

1. Appareillage

- Une source de courant capable de fournir un courant pouvant être réglé par tout moyen approprié, par exemple à l'aide d'un rhéostat, entre 0 A et 100 A.
- Un millivoltmètre ayant une résistance interne d'au moins 1 000 Ω/V , une erreur maximale de 2,5% avec un calibre convenable pour que les lectures soient faites à partir de 20% de l'échelle totale.
- Un ampèremètre ayant une erreur maximale de 2,5% avec un calibre convenable pour que les lectures soient faites à partir de 20% de l'échelle totale.
- Un interrupteur pour ouvrir ou fermer le circuit.
- Un dispositif ou pince serrant le balai aussi près que possible de la face de contact et relié à l'un des pôles de la source de courant. Il devra permettre de réaliser la liaison électrique avec le balai, de manière que la distribution du courant dans la section $t \times a$ du balai soit aussi uniforme que possible. La pression de contact du dispositif de serrage devra être suffisante pour éviter tout échauffement sensible.
- Des électrodes pointues en acier inoxydable.
- Un dispositif convenable permettant de serrer le câble du balai afin de le relier à l'autre pôle de la source. La force de serrage ne devra pas détériorer le câble, mais devra être suffisante pour qu'il n'y ait pas d'échauffement à ce point.

Les figures 1a et 1b donnent deux dispositions recommandées pour le circuit électrique et la fixation du balai.

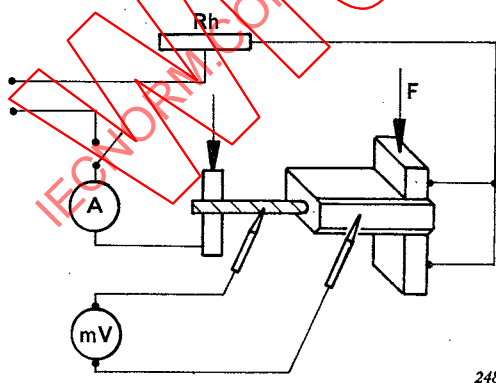


FIGURE 1a.

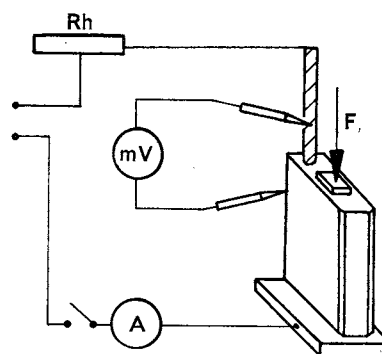


FIGURE 1b.

2. Mode opératoire

- Fixer le balai et le câble dans les systèmes de serrage et faire passer le courant désiré à travers le circuit. L'intensité du courant recommandée est celle qui correspond à l'intensité nominale du câble en régime continu, mais en aucun cas elle ne doit être inférieure à 10% de cette valeur nominale.

TEST PROCEDURES FOR DETERMINING PHYSICAL PROPERTIES OF CARBON BRUSHES FOR ELECTRICAL MACHINES

SECTION ONE — MEASUREMENT OF ELECTRICAL RESISTANCE OF BRUSH/FLEXIBLE CONNECTION

The voltmeter-ammeter method is recommended.

1. Equipment

- A source of current able to provide a current which may be adjusted by any appropriate means, for example a rheostat, between 0 A and 100 A.
- A millivoltmeter having an internal resistance of at least $1\,000\ \Omega/\text{V}$, a maximum error of 2.5% with suitable ranges for reading not less than 20% of full scale.
- An ammeter having a maximum error of 2.5% with suitable ranges for reading not less than 20% of full scale.
- A switch for making and breaking the test circuit.
- Device or clip attached to the brush as near as possible to the contact surface and connected with one side of the current source. It should assure electrical connection to the brush with as nearly as possible uniform distribution of the current in the cross-section $t \times d$ of the brush. The contact pressure of the connection device should be sufficient so that no serious heating occurs.
- Suitable sharp voltage probes of stainless steel.
- Suitable device to hold the brush flexible in order to connect it to the other side of the source. The pressure at the contact should not damage the flexible, but should be sufficient so that there is no heating at this point.

The electric circuit and brush holding devices recommended are given in Figures 1a and 1b.

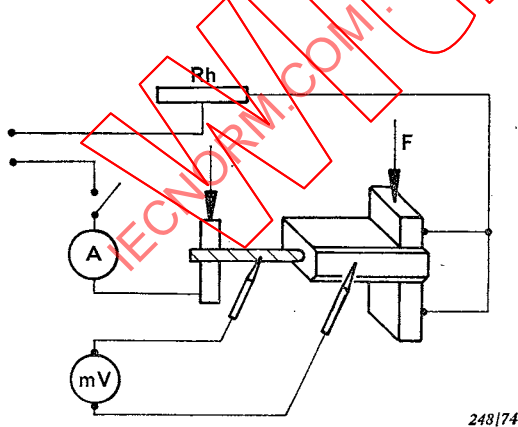


FIGURE 1a.

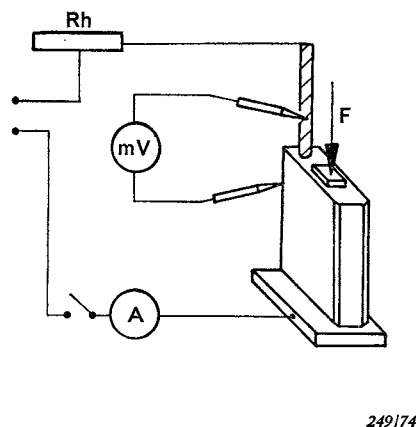
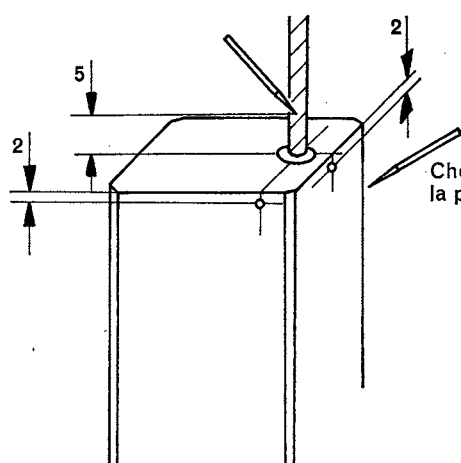


FIGURE 1b.

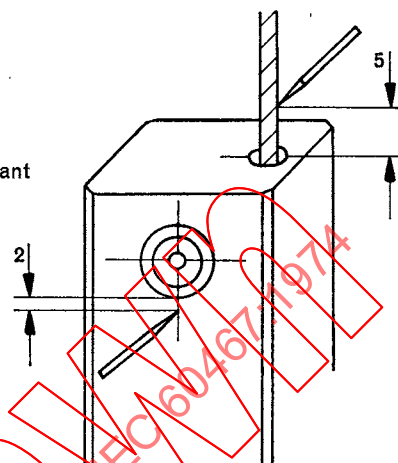
2. Test procedure

- Attach the brush and flexible to the connecting devices and pass the desired current through the test circuit. The preferred value of current is the nominal continuous rating of the flexible, but should not be less than 10% of this nominal value.

- Choisir les échelles convenables sur l'ampèremètre et le millivoltmètre de manière que des lectures ne soient faites qu'à partir de 20% de la déviation totale.
- Placer les deux électrodes reliées au millivoltmètre comme suit:
 - a) l'une, sur le câble à une distance de 5 mm du balai,
 - b) l'autre, sur le balai dans une des positions décrites et illustrées, voir figure 2.



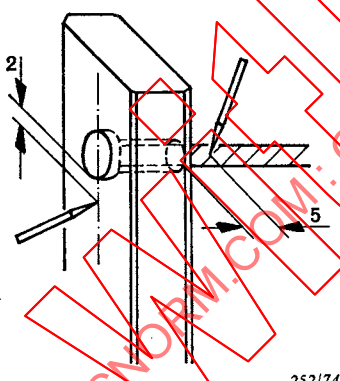
250/74



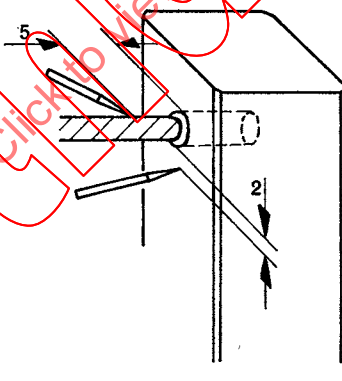
251/74

FIG. 2a. — Connexion scellée ou moulée.

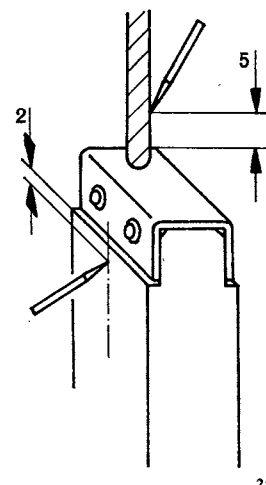
FIG. 2b. — Connexion rivée.



252/74



253/74



254/74

FIG. 2c. — Contact soudé.

FIG. 2d. — Connexion latérale scellée ou moulée.

FIG. 2e. — Connexion par étrier soudé ou rivé.

Remarques:

1. L'électrode appliquée sur le balai devra porter sur une zone propre, exempte de résine, de colle ou de tout produit similaire. Si les faces du balai sont cuivrées, l'électrode devra être appliquée sur le balai à 2 mm au-dessous du bas de la partie cuivrée. Les mesures ainsi obtenues auront peu de relation ou n'en auront aucune avec celles données par un balai non cuivré.
2. La méthode est valable pour les balais à plusieurs câbles, à condition qu'ils soient séparés. Si les câbles sont réunis dans une même cosse, on devra les séparer afin de pouvoir les alimenter individuellement. Cet essai peut, normalement, être fait par les fabricants avant le montage des cosses.

- Select suitable scales on ammeter and millivoltmeter so that readings of not less than 20% of full scale deflection are obtained.
- Place the two voltage probes connected to the millivoltmeter as follows:
 - a) one, against the flexible at a distance of 5 mm from the brush,
 - b) the other, against the brush in a position as described and illustrated in Figure 2.

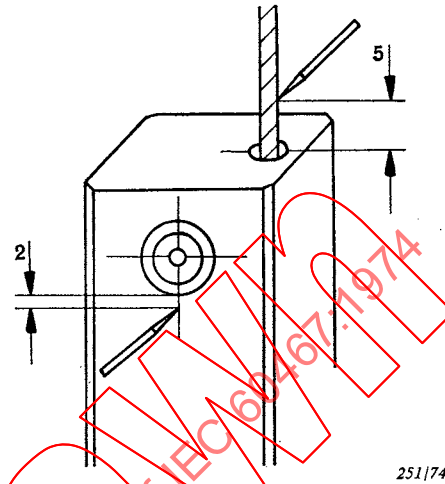
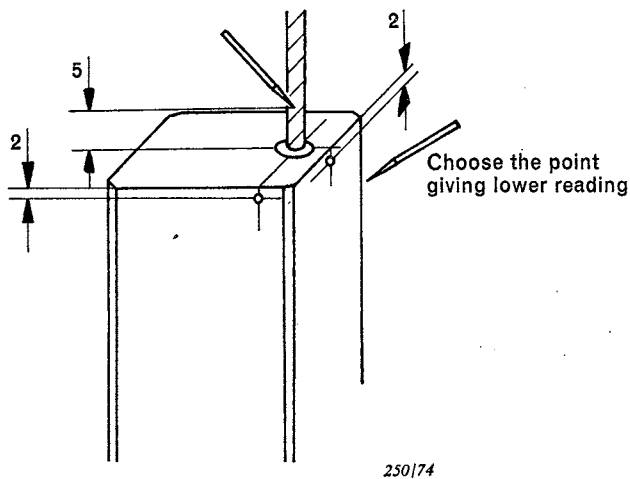
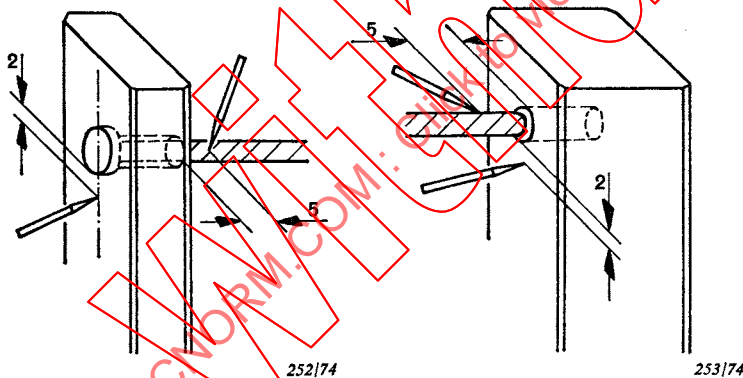
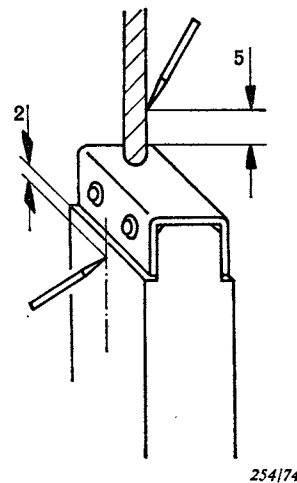


FIG. 2a. — Moulded or tamped connection.

FIG. 2b. — Riveted connection.



253/74



254/74

FIG. 2c. — Soldered connection.

FIG. 2d. — Moulded or tamped connection.

FIG. 2e. — Metal top soldered or riveted connection.

Remarks:

1. The voltage probes should be pressed against a clean surface of the brush, free from resin, glue or any other similar substance. If the sides of the brush are coppered, the voltage probe should contact the brush 2 mm below the limit of coppering. The readings thus obtained will bear little or no relationship to those given on a non-coppered brush.
2. The method is valid for brushes with several flexibles providing they are separated. If the flexibles are united in the same terminal, they should be separated so that they may be supplied with current individually. This test can normally be carried out by manufacturers before fitting the terminal.

3. Si le contact est fait par rivet, l'électrode devra être appliquée sur la face où se trouve la tête du rivet appuyant directement sur le câble.
4. Pour limiter l'échauffement de la connexion câble/balai, qui pourrait influencer la précision de la mesure, l'essai devra être fait en moins de 30 s.
5. Cette méthode est utile pour déterminer les valeurs relatives de la résistance du contact balai/câble de balai à balai. Les valeurs absolues sont en effet fonction de la résistivité de la matière du balai et de sa configuration.

3. Calcul

La résistance du contact câble/balai est donnée par la formule suivante:

$$R = \frac{U_f}{I}$$

où:

R = résistance, en milliohms ($m\Omega$),

U_f = tension entre les deux électrodes, en millivolts (mV),

I = intensité du courant, en ampères (A).

Note. — La précision qu'il est possible d'obtenir ne peut être meilleure que $\pm 20\%$.

SECTION DEUX — MESURE DE L'EFFORT D'ARRACHEMENT DES CONNEXIONS SCELLÉES ET MOULÉES

Cette mesure ne s'applique qu'aux balais munis de connexions scellées et moulées (à l'exclusion des balais avec câbles rivés ou soudés).

1. Appareillage

L'ensemble du dispositif de mesure est représenté schématiquement sur la figure 3, page 10, et comprend:

- 1.1 Un dispositif de traction tel que l'effort de traction soit appliqué avec un taux d'accroissement uniforme, sans chocs. Le taux maximal de l'accroissement de l'effort doit être de 5 daN/s.
- 1.2 Un dispositif de mesure de l'effort de traction ayant une erreur maximale de 2,5%, susceptible d'indiquer l'effort maximal produit au cours d'un essai et de ne pas se détériorer par suite des décharges soudaines au moment la rupture de la connexion (scellement ou insertion). Un dynamomètre robuste muni d'un index à maxima peut convenir.
- 1.3 Un dash-pot ou tout système tendant à limiter le choc à la rupture. L'action de ce dispositif ne devra pas agir avant que la connexion soit nettement détruite.
- 1.4 Un dispositif permettant de relier le câble du balai à essayer au système de traction. Ce dispositif devra serrer correctement le câble sans l'endommager.
- 1.5 Un support permettant de placer le balai de manière que l'axe de la connexion coïncide avec celui de l'effort de traction.

Ce support devra être capable de recevoir le balai sans glissement possible. Sa surface doit présenter un orifice à travers lequel passe le câble, centré sur lui et ne masquant en aucun point le trou de scellement.

Des exemples de supports sont donnés par les figures 4 et 5, page 10.

2. Mode opératoire

- 2.1 Placer sur le dispositif de mesure le support convenable compte tenu de la forme du balai et de l'angle du trou de la connexion de manière que l'effort de traction soit appliqué suivant l'axe de cette connexion. Passer le câble à travers l'ouverture du support en vérifiant que les arêtes de cette ouverture ne recouvrent pas le trou de scellement.
- 2.2 Relier le câble au dispositif de serrage décrit au paragraphe 1.4.
- 2.3 Appliquer un effort de traction croissant uniformément, sans chocs, de manière que la rupture de la connexion ait lieu au moins 5 s après le début de l'application de l'effort.
- 2.4 Après rupture de la connexion, lire la charge maximale indiquée par l'index à maxima du dispositif de mesure de l'effort de traction.

Cette charge correspond à la force d'arrachement de la connexion.

Note. — Les balais qui ont été soumis à l'essai d'arrachement de la connexion ne devront pas être mis en service.

3. If the connection is made by a rivet, one voltage probe should be pressed against the side of the brush where the head of the rivet is in direct contact with the flexible.
4. To minimize heating of the brush/flexible connection which might influence the accuracy of the test, the test should be made within 30 s.
5. This method is useful in determining relative values of connection resistance from brush to brush. The absolute value will be affected by brush grade resistance and brush configuration.

3. Calculation

The resistance of the brush/flexible connection is calculated by means of the following formula:

$$R = \frac{U_f}{I}$$

where:

R = resistance, in milliohms ($m\Omega$),

U_f = voltage drop between the two voltage probes, in millivolts (mV),

I = current, in amperes (A).

Note. — The expected accuracy may not be better than $\pm 20\%$.

SECTION TWO — MEASUREMENT OF THE PULL STRENGTH OF TAMPED OR MOULDED CONNECTIONS

This measurement refers only to brushes with tamped or moulded connections (and not to brushes with riveted or soldered connections).

1. Equipment

The whole measuring device is schematically shown in Figure 3, page 10, and comprises:

- 1.1 A tension device such that the tensile force can be applied at a uniform rate without shock. The maximum rate of increase should be 5 daN/s.
- 1.2 A measuring device for the pull strength with a maximum error of 2.5% capable of indicating the maximum force produced during the test and strong enough not to be damaged by the sudden unloading at the moment of failure of the connection. A strongly built dynamometer provided with an idle pointer may be suitable.
- 1.3 A dash-pot or any other device limiting the shock at the moment of failure. This device should be inoperative until the connection has failed.
- 1.4 A device capable of connecting the flexible of the brush to be tested to the tension device. This device should be capable of gripping the flexible adequately without damaging it.
- 1.5 A support to position the brush so that the direction of the tensile force coincides with the axis of the connection hole.

This support should be capable of holding the brush without slipping. The surface must have a hole through which the flexible can be arranged centrally and at no point overlapping the connection hole.

Figures 4 and 5, page 10, show examples of such supports.

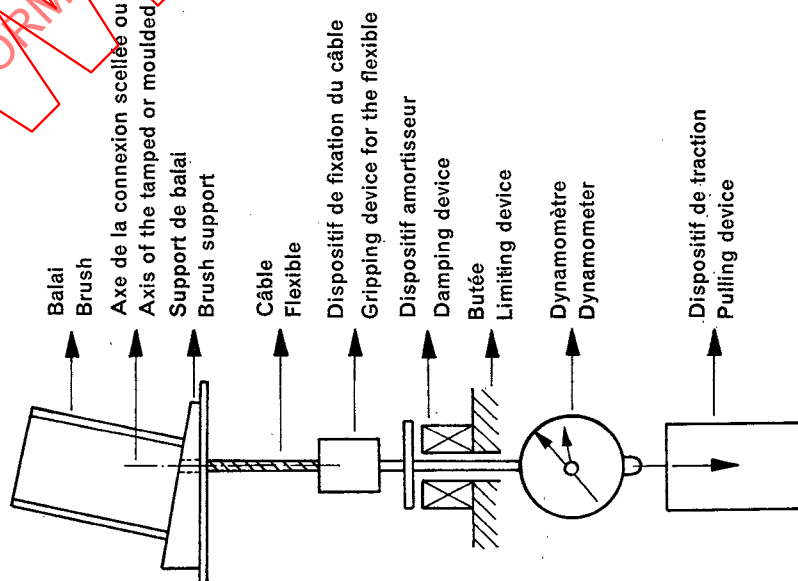
2. Test procedure

- 2.1 Place a suitable support on the measuring device, taking into account the shape of the brush and the angle of the connection hole, so that the tensile force is applied in the direction of the axis of the connection. Pass the flexible through the hole and make sure that the edges of this hole do not cover the connection hole.
- 2.2 Connect the flexible to the gripping device described in Sub-clause 1.4.
- 2.3 Apply the tensile force at a uniform rate without shock, so that the connection fails in not less than 5 s after the force is first applied.
- 2.4 After the failure of the connection, read the indicated maximum force by means of the idle pointer of the measuring device.

This force corresponds to the pull strength of the connection.

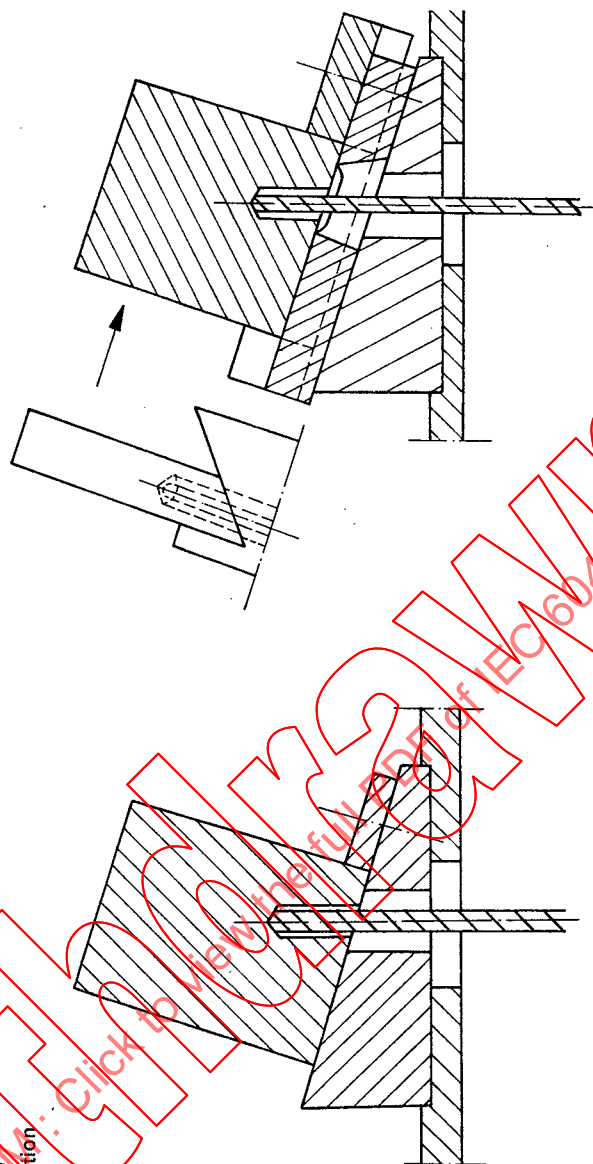
Note. — Brushes which have been subjected to the connection pull test should not be put into service.

SUPPORTS DE BALAIS — BRUSH SUPPORTS



255/74

FIGURE 3.



Pour balai avec scellement incliné
For brushes with inclined connection

256/74

Pour balai à tête biseautée et scellement incliné
For brushes with bevelled top and inclined connection

257/74

FIGURE 4.

FIGURE 5.