

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC STANDARD**

**Publication 282-3**

Première édition — First edition

1976

---

**Coupe-circuit à fusibles haute tension**

**Troisième partie: Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit lors des essais  
des fusibles limiteurs de courant et des fusibles à expulsion et de type similaire**

---

**High-voltage fuses**

**Part 3: Determination of short-circuit power factor for testing current-limiting fuses  
and expulsion and similar fuses**

---



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**
- **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.

### Autres publications de la CEI établies 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 this publication

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

Information 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**
- **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 publications 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)

**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC STANDARD**

**Publication 282-3**

Première édition — First edition

1976

---

**Coupe-circuit à fusibles haute tension**

**Troisième partie: Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit lors des essais  
des fusibles limiteurs de courant et des fusibles à expulsion et de type similaire**

---

**High-voltage fuses**

**Part 3: Determination of short-circuit power factor for testing current-limiting fuses  
and expulsion and similar fuses**

---



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

Prix Fr. s. 10.—  
Price S. Fr

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## COUPE-CIRCUIT À FUSIBLES HAUTE TENSION

Troisième partie: Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit  
lors des essais des fusibles limiteurs de courant et des fusibles à expulsion et de type similaire

## PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

## PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 32A: Coupe-circuit à fusibles à haute tension, du Comité d'Etudes n° 32 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles.

Il a été décidé, lors de la réunion tenue à Bucarest en 1973, que cette publication devrait être utilisée comme annexe aux Publications 282-1 et 282-2 de la CEI.

Un projet fut diffusé suivant la Procédure Accélérée en août 1974, puis soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1975, sous la référence 32A(Bureau Central)29.

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

Allemagne	Italie
Australie	Japon
Belgique	Norvège
Canada	Pays-Bas
Danemark	Roumanie
Espagne	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques
Israël	Socialistes Soviétiques

*Autres publications de la CEI citées dans la présente publication:*

- Publications n°s 282-1: Coupe-circuit à fusibles haute tension, Première partie: Coupe-circuit limiteurs de courant.  
282-2: Coupe-circuit à fusibles haute tension, Deuxième partie: Coupe-circuit à expulsion et de type similaire.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE FUSES****Part 3: Determination of short-circuit power factor for testing  
current-limiting fuses and expulsion and similar fuses****FOREWORD**

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

**PREFACE**

This standard has been prepared by Sub-Committee 32A, High-voltage Fuses, of IEC Technical Committee No. 32, Fuses.

During the Bucharest meeting in 1973, it was decided that this publication should be used as an appendix to IEC Publications 282-1 and 282-2.

A draft was circulated under the Accelerated Procedure in August 1974, following which Document 32A(Central Office)29 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Romania
Denmark	Spain
France	Sweden
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

*Other IEC publications quoted in this publication:*

- Publications Nos. 282-1: High-voltage Fuses, Part 1: Current-limiting Fuses.  
282-2: High-voltage Fuses, Part 2: Expulsion and Similar Fuses.

## COUPE-CIRCUIT À FUSIBLES HAUTE TENSION

### Troisième partie: Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit lors des essais des fusibles limiteurs de courant et des fusibles à expulsion et de type similaire

#### 1. Généralités

Il n'existe pas de méthode permettant de déterminer avec précision le facteur de puissance d'un court-circuit en raison de la variation de la résistance avec la fréquence et le courant et de celle de l'inductance avec le temps et le courant. Toutefois, pour l'application de la présente spécification, la détermination du facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai peut être faite avec une précision suffisante par celle des trois méthodes suivantes qui est la plus appropriée.

La méthode I est recommandée pour la détermination des facteurs de puissance supérieurs à 0,3 (par exemple suite d'essais 3 pour les fusibles limiteurs de courant et séries d'essais 4 et 5 pour les fusibles à expulsion) car elle manque généralement de précision pour les facteurs de puissance très bas en raison des difficultés de mesure de la résistance.

La méthode II est recommandée pour la détermination des facteurs de puissance inférieurs à 0,3 (par exemple suites d'essais 1 et 2 pour les fusibles limiteurs et séries d'essais 1, 2 et 3 pour les fusibles à expulsion) car elle manque généralement de précision pour les facteurs de puissance plus élevés en raison de la courte durée de la composante apériodique et des difficultés pour déterminer sa constante de temps.

La méthode III est recommandée pour la détermination des facteurs de puissance supérieurs à 0,5 (par exemple série d'essais 5 pour les fusibles à expulsion) car elle manque généralement de précision pour les facteurs de puissance plus faibles en raison du degré de précision élevé avec lequel il faut nécessairement mesurer les déphasages.

#### 2. Méthode I — Calcul d'après les constantes du circuit

Le facteur de puissance peut être calculé comme étant égal au cosinus d'un angle  $\varphi$  tel que  $\varphi = \text{arc tg } X/R$ ,  $X$  et  $R$  étant respectivement les valeurs de la réactance et de la résistance du circuit d'essai pendant la période d'établissement du courant de court-circuit.

$R$  est mesuré en courant continu sur le circuit d'essai lui-même; si le circuit comporte un transformateur, on mesure séparément la résistance  $R_1$  du circuit primaire et la résistance  $R_2$  du circuit secondaire et on déterminera la valeur recherchée  $R$  par la formule:

$$R = R_2 + R_1 r^2$$

dans laquelle  $r$  est le rapport de transformation du transformateur.

$X$  est alors déduite de la formule:

$$X = \sqrt{(E/I)^2 - R^2}$$

le rapport  $E/I$  (impédance du circuit) étant déduit de l'oscillogramme comme indiqué à la figure 1, page 8.

En raison de la variation de la réactance du générateur en fonction du courant, l'essai d'étalonnage doit être effectué dans chaque cas avec la même excitation que pour l'essai du fusible.

*Note.* — Le facteur de puissance peut être obtenu directement par cette méthode en divisant la résistance  $R$  par l'impédance  $E/I$  sans faire référence à la réactance

$$\cos \varphi = \frac{R}{E/I}$$

## HIGH-VOLTAGE FUSES

### Part 3: Determination of short-circuit power factor for testing current-limiting fuses and expulsion and similar fuses

#### 1. General

There is no method by which the short-circuit power factor can be determined with precision, due to variation of resistance with frequency and current and of inductance with time and current. However, for the purpose of this specification, the power factor of each phase of the test circuit may be determined with sufficient accuracy by whichever of the three following methods is the more appropriate.

Method I is recommended for the determination of power factors higher than 0.3 (for example test duty 3 for current-limiting fuses and test series 4 and 5 for expulsion fuses) because it is generally not accurate for very low power factors due to difficulty in measurement of the resistance.

Method II is recommended for the determination of power factors lower than 0.3 (for example test duties 1 and 2 for current-limiting fuses and test series 1, 2 and 3 for expulsion fuses) because it is generally not accurate for power factors higher than 0.3 due to the short duration of the d.c. component and difficulty in determination of its time constant.

Method III is recommended for the determination of power factors higher than 0.5 (for example test series 5 for expulsion fuses) because it is generally not accurate in the case of power factors below 0.5 due to the necessary degree of accuracy with which phase displacements need to be measured.

#### 2. Method I — Calculation from circuit constants

The power factor may be calculated as the cosine of an angle  $\varphi$  where  $\varphi = \arctan X/R$ ,  $X$  and  $R$  being respectively the reactance and resistance of the test circuit while the short circuit exists.

$R$  is measured in the test circuit with direct current; if the circuit includes a transformer, the resistance  $R_1$  of the primary circuit and the resistance  $R_2$  of the secondary circuit are measured separately and the required value  $R$  is then given by the formula:

$$R = R_2 + R_1 r^2$$

in which  $r$  is the ratio of transformation of the transformer.

$X$  is then obtained from the formula:

$$X = \sqrt{(E/I)^2 - R^2}$$

the ratio  $E/I$  (circuit impedance) being obtained from the oscillogram as indicated in Figure 1, page 8.

Due to variation of generator reactance with current, the calibration test must be at the same excitation as the fuse test in each case.

*Note.* — Power factor can be obtained directly by this method by dividing resistance  $R$  by impedance  $E/I$  without reference to reactance

$$\cos \varphi = \frac{R}{E/I}$$

### 3. Méthode II — Détermination d'après la composante apériodique

L'angle  $\varphi$  peut être déterminé d'après la courbe de la composante apériodique de l'onde du courant asymétrique présumé comme suit (voir le paragraphe 13.2.1 des Publications 282-1 et 282-2 de la CEI).

3.1 La constante de temps  $L/R$  peut être déterminée comme suit à partir de la formule de la composante apériodique

$$i_d = I_{d0} e^{-Rt/L}$$

dans laquelle:

$i_d$  = valeur de la composante apériodique à tout instant

$I_{d0}$  = valeur initiale de la composante apériodique

$L/R$  = constante de temps du circuit, en secondes

$t$  = intervalle de temps, en secondes, entre  $i_d$  et  $I_{d0}$

$e$  = base des logarithmes népériens

a) Mesurer la valeur de  $I_{d0}$  au moment du court-circuit et la valeur de  $i_d$  à tout autre moment  $t$  pour lequel existe encore une valeur importante de la composante apériodique;

b) déterminer la valeur de  $e^{-Rt/L}$  en divisant  $i_d$  par  $I_{d0}$ ;

c) d'après une table des valeurs  $e^{-x}$ , déterminer la valeur de  $-x$  correspondant au rapport  $i_d/I_{d0}$ ;

d) la valeur  $x$  représente alors  $Rt/L$ , d'où  $L/R$  peut être déterminée en divisant  $x$  par  $t$ .

3.2 Déterminer l'angle  $\varphi$  ou le facteur de puissance à partir de

$$\varphi = \arctan \omega L/R \quad \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega L/R)^2}}$$

où  $\omega$  est  $2\pi$  fois la fréquence réelle.

Lorsque pour cette méthode on utilise des transformateurs de courant, il est recommandé de faire attention aux erreurs possibles dues, premièrement, à la constante de temps du transformateur et à sa charge en fonction de celle du primaire et, deuxièmement, aux conséquences d'une saturation magnétique pouvant résulter des conditions transitoires de flux combinées à une éventuelle rémanence.

*Note.* — Cette méthode s'applique également si l'essai d'étalonnage est effectué sous une tension réduite, le courant étant réduit en conséquence.

### 4. Méthode III — Détermination avec un générateur pilote

Lorsqu'il est fait usage d'un générateur pilote monté sur l'arbre du générateur d'essai, la tension du générateur pilote sur l'oscillogramme peut être comparée, du point de vue de l'angle de phase, d'abord avec celle du générateur d'essai et ensuite avec le courant du générateur d'essai.

La différence d'angle de phase entre la tension du générateur pilote et celle du générateur principal d'une part, et entre la tension du générateur pilote et le courant du générateur d'essai d'autre part, donne l'angle de phase entre la tension et le courant du générateur d'essai, à partir duquel on peut déterminer le facteur de puissance.

*Note.* — *Utilisation d'un wattmètre à vibrations:* cette méthode peut être utilisée en variante des méthodes ci-dessus pour déterminer le facteur de puissance au cours de la suite d'essais 3 pour les fusibles limiteurs de courant conformes à la Publication 282-1 de la CEI, et au cours des séries d'essais 4 et 5 pour les fusibles à expulsion et de type similaire conformes à la Publication 282-2 de la CEI.

### 3. Method II — Determination from d.c. component

The angle  $\varphi$  may be determined from the curve of the d.c. component of the prospective asymmetrical current wave as follows (see Sub-clause 13.2.1 of IEC Publications 282-1 and 282-2).

3.1 The time constant  $L/R$  can be ascertained as follows from the formula for the d.c. component

$$i_d = I_{d0} e^{-Rt/L}$$

where:

- $i_d$  = value of the d.c. component at any instant
- $I_{d0}$  = initial value of the d.c. component
- $L/R$  = time constant of the circuit, in seconds
- $t$  = time interval, in seconds, between  $i_d$  and  $I_{d0}$
- $e$  = base of Napierian logarithms

- a) Measure the value of  $I_{d0}$  at the instant of short-circuit and the value of  $i_d$  at any other time  $t$  at which there is still a significant value of d.c. component;
- b) determine the value of  $e^{-Rt/L}$  by dividing  $i_d$  by  $I_{d0}$ ;
- c) from a table of values of  $e^{-x}$ , determine the value of  $-x$  corresponding to the ratio  $i_d/I_{d0}$ ;
- d) the value  $x$  then represents  $Rt/L$ , from which  $L/R$  can be determined by dividing  $x$  by  $t$ .

3.2 Determine the angle  $\varphi$  or power factor from

$$\varphi = \arctan \omega L/R \quad \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega L/R)^2}}$$

where  $\omega$  is  $2\pi$  times the actual frequency.

When current transformers are used for this method, attention should be paid to possible errors consequent upon (i) the time constant of the transformer and its burden in relation to that of the primary circuit and (ii) magnetic saturation effects which can result from the transient flux conditions combined with possible remanence.

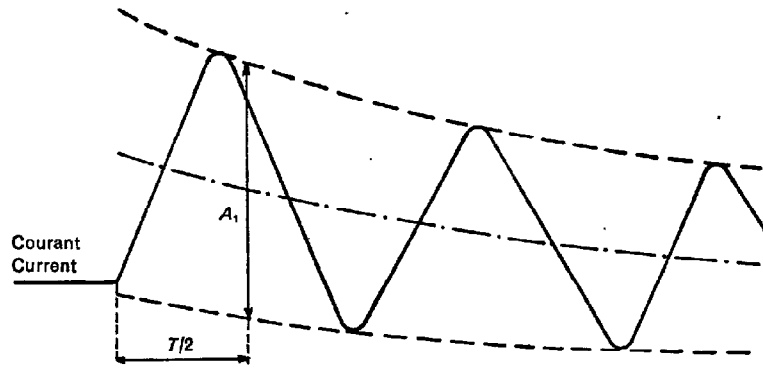
*Note.* — This method can be applicable also if the calibration test is made at reduced voltage and correspondingly lower current.

### 4. Method III — Determination with pilot generator

When a pilot generator is used on the same shaft as the test generator, the voltage of the pilot generator on the oscillogram may be compared in phase first with the voltage of the test generator and then with the current of the test generator.

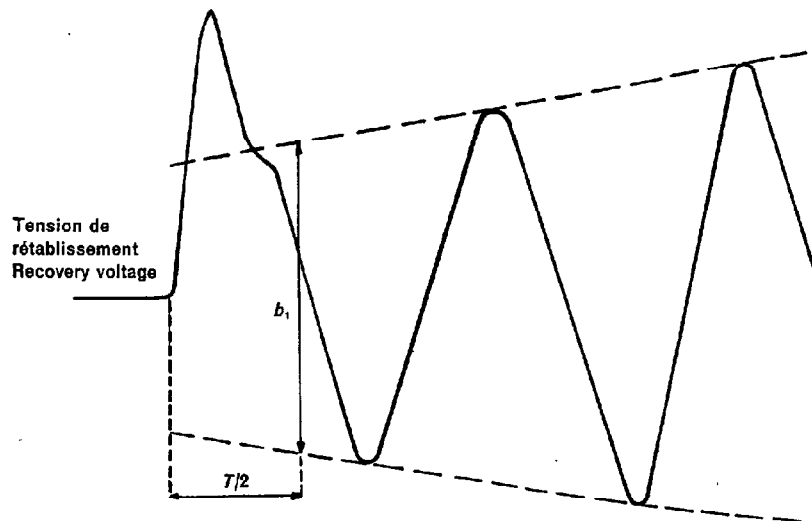
The difference between the phase angles between pilot generator voltage and main generator voltage on the one hand, and pilot generator voltage and test generator current on the other hand, gives the phase angle between the voltage and current of the test generator, from which the power factor can be determined.

*Note.* — *Use of the wattmeter vibrator:* this method may be used as an alternative to the above methods to determine the power factor in test duty 3 for current-limiting fuses according to IEC Publication 282-1, and in test series 4 and 5 for expulsion and similar fuses according to IEC Publication 282-2.

Essai d'étalonnage  
Calibration test

Tension de rétablissement

Recovery voltage

Essai de coupure  
Breaking test

260/76

$T$  = durée de la première période à fréquence industrielle après le début de l'essai.  
duration of first power-frequency cycle following initiation of test.

Impédance du circuit  $\frac{E}{I} = \frac{b_1(V)}{A_1(A)}$   
Circuit impedance

$b_1$  est obtenu par extrapolation de l'enveloppe de tension jusqu'à l'instant  $T/2$ .  
is obtained by extending the voltage envelope to the instant  $T/2$ .

FIG. 1. — Détermination de l'impédance du circuit pour le calcul du facteur de puissance selon la méthode I.  
Determination of circuit impedance for calculation of power factor in accordance with Method I.

**Autres publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes n° 32**

- 127 (1974) Cartouches pour coupe-circuit miniatures.  
 257 (1968) Ensembles-porteurs pour cartouches de coupe-circuit miniatures.  
 269: - Coupe-circuit à fusibles à basse tension.  
 269-1 (1968) 1<sup>re</sup> partie: Règles générales.  
 269-2 (1973) 2<sup>e</sup> partie: Règles supplémentaires pour les coupe-circuit pour usages industriels.  
 269-2A (1975) Premier complément à la Publication 269-2 (1973).  
 Annexe A: Exemples de coupe-circuit à fusibles normalisés pour usages industriels.  
 269-3 (1973) 3<sup>e</sup> partie: Règles supplémentaires pour les coupe-circuit pour usages domestiques et analogues.  
 269-3A (1974) Premier complément à la Publication 269-3 (1973).  
 Annexe A: Exposé de la situation en matière de normalisation dimensionnelle.  
 269-4 (1974) 4<sup>e</sup> partie: Règles supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des dispositifs à semi-conducteurs.  
 282: - Coupe-circuit à fusibles haute tension.  
 282-1 (1974) 1<sup>re</sup> partie: Coupe-circuit limiteurs de courant.  
 Modification n° 1 (1975).  
 282-2 (1970) 2<sup>e</sup> partie: Coupe-circuit à expulsion et de type similaire.  
 291 (1969) Définitions relatives aux coupe-circuit à fusibles.  
 291A (1975) Premier complément à la Publication 291 (1969).

**Other IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 32**

- 127 (1974) Cartridge fuse-links for miniature fuses.  
 257 (1968) Fuse-holders for miniature cartridge fuse-links.  
 269: - Low-voltage fuses.  
 269-1 (1968) Part 1. General requirements.  
 269-2 (1973) Part 2. Supplementary requirements for fuses for industrial applications.  
 269-2A (1975) First supplement to Publication 269-2 (1973).  
 Appendix A: Examples of standardized fuses for industrial applications.  
 269-3 (1973) Part 3. Supplementary requirements for fuses for domestic and similar applications.  
 269-3A (1974) First supplement to Publication 269-3 (1973).  
 Appendix A: Statement on the situation regarding dimensional standardization.  
 269-4 (1974) Part 4. Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices.  
 282: - High-voltage fuses.  
 282-1 (1974) Part 1. Current-limiting fuses.  
 Amendment No. 1 (1975).  
 282-2 (1970) Part 2. Expulsion and similar fuses.  
 291 (1969) Fuse definitions.  
 291A (1975) First supplement to Publication 291 (1969).

PRINTED IN SWITZERLAND  
by Polygraphic Co., Laupen-Berne