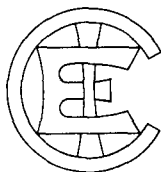


COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Modification

Amendment



Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

n° 2
Janvier 1989
comprenant
la modification n° 1
à la

Publication 257
1968

No. 2
January 1989
incorporating
Amendment No. 1
to

Ensembles-porteurs pour cartouches
de coupe-circuit miniatures

Fuse-holders for miniature
cartridge fuse-links

© CEI 1989

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

PREFACE

La présente modification a été établie par le Sous-Comité 32C: Coupe-circuit à fusibles miniatures, du Comité d'Etudes n° 32 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles.

Le texte de cette modification est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
32C(BC)45	32C(BC)53

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette modification.

Une ligne verticale dans la marge différencie le texte de la modification n° 2.

INTRODUCTION

Après l'introduction des valeurs maximales de puissance dissipée dans les feuilles de norme de la Publication 127 de la CEI, la nécessité de réviser la modification n° 1 à la Publication 257 de la CEI* est apparue afin que les concepteurs d'équipement puissent choisir l'ensemble-porteur approprié aux éléments de remplacement en usage.

De plus, il semble nécessaire de définir le degré de la protection contre les chocs électriques avec plus de précision que jusqu'à présent.

Page 6

1. Domaine d'application

Remplacer intégralement le texte par le suivant:

La présente norme s'applique aux ensembles-porteurs de cartouches de coupe-circuit miniatures conformes à la Publication 127-2 de la CEI, à usage général y compris ceux destinés à l'utilisation générale dans le matériel électronique ou équipement similaire, normalement utilisés à l'intérieur.

Cette norme s'applique aux ensembles-porteurs du type à filetage intérieur et à baïonnette. Les prescriptions, lorsqu'elles sont appropriées, peuvent être appliquées à d'autres types d'ensembles-porteurs.

La présente norme est applicable aux ensembles-porteurs d'un courant assigné maximal de 16 A et d'une tension assignée maximale de 1 000 V en courant alternatif et continu.

* La présente modification ne reprend pas intégralement le texte de la modification n° 1, certaines parties de cette dernière ayant été révisées par cette modification n° 2.

PREFACE

This amendment has been prepared by Sub-Committee 32C: Miniature Fuses, of IEC Technical Committee No. 32: Fuses.

The text of this amendment is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
32C(C0)45	32C(C0)53

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Voting Report indicated in the above table.

The text of Amendment No. 2 can be distinguished by a vertical line in the margin.

INTRODUCTION

A revision of Amendment No. 1 to IEC Publication 257* became necessary after the maximum sustained power dissipation values were introduced to the Standard Sheets of IEC Publication 127 in order to give equipment designers the possibility to choose suitable holder for fuse-links.

Furthermore it seems necessary to define the degree of protection against electric shock more precisely than before.

Page 7

1. Scope

Replace the entire text by the following:

This standard is applicable to fuse-holders for miniature cartridge fuse-links according to IEC Publication 127-2 for general purposes including those for general use in electronic and similar equipment, normally intended for use indoors.

This standard is applicable to fuse-holders of the screw-in and bayonet types. The relevant requirements, where appropriate, may be applied to other types of fuse-holders.

This standard applies to fuse-holders with a maximum rated current of 16 A and a maximum rated voltage of 1 000 V a.c. and d.c.

* This amendment does not repeat the complete text of Amendment No. 1, certain parts of the latter having been modified by this Amendment No. 2.

3.3 Ensemble-porteur

Remplacer la note par la suivante:

Note.- Pour les définitions des termes relatifs aux coupe-circuit, référence doit être faite aux Publications 127-1: Coupe-circuit miniatures, Première partie: Définition pour coupe-circuit miniatures et prescriptions générales pour éléments de remplacement miniatures, 291: Définitions relatives aux coupe-circuit à fusibles, et 291A de la CEI: Premier complément à la Publication 291.

Ajouter les trois nouvelles définitions 3.4, 3.5 et 3.6 comme suit:

3.4 Puissance admissible assignée (P_a) (pour un socle ou un ensemble-porteur)

Valeur fixée de puissance dissipée (d'un élément de remplacement) qu'un socle ou un ensemble-porteur peut admettre sous des conditions prescrites d'utilisation et de comportement.

Note.- Selon le type d'élément de remplacement utilisé dans l'ensemble-porteur et les surcharges possibles et prolongées de cet élément de remplacement, la puissance dissipée réelle d'énergie produite dans l'ensemble-porteur par les résistances de contact et l'élément de remplacement peut varier considérablement.

Certains types d'éléments de remplacement miniatures, traités dans la Publication 127-2 de la CEI, particulièrement le type rapide avec un haut pouvoir de coupure, peuvent subir des surcharges de valeur comprises entre 1,7 et 2,1 fois le courant assigné pendant une durée de temps considérable. L'utilisation de tel élément de remplacement dans des ensembles-porteurs comportant une enveloppe peut conduire, dans ces circonstances, à des échauffements de l'ensemble-porteur et de ses parties accessibles, au-delà des limites prescrites dans la Publication 65 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.

Il est donc recommandé d'évaluer la probabilité de situations dangereuses causées par de telles surcharges.

3.5 Courant assigné d'un ensemble-porteur

Courant assigné le plus grand de l'élément de remplacement avec lequel il est destiné à être utilisé sans que la puissance dissipée maximale soit dépassée.

3.6 Tension assignée d'un ensemble-porteur

Tension la plus grande pour laquelle l'ensemble-porteur a été établi.

Note.- La tension assignée d'un ensemble-porteur doit être égale ou supérieure à la valeur de la tension assignée de l'élément de remplacement destiné à être utilisé avec cet ensemble-porteur.

3.3 Fuse-holder

Replace the note by the following:

Note.- For definitions of terms relating to fuse-links, reference shall be made to IEC Publications 127-1: Miniature fuses, Part 1: Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links, 291: Fuse definitions, and 291A: First supplement to Publication 291.

Add three new definitions 3.4, 3.5 and 3.6 as follows:

3.4 Rated accepted power (P_a) (for a fuse-base or a fuse-holder)

A stated value of power dissipation (of a fuse-link) which a fuse-base or a fuse-holder can accept under prescribed conditions of use and behaviour.

Note.- Depending upon the type of fuse-link applied in the holder and the possible prolonged overloads of this fuse-link, the contributions to the actual power dissipation in the holder produced by the contact resistances and the fuse-link may vary considerably.

Certain types of miniature fuse-links, covered by IEC Publication 127-2, especially the quick acting type with high breaking capacity, may sustain overloads at a level of 1.7 to 2.1 times rated current for a considerable period of time. The application of such fuse-links in closed fuse-holders can under those circumstances result in temperature rises of the holder and its accessible parts, beyond the limits given in IEC Publication 65: Safety requirements for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use.

Attention should therefore be given to the possibility of a dangerous situation arising out of such overloads.

3.5 Rated current of a fuse-holder

The rated current of a fuse-holder represents the highest rated current of fuse-link with which it is intended to be used without exceeding maximum sustained dissipation.

3.6 Rated voltage of a fuse-holder

The rated voltage of a fuse-holder is the highest voltage for which the fuse-holder is designed.

Note.- The rated voltage of a fuse-holder should be the same as or higher than the rated voltage of the fuse-link intended to be used in that fuse-holder.

Page 8

4.3.1 *Figure 1, Calibre: Remplacer "D" et "d" dans la figure 1 et dans le tableau de la page 10 par "D1" et "D2". De même, remplacer "b" par "B".*

Page 10

5. Marquage et indications

Remplacer intégralement le titre et le texte par ce qui suit:

Les ensembles-porteurs doivent porter le nom ou la marque de fabrique du fabricant ainsi que la référence du type ou du catalogue.

Le marquage doit être indélébile et facilement lisible.

Le contrôle s'effectue par examen et par l'essai ci-dessous:

Le marquage ne doit pas disparaître en le frottant légèrement à la main une première fois pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'eau et une seconde fois pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence.

Les informations nécessaires pour l'usage correct des ensembles-porteurs, surtout la catégorie de protection spécifiée conformément à l'article 6, doivent être fournies dans le catalogue du fabricant ou dans une documentation analogue.

Note.- Le constructeur peut prévoir un marquage complémentaire pour la tension assignée en volts, la dissipation acceptable en watts correspondant au courant assigné en ampères, par exemple 250 V (4 W/6,3 A).

Ce marquage complémentaire ne doit pas être placé sur le côté frontal de l'ensemble-porteur, afin qu'il soit bien perceptible lorsque celui-ci est installé à sa place en usage normal.

6. Protection contre les chocs électriques

Remplacer intégralement le texte par les paragraphes suivants (6.1 et 6.2):

6.1 Catégorie A: Ensembles-porteurs avec protection intégrale contre les chocs électriques

Les parties actives ne doivent pas être accessibles lorsque l'ensemble-porteur est installé comme à l'usage normal, par exemple sur la face avant d'un équipement. Les trois possibilités doivent être essayées, c'est-à-dire:

- a) ensemble-porteur fermé (porte-fusible et élément de remplacement introduit dans le socle);
- b) ensemble-porteur ouvert (porte-fusible et élément de remplacement retiré du socle);
- c) au cours du montage et de l'enlèvement du porte-fusible avec élément de remplacement.

En plus, toutes les prescriptions doivent être respectées indépendamment du fait que l'une ou l'autre des bornes de l'ensemble-porteur soit reliée au conducteur sous tension de la source de courant.

Page 9

4.3.1 *Figure 1, Gauge: Replace "D" and "d" in Figure 1, and in the table on page 11, by "D1" and "D2". Also replace "b" by "B".*

Page 11

5. Marking and information

Replace the entire text by the following:

Fuse-holders shall be marked with the name or the trade mark of the manufacturer together with a catalogue or type reference.

The marking shall be indelible and easily legible.

Compliance is checked by inspection and by the following test:

The marking shall not be removed when rubbed lightly by hand for 15 s with a piece of cloth soaked in water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

Information which is necessary for the correct application of the fuse-holder, in particular the category of protection claimed in accordance with Clause 6, shall be given in the manufacturer's catalogue or similar document.

Note.- In addition to this marking, the manufacturer may provide further marking for the rated voltage in volts, the rated power acceptance in watts together with the rated current in amperes, e.g. 250 V (4 W/6.3 A).

This additional marking shall not be placed on the front of the fuse-holder so that it is discernible when the fuse-holder is mounted in its position for normal use.

6. Protection against electric shock

Replace the entire text by the following sub-clauses (6.1 and 6.2):

6.1 *Category A: Fuse-holders with integral protection against electric shock*

Live parts shall not be accessible when the fuse-holder is installed as in normal use, e.g. on the front panel of equipment. All three possible conditions shall be tested, namely:

- a) closed fuse-holder (fuse-carrier and fuse-link inserted into the fuse-base);
- b) opened fuse-holder (fuse-carrier and fuse-link withdrawn from the fuse-base);
- c) during insertion or withdrawal of the fuse-carrier, including the fuse-link.

Furthermore, all requirements shall be complied with independently with either of the fuse-base terminals connected to the live conductor of the power supply.

Le contrôle s'effectue en utilisant le doigt d'épreuve spécifié dans la Publication 529 de la CEI: Degrés de protection procurés par des enveloppes.

6.2 *Catégorie B: Ensembles-porteurs sans protection intégrale contre les chocs électriques*

Lorsqu'un ensemble-porteur ne répond pas à toutes les prescriptions du paragraphe 6.1, le constructeur de l'équipement dans lequel ces ensembles-porteurs sont à incorporer doit prévoir d'autres moyens de protection contre les chocs électriques.

L'attention est attirée sur les règles à respecter dans les spécifications concernant l'équipement correspondant.

Page 12

7. *Lignes de fuite et distances dans l'air*

Remplacer, dans le tableau, le titre de la deuxième colonne, "Ligne de fuite minimale", par "Distance d'isolement minimale", et le titre de la troisième colonne, "Distance dans l'air minimale", par "Ligne de fuite minimale".

8.1.1 *Prescriptions générales relatives aux mesures*

Remplacer le deuxième alinéa par le suivant:

Si les mesures sont effectuées en courant alternatif, la fréquence doit être inférieure ou égale à 1 kHz.

Page 14

8.2.2 *Préconditionnement*

Numéroter la note de la page 16 comme Note 1 et ajouter une Note 2 comme suit:

- 2.- Si un préconditionnement plus rigoureux est exigé, par exemple pour des conditions climatiques spéciales, il convient de faire référence à l'article 2 de l'annexe A.

Page 16

8.3 *Essai diélectrique*

Ajouter le texte suivant:

Immédiatement après l'essai du paragraphe 8.2.3, un essai diélectrique doit être effectué pendant que l'ensemble-porteur est encore monté sur la plaque métallique et recouvert d'une feuille métallique.

8.3.1 *Dispositif d'essai*

A supprimer.

Compliance is checked by using the standard test-finger specified in IEC Publication 529: Classification of degrees of protection provided by enclosures.

6.2 Category B: Fuse-holders without integral protection against electric shock

Fuse-holders not complying with all the requirements of Sub-clause 6.1 shall be provided with additional means of protection against electric shock by the designer of the equipment in which these fuse-holders are incorporated.

Attention is drawn to the requirements in the relevant equipment specifications.

Page 13

7. Creepage distances and clearances

In the table, replace the heading of the second column, "Minimum clearance", by "Minimum clearance in air".

8.1.1 General measuring requirements

Replace the second paragraph by the following text:

For a.c. measurements the frequency shall be any convenient low frequency up to 1 kHz.

Page 15

8.2.2 Pre-conditioning

Number the note on page 17 as Note 1. Add Note 2 as follows:

2.- If more rigorous pre-conditioning is required, for example for special climatic conditions, reference should be made to Clause 2 of Appendix A.

Page 17

8.3 Voltage test

Add the following text:

Immediately after the test of Sub-clause 8.2.3, a voltage test shall be applied while the fuse-holder is still mounted on the metal plate and wrapped in metal foil.

8.3.1 Mounting

To be deleted.

8.3.2 Mesures

Renommer ce paragraphe en 8.3.1 et modifier le texte comme suit:

La tension d'essai doit être alternative et de forme pratiquement sinusoïdale, de fréquence comprise entre 40 Hz et 60 Hz. Cette tension est appliquée pendant 1 min dans chaque cas entre les mêmes points, comme indiqué au paragraphe 8.2.3, et a pour valeur:

$$2 U + 1\,500 \text{ V (où } U \text{ représente la tension assignée)}$$

avec une valeur minimale de 2 000 V.

Il ne doit se produire ni perforation ni contournement.

Note.- Un transformateur d'une puissance d'au moins 100 VA est recommandé pour cet essai.

9.2.1 Dimensions

Remplacer intégralement le texte et le tableau comme suit:

Les bornes des socles doivent permettre le raccordement de conducteurs rigides, de conducteurs aux âmes massives ou câblées et flexibles dont les dimensions sont indiquées dans le tableau suivant:

Ensemble-porteur construit pour éléments de remplacement d'un courant assigné maximal	Diamètre minimal (mm)	Section	
		Minimale (mm ²)	Maximale (mm ²)
Inférieur ou égal à 6,3 A	0,6	-	1,5
Supérieur à 6,3 A jusqu'à 10 A inclus	-	0,75	2,5

Pour les bornes soudables, il conviendra de prévoir une possibilité telle qu'un trou, à travers lequel passent l'âme ou tous les brins d'une âme à brins multiples, de telle manière que celle-ci puisse être maintenue indépendamment de la soudure.

9.2.3 Essai de pliage

Remplacer intégralement le paragraphe par le texte suivant:

Les bornes soudables doivent être soumises à un essai de pliage, selon les modalités de l'essai Ub de la Publication 68-2-21 de la CEI. Lorsque applicable, on doit utiliser la méthode 1, autrement la méthode 2.

On ne doit constater aucun dommage visible.

9.3 Moment de torsion à appliquer aux vis des bornes

Remplacer les valeurs "2,3 mm" et "2,6 mm", dans le tableau, par "2,0 mm" et "2,5 mm", respectivement.

8.3.2 Measurement

Renumber this sub-clause as 8.3.1 and amend the text as follows:

The test voltage shall be alternating and of substantially sine-wave form, with a frequency between 40 Hz and 60 Hz. This voltage shall be applied for 1 min in each case between the same points as indicated in Sub-clause 8.2.3 and shall be:

$$2 U + 1\,500 \text{ V (where } U \text{ is the rated voltage)}$$

with a minimum value of 2 000 V.

There shall be no breakdown or flashover.

Note.- A power transformer with an output of at least 100 VA is recommended for this test.

9.2.1 Size

Replace the entire text and the table by the following:

Terminals of fuse-bases shall allow the connection of rigid conductors, solid or stranded, and flexible conductors of the size shown in the table:

Fuse-holder, designed for fuse-links with a maximum rated current of	Minimum diameter (mm)	Cross-section	
		Minimum (mm ²)	Maximum (mm ²)
Up to and including 6.3 A	0.6	-	1.5
More than 6.3 A and up to and including 10 A	-	0.75	2.5

For soldering terminals there shall be a means such as a hole through which the conductor, or all strands of a multi-strand conductor, will pass so that the conductor may be held independently of the solder.

9.2.3 Bending test

Replace the entire sub-clause by the following text:

Soldering terminals shall be subjected to a bending test according to Test Ub of IEC Publication 68-2-21. Where applicable, method 1 shall be used, otherwise method 2.

There shall be no visible damage.

9.3 Torque test on terminal screws

Replace the values "2.3 mm" and "2.6 mm" in the table by "2.0 mm" and "2.5 mm" respectively.

Page 22

9.4 Moment de torsion à appliquer au porte-fusible

Ajouter au titre: "(accessible à partir de l'extérieur de l'appareil)".

Remplacer le deuxième alinéa par le texte suivant:

Le porte-fusible, avec le calibre maximal du paragraphe 4.3 en position, doit être soumis cinq fois au moment de torsion approprié et spécifié dans le tableau suivant:

Diamètre du porte-fusible	Moment de torsion (Nm)
Jusqu'à 16 mm inclus Au-dessus de 16 mm et jusqu'à 25 mm inclus	0,4 0,6

Supprimer la figure 3 et la formule.

9.5 Essai de choc mécanique (pour ensembles-porteurs comportant une enveloppe)

Remplacer la note par la suivante:

Note. - L'attention est attirée sur le fait que, par exemple dans les Publications 65 et 348 de la CEI, un choc de valeur plus élevée, à savoir 0,5 Nm, est exigé et que les ensembles-porteurs comportant une enveloppe peuvent être soumis à de tels chocs mécaniques au cours d'essais conformes à ces publications de la CEI. Il est recommandé, pour de nouveaux ensembles-porteurs, de prendre en considération les valeurs de chocs les plus élevées.

9.6 Essai de traction sur les porte-fusibles

Ajouter au titre "(si applicable)".

9.6.1 Renommer la "figure 4" en "figure 3". Supprimer la dimension "h".

Page 24

Paragraphe 9.6.1 (suite)

Supprimer le premier alinéa et la formule et insérer le texte suivant:

Le porte-fusible est ensuite soumis pendant 1 min à une force de traction axiale F , spécifiée dans le tableau suivant:

Diamètre du porte-fusible	Force (N)
Jusqu'à 16 mm inclus Au-dessus de 16 mm et jusqu'à 25 mm inclus	25 50

Page 23

9.4 Torque test on fuse-carriers

Add to the title: "(accessible from the outside of the equipment)".

Replace the second paragraph by the following text:

The fuse-carrier with the maximum gauge of Sub-clause 4.3 in position shall be subjected five times to the appropriate torque specified in the following table:

Diameter of fuse-carrier	Torque (Nm)
Up to and including 16 mm	0.4
Over 16 mm up to and including 25 mm	0.6

Delete Figure 3 and the formula.

9.5 Impact test (for closed fuse-holders)

Replace the note by the following:

Note.- Attention is drawn to the fact that in, for example, IEC Publications 65 and 348 a higher impact, i.e. 0.5 Nm is required and closed fuse-holders may be subjected to such impacts during testing in accordance with these IEC publications. It is recommended that, for new fuse-holders, the higher impact be taken into account.

9.6 Tensile test on fuse-carriers

Add to the title "(if applicable)".

9.6.1 Renumber "Figure 4" as "Figure 3". Delete dimension "h".

Page 25

Sub-clause 9.6.1 (continued)

Delete the first paragraph and the formula and insert the following text:

The fuse-carrier shall then be subjected for 1 min to an axial pull F as specified in the following table:

Diameter of fuse-carrier	Force (N)
Up to and including 16 mm	25
Over 16 mm up to and including 25 mm	50

Paragraphe 9.7.1 b)

Remplacer les valeurs "2,3 mm" et "2,6 mm" dans le tableau par les valeurs "2,0 mm" et "2,5 mm" respectivement. Remplacer le terme "socle de l'ensemble-porteur" dans la phrase située sous le tableau par "socle".

10.1 Dispositif

Remplacer intégralement le texte de la page 26 par le suivant:

La longueur des conducteurs à prévoir ne doit pas être inférieure à 1 m et la section de l'âme de ces conducteurs doit être de $1,5 \text{ mm}^2$ pour tous les ensembles-porteurs construits pour des éléments de remplacement d'un courant assigné maximal jusqu'à 10 A inclus.

Une pièce d'essai résistive, construite conformément à la figure 4 et ayant les mêmes dimensions que celles du calibre minimal approprié conformément au paragraphe 4.3.1, est introduite dans l'ensemble-porteur. On fait circuler à travers l'ensemble-porteur un courant approprié, provoquant dans cette pièce d'essai une dissipation correspondant à la valeur de la puissance admissible assignée indiquée par le fabricant.

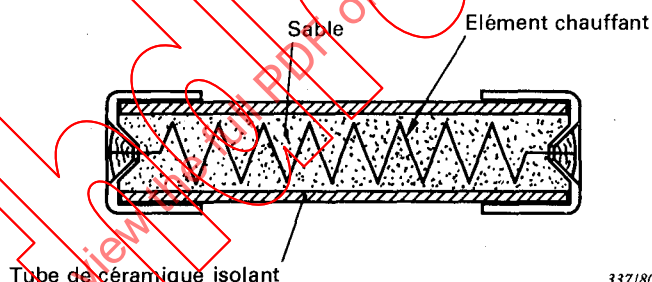


FIGURE 4

L'élément chauffant, qui a une résistance de $5 \Omega \pm 10\%$, est constitué d'un fil de chrome-nickel brasé sur les capsules. L'élément chauffant consiste en dix spires environ, espacées régulièrement sur la longueur du tube.

Pour une pièce d'essai de $5 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$, on doit utiliser un fil de nichrome avec un diamètre d'environ $0,18 \text{ mm}$; pour une pièce d'essai de $6,3 \text{ mm} \times 32 \text{ mm}$, on doit utiliser un fil de nichrome avec un diamètre d'environ $0,25 \text{ mm}$. Les capsules sont en laiton de $0,3 \text{ mm}$ à $0,5 \text{ mm}$ d'épaisseur, et nickelées.

Note. - La valeur de 5Ω a été choisie pour éliminer des dissipations variables provoquées par les résistances de contact.

Sub-clause 9.7.1 b)

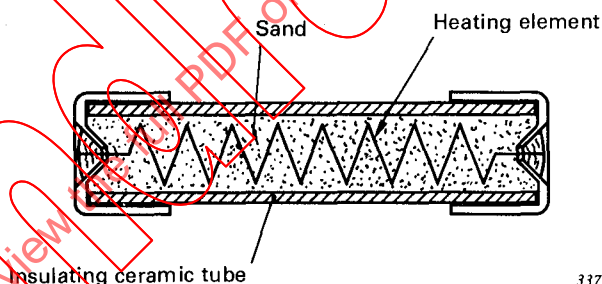
Replace the values "2.3 mm" and "2.6 mm" in the table by "2.0 mm" and "2.5 mm" respectively. Replace the term "fuse-holder-base" in the sentence below the table by "fuse-base".

10.1 Mounting

Replace the entire text on Page 27 by the following:

The length of the conductors to be fitted shall be not less than 1 m, and the cross-sectional area of these conductors shall be 1.5 mm² for all fuse-holders, designed for fuse-links with a maximum rated current up to 10 A inclusive.

A resistive test piece, constructed in accordance with Figure 4 and with the same dimensions as the appropriate minimum gauge in accordance with Sub-clause 4.3.1, shall be inserted on the fuse-holder. An appropriate current shall then be passed through the fuse-holder, producing a dissipation in this test piece equal to the value of the accepted power as stated by the manufacturer.



337/80

FIGURE 4

The heating element has a resistance of $5 \Omega \pm 10\%$ and is made from chrome-nickel wire, hard soldered to the end caps. The heating element consists of approximately ten windings evenly spaced along the tube length.

For a 5 mm x 20 mm test piece, nichrome wire with a diameter of about 0.18 mm shall be used; for a 6.3 mm x 32 mm test piece, nichrome wire with a diameter of about 0.25 mm shall be used. The end caps are made from brass of wall thickness 0.3 mm to 0.5 mm, and are nickel plated.

Note. - The value of 5Ω has been chosen in order to eliminate variable heat contributions from the contact resistances.