

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Specification for high-voltage fuse-links for motor circuit applications

Spécification relative aux éléments de remplacement à haute tension destinés à des circuits comprenant des moteurs



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60644

Edition 2.0 2009-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Specification for high-voltage fuse-links for motor circuit applications

Spécification relative aux éléments de remplacement à haute tension destinés à des circuits comprenant des moteurs

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 29.120.50

ISBN 2-8318-1057-5

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Fuse-link time-current characteristics	5
4 <i>K</i> factor	6
5 Withstand requirements	6
6 Withstand tests.....	6
6.1 General.....	6
6.2 Test sequence No. 1	7
6.3 Test sequence No. 2	7
6.4 Interpretation of the test results	8
7 Information to be given to the user	8
8 Selection of fuse-links for motor circuit applications and correlation of fuse-link characteristics with those of other components of the circuit.....	9
8.1 Selection of fuse-links	9
8.2 Co-ordination with other circuit components	9
Bibliography.....	12
Figure 1 – Diagrams of the test sequences	7
Figure 2 – Determination of <i>K</i> factor for fuse-links of intermediate rating of a homogeneous series.....	8
Figure 3 – Characteristics relating to the protection of a motor circuit	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR HIGH-VOLTAGE FUSE-LINKS
FOR MOTOR CIRCUIT APPLICATIONS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60644 has been prepared by subcommittee 32A: High voltage fuses, of IEC technical committee 32: Fuses

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1979, and constitutes a technical revision.

The main changes with regard to the previous edition concern the following:

- update of the normative references;
- renewal of the figures.

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

CDV	Report on voting
32A/267/CDV	32A/270/RVC

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

SPECIFICATION FOR HIGH-VOLTAGE FUSE-LINKS FOR MOTOR CIRCUIT APPLICATIONS

1 Scope

This standard applies primarily to fuse-links used with motors started direct-on-line on alternating current systems of 50 Hz and 60 Hz.

NOTE When motors are used with assisted starting this specification can also be applied but particular attention should be paid to the selection of the rated current of the fuse-link (see 8.1) and the manufacturer of the fuse-link should preferably be consulted.

Fuse-links according to this specification are intended to withstand normal service conditions and motor starting pulses. They should comply with the requirements of IEC 60282-1.

The purpose of this standard is to standardize time-current characteristics, to formulate pulse withstand requirements regarding testing and to give guidance regarding the selection of fuse-links intended to be used with motors.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60282-1:2005, *High-voltage fuses – Part 1: Current-limiting fuses*

3 Fuse-link time-current characteristics

Compared to fuses typically used for distribution system protection, fuses for motor circuit protection should have:

- relatively high melting current (slow operation) in the 10 s region of the pre-arcing time-current characteristic to give maximum withstand against motor starting current;
- relatively low melting current (fast operation) in the region below 0,1 s to give maximum short-circuit protection to associated switching devices, cables and motors and their terminal boxes.

Therefore pre-arcing time-current characteristics of fuse-links for motor circuit applications shall be within the following limits:

$$I_{f10} / I_n \geq 3 \quad \text{for} \quad I_n \leq 100$$

$$I_{f10} / I_n \geq 4 \quad \text{for} \quad I_n > 100$$

$$I_{f0,1} / I_n \leq 20 (I_n / 100)^{0,25} \quad \text{for all current ratings}$$

where

I_n is the numerical value of the current rating, expressed in amperes, of the fuse-link;

I_{f10} and $I_{f0,1}$ are the numerical values of the pre-arcing currents, expressed in amperes, corresponding to 10 s and 0,1 s respectively, as mean values with the tolerances specified in 4.11 of IEC 60282-1.

The term $(I_n/100)^{0,25}$ is introduced to take account of the fact that the pre-arcing time-current characteristics for a range of fuse-links diverge as they approach the short-time region.

4 K factor

Factor which defines an overload characteristic to which the fuse-link may be repeatedly subjected under specified motor starting conditions, and other specified motor-operating overloads, without deterioration.

For the purpose of this specification, the value of K is chosen at 10 s. Unless otherwise stated by the fuse-link manufacturer, it is valid from 5 s to 60 s, for a frequency of starts up to six per hour and for not more than two consecutive starts. For conditions different from those specified above, for example where service conditions involve inching, plugging or more frequent starts, the manufacturer should be consulted.

The overload characteristic is obtained by multiplying the current on the pre-arcing characteristic by K (less than unity).

5 Withstand requirements

The performance of a fuse-link for motor circuit applications is in general determined by the following criteria:

- to withstand without deterioration starting pulses in rapid succession due for example to abnormal conditions, such as those occurring during commissioning of the equipment;
- to withstand without deterioration a large number of motor starts in normal service conditions.

This standard therefore specifies two sequences of tests representative of these conditions: 100 cycles corresponding to abnormal service conditions; 2 000 cycles corresponding to normal service conditions. It is expected that a fuse-link which passes these tests will have a good behaviour during a satisfactory life duration.

6 Withstand tests

6.1 General

The withstand tests are type tests. Both test sequences shall be carried out on the same fuse-link.

The fuse-link shall be tested under the same test conditions as in 6.5.1.2 of IEC 60282-1.

The values of test currents shall be $K I_{f10}$ for pulses simulating the motor starting pulses and $K I_{f10}/6$ for periods simulating the normal motor running, I_{f10} being the pre-arcing current at 10 s. The tolerance on both values shall be $^{+10}_0$ %.

The duration of individual pulses shall be 10 s. The tolerance on the 10 s periods, both pulses and off periods, shall be $\pm 0,5$ s.

Tests shall be made at any convenient voltage and at a frequency from 48 Hz to 62 Hz.

6.2 Test sequence No. 1

This test sequence shall comprise 100 cycles of 1 h as follows:

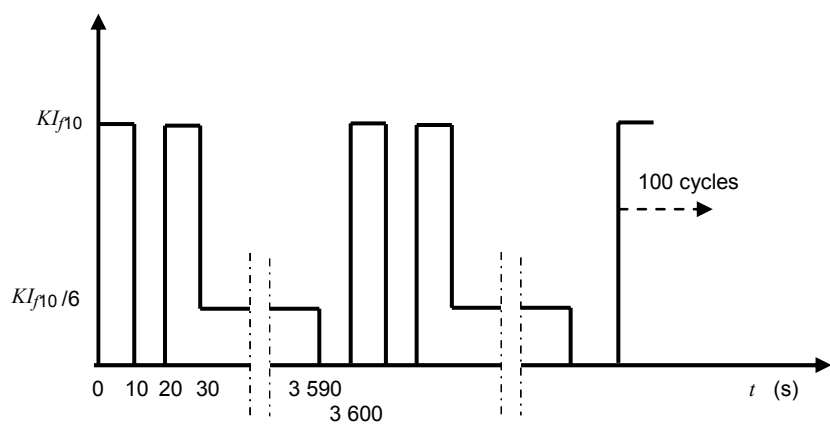
- a current $K I_{f10}$ for 10 s;
- an off period of 10 s;
- a current $K I_{f10}$ for 10 s;
- a current $K I_{f10}/6$ for 3 560 s;
- an off period of 10 s.

6.3 Test sequence No. 2

This test sequence shall comprise 2 000 cycles of 10 min as follows:

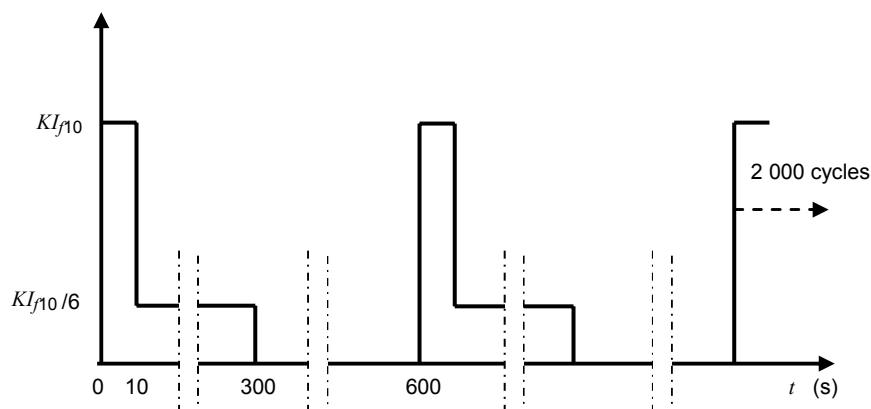
- a current $K I_{f10}$ for 10 s;
- a current $K I_{f10}/6$ for 290 s;
- an off period of 300 s.

Test sequences No.1 and No.2 are illustrated in Figure 1.



Test sequence No. 1

IEC 1526/09



Test sequence No. 2

IEC 1527/09

Figure 1 – Diagrams of the test sequences

6.4 Interpretation of the test results

After each test sequence is completed, the fuse-link shall be allowed to cool. After cooling, there shall have been no significant change in its characteristics. A check need not be made until after completion of both test sequences. Measurements to show that there is no significant difference in the values of resistance of the fuse-links before and after test give an indication of conformity with this requirement. In case of doubt, a further method is to subject the fuse-link after cooling after test to the current $K I_{f10}$ sustained for a sufficient time to cause the fuse-element to melt. The pre-arcing time shall lie within the tolerances of the pre-arcing time-current characteristic given by the manufacturer.

If fuse-links form part of a homogeneous series as defined in items d), e) and f) of 6.6.4.1 of IEC 60282-1, the maximum and minimum current ratings only need be tested.

If the same value of K is assigned to both maximum and minimum current ratings, then that value may also be deemed to apply to all intermediate current ratings within the homogeneous series. If different values of K are assigned to the maximum and minimum current ratings, then the K factors for intermediate ratings may be determined by linear interpolation; see Figure 2.

If a manufacturer assigns a higher value of K for an intermediate rating than that resulting from interpolation, this assigned value shall be proved by tests to the requirements of Clause 6.

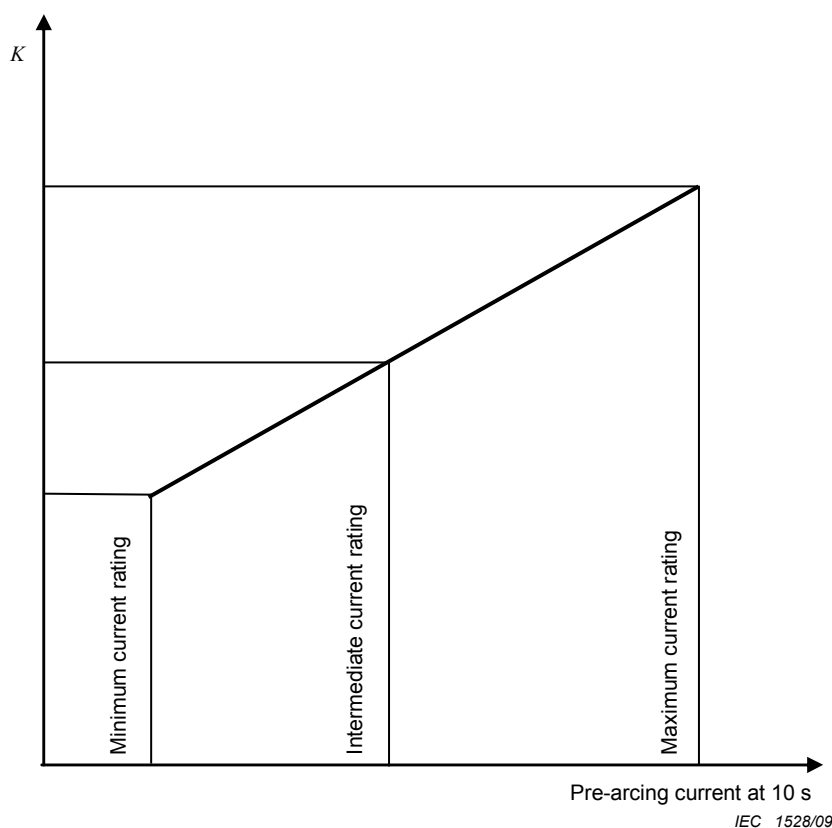


Figure 2 – Determination of K factor for fuse-links of intermediate rating of a homogeneous series

7 Information to be given to the user

Although in principle any high-voltage fuse-link can be used to protect motor circuits, there are advantages in selecting a fuse-link specifically designed for this application.

For fuse-links intended to be used for motor circuit protection, the manufacturer shall state the K factor which will indicate to the user the degree to which the fuse-link is capable of withstanding cyclic overloads without deterioration. It shall be stated if the K factor is related to the minimum or the mean pre-arcing time-current characteristic.

The pre-arcing time-current characteristic of the fuse-link with current values multiplied by factor K thus defines the boundary of the overload curve for a given number of motor starts per hour.

8 Selection of fuse-links for motor circuit applications and correlation of fuse-link characteristics with those of other components of the circuit

8.1 Selection of fuse-links

The fuse-link is inserted into the motor circuit that the fuse-link is intended to protect. Some ratings of the fuse-links (e.g. rated voltage and rated breaking current) are therefore dependent on the system and others (e.g. rated current) are dependent on the motor.

The ability to withstand repetitive starting conditions is an important factor. When selecting a fuse-link for a given motor circuit application, due regard should be paid to the K factor, which should be applied to the pre-arcing time-current characteristic of the fuse-link to take account of these starting conditions.

The usual concept of rated current, based upon the ability of a fuse-link to carry a given current continuously without exceeding a specified temperature rise, is usually of secondary importance where the motor is started direct-on-line. The fuse-link for such applications is normally chosen by reference to the paragraphs above.

However, when the fuse-links are enclosed in motor circuit equipment, it should be verified that their rated current exceeds the running current of the motor by an amount sufficient to take account of the effects of the temperature of the air surrounding them (see Annex F of IEC 60282-1).

Where assisted starting is used and thereby starting currents are reduced, the above method of selection is generally applicable, but allowance may have to be made for the high transient currents which, with some methods of starting, flow during transition from one connection to the succeeding connection. Further, since assisted starting in general allows the use of fuse-links of lower current rating, the temperature rise under running conditions is likely to be of primary importance.

8.2 Co-ordination with other circuit components

Figure 3 illustrates a typical motor circuit application involving a motor, relay or relays (providing one or more of the following: inverse overcurrent protection, instantaneous overcurrent protection, instantaneous earth fault protection), contactor or other mechanical switching device, the cable and the fuse-link itself.

The motor will be chosen for its particular duty, thus fixing the values of the full load current and the starting current. The duration and frequency of the starts will also be fixed. The characteristic of the associated inverse time overcurrent relay will then be chosen to give adequate thermal protection to the motor. The switching device is selected in conjunction with fuse-link to co-ordinate with the already selected motor.

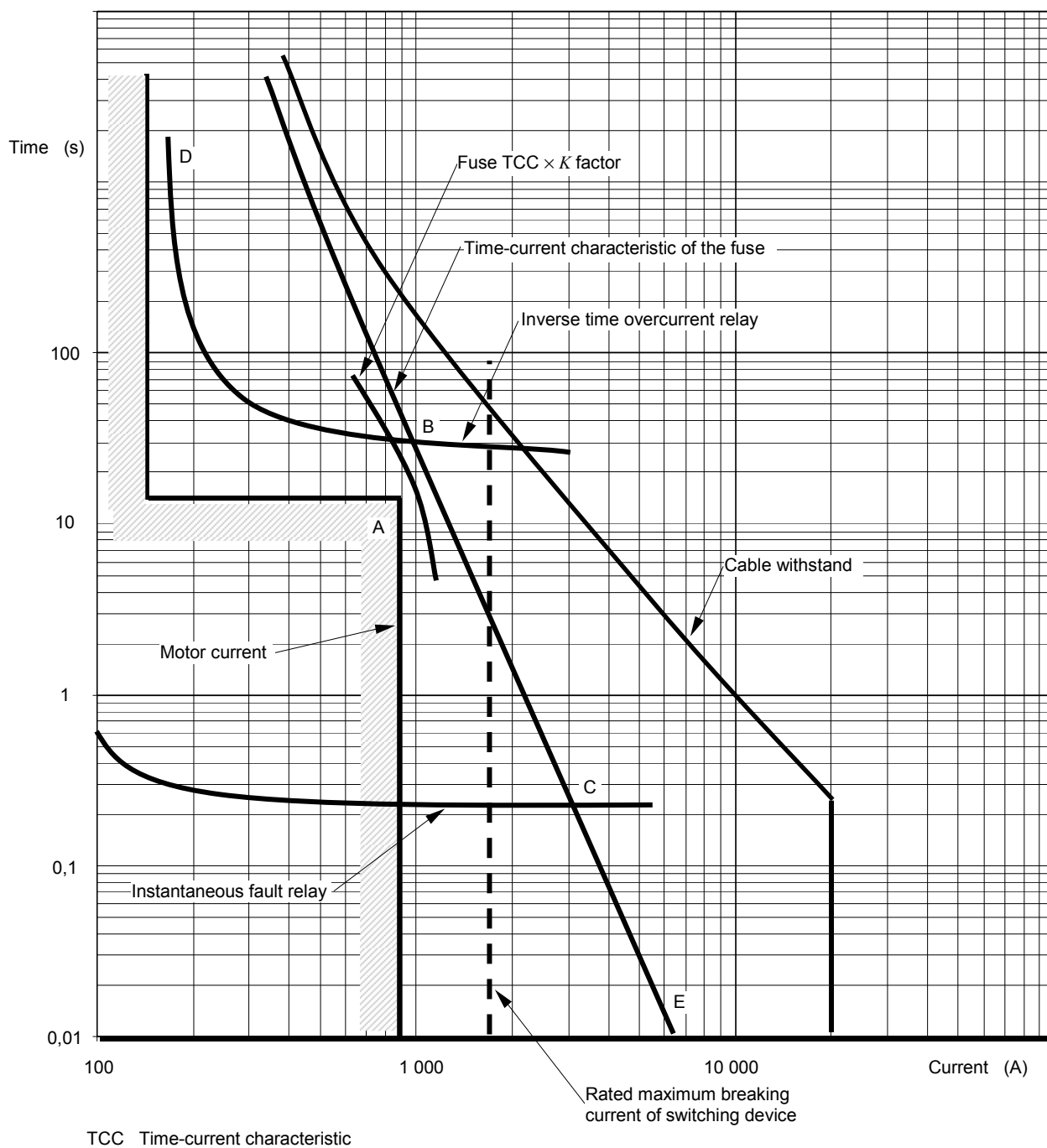
In particular, referring to Figure 3:

- a) the pre-arcing time-current characteristic of the fuse-link, when multiplied by the appropriate K factor, should lie to the right of the motor starting current at point A;

- b) the switching device should be capable of withstanding the conditions defined by the operating characteristic curves shown in Figure 3 and defined by the points D, B, C and E;
- c) the rated current of the fuse-link should be chosen such that when the fuse-link is mounted in its service position it is capable of carrying continuously the running current of the motor without overheating. This is of particular importance where assisted starting is used;
- d) the current corresponding to the point of intersection B of the curves of the fuse-link and the overcurrent relay should be less than the rated maximum breaking current of the switching device;
- e) the rated minimum breaking current of the fuse-link should not exceed the minimum take-over current (where the switching device takes over breaking duty from the fuse, point B);
- f) in the event of instantaneous protection being provided, the take-over point will move from B to C. Due regard should be paid to the possibility that the switching device might open at a current greater than its rated maximum breaking current;
- g) the cut-off current of the fuse-link at the maximum fault current of the system should not exceed the rated peak short-circuit withstand current (I_p) of the switching device;
- h) it is desirable that the rated minimum breaking current of the fuse-link should be as low as possible and preferably should be at least as low as the starting current of the motor (see also 9.3.3.5 of IEC 60282-1);
- i) as shown in Figure 3, the whole of the withstand curve of the cable should lie to the right of the operating characteristic DBCE. Where high ratings of fuse-link are necessary due to the nature of the motor starting duty (for example, long starting times and frequent starts), the section B, C and E moves to the right and may necessitate an appropriate increase of cable size.

NOTE In cases where the switching device can be tripped by operation of the fuse striker, reference should be made to IEC 60470[1]¹.

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.



IEC 1529/09

NOTE For simplicity, only mean characteristics are shown. In practice, manufacturing tolerances and the variations between the "cold" and "hot" characteristics of the various components of the circuit should be taken into account.

Figure 3 – Characteristics relating to the protection of a motor circuit

Bibliography

- [1] IEC 60470, *High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
1 Domaine d'application	17
2 Références normatives	17
3 Caractéristique temps-courant des éléments de remplacement	17
4 Facteur K	18
5 Exigences relatives à la tenue	18
6 Essais de tenue	18
6.1 Généralités	18
6.2 Séquence d'essais n° 1	19
6.3 Séquence d'essais n° 2	19
6.4 Interprétation des résultats d'essai	20
7 Renseignements à donner à l'utilisateur	21
8 Choix des éléments de remplacement utilisés sur des circuits comprenant des moteurs et coordination des caractéristiques des éléments de remplacement avec celles des autres composants du circuit	22
8.1 Choix des éléments de remplacement	22
8.2 Coordination avec les autres composants du circuit	22
Bibliographie	25
Figure 1 – Diagrammes des séquences d'essai	20
Figure 2 – Détermination du facteur K pour les éléments de remplacement du courant assigné intermédiaire d'une série homogène	21
Figure 3 – Courbes caractéristiques pour la protection d'un circuit de moteur	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATION RELATIVE AUX ÉLÉMENTS
DE REMPLACEMENT À HAUTE TENSION DESTINÉS
À DES CIRCUITS COMPRENANT DES MOTEURS**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60644 a été établie par le sous-comité 32A: Coupe-circuit à fusibles à haute tension, du comité d'études 32 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1979, dont elle constitue une révision technique.

Les changements majeurs par rapport à l'édition précédente sont les suivants:

- mise à jour des références normatives ;
- reprise des figures.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
32A/267/CDV	32A/270/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

SPÉCIFICATION RELATIVE AUX ÉLÉMENTS DE REMPLACEMENT À HAUTE TENSION DESTINÉS À DES CIRCUITS COMPRENANT DES MOTEURS

1 Domaine d'application

La présente norme s'applique principalement aux éléments de remplacement utilisés avec des moteurs à démarrage direct sur des réseaux en courant alternatif à 50 Hz et 60 Hz.

NOTE Lorsque les moteurs sont utilisés avec démarrage indirect, la présente spécification peut également être appliquée mais il convient de prêter attention au choix du courant assigné de l'élément de remplacement (voir 8.1) et de consulter le constructeur de l'élément de remplacement.

Les éléments de remplacement répondant à cette spécification sont destinés à supporter les conditions normales de service et les impulsions de démarrage de moteur. Il convient qu'ils soient conformes aux exigences de la CEI 60282-1.

Le but de la présente norme est de normaliser les caractéristiques temps-courant, d'établir des spécifications d'essais concernant la tenue aux impulsions et de donner des conseils pour le choix des éléments de remplacement destinés à être utilisés avec des moteurs.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60282-1 :2005, *Fusibles à haute tension – Partie 1: Fusibles limiteurs de courant*

3 Caractéristique temps-courant des éléments de remplacement

Comparés aux fusibles utilisés habituellement pour la protection des systèmes de distribution, il convient que les fusibles pour la protection des circuits comprenant des moteurs aient:

- un courant de fusion relativement élevé (intervention lente) dans la zone de 10 s de la caractéristique temps-courant de préarc pour obtenir la tenue maximale au courant de démarrage du moteur ;
- un courant de fusion relativement bas (intervention rapide) dans la zone au-dessous de 0,1 s pour obtenir la meilleure protection en cas de court-circuit des appareils de connexion associés, des câbles, des moteurs et de leurs boîtes de raccordement.

C'est pourquoi les caractéristiques temps-courant de préarc des éléments de remplacement utilisés dans des circuits comprenant des moteurs doivent se placer dans les limites suivantes:

$$I_{f10} / I_n \geq 3 \text{ pour } I_n \leq 100$$

$$I_{f10} / I_n \geq 4 \text{ pour } I_n > 100$$

$$I_{f0,1} / I_n \leq 20 (I_n / 100)^{0,25} \text{ pour toutes valeurs de courant assigné}$$

où

I_n est la valeur numérique du courant assigné, exprimé en ampères, des éléments de remplacement;

I_{f10} et $I_{f0,1}$ sont les valeurs numériques des courants de préarc, exprimés en ampères, correspondant respectivement à 10 s et à 0,1 s exprimés en valeur moyenne avec les tolérances spécifiées en 4.11 de la CEI 60282-1.

Le terme $(I_n/100)^{0,25}$ est introduit pour tenir compte du fait que, sur une gamme d'éléments de remplacement, les caractéristiques temps-courant de préarc sont divergentes au voisinage de la zone des temps courts.

4 Facteur K

Facteur définissant une caractéristique de surcharge à laquelle l'élément de remplacement peut être soumis de manière répétitive et sans détérioration, dans des conditions spécifiées de démarrage et pour d'autres surcharges de fonctionnement d'un moteur.

Pour l'application de cette spécification, la valeur de K est choisie à 10 s. Sauf spécification contraire du constructeur de l'élément de remplacement, elle est applicable de 5 s à 60 s pour une fréquence de démarrage n'excédant pas six par heure et pour deux démarrages consécutifs au plus. Pour des conditions différentes de celles spécifiées ci-dessus, par exemple lorsque les conditions de service impliquent la marche par à-coups, le freinage par inversion de phases ou des démarrages plus fréquents, il convient de consulter le constructeur.

La caractéristique de surcharge s'obtient en multipliant par K (inférieur à 1) le courant de la caractéristique de préarc.

5 Exigences relatives à la tenue

Le fonctionnement d'un élément de remplacement destiné à un circuit de moteur est en général déterminé par les critères suivants:

- supporter sans détérioration les impulsions de démarrage successives dues par exemple à des conditions anormales telles que celles se produisant au cours de la mise en service de l'équipement;
- supporter sans détérioration un grand nombre de démarrages de moteur dans les conditions normales de service.

C'est pourquoi cette norme spécifie deux séquences d'essais représentant ces conditions: 100 cycles correspondant aux conditions anormales de service; 2 000 cycles correspondant aux conditions normales de service. On estime qu'un élément de remplacement ayant satisfait à ces essais aura un bon comportement pendant une durée de vie suffisante.

6 Essais de tenue

6.1 Généralités

Les essais de tenue sont des essais de type. Les deux séquences d'essais sont effectuées sur le même élément de remplacement.

L'élément de remplacement doit être essayé dans les mêmes conditions d'essai que celles indiquées en 6.5.1.2 de la CEI 60282-1.

Les valeurs des courants d'essai doivent être $K I_{f10}$ pour représenter les impulsions de démarrage et $K I_{f10} / 6$ pour représenter les périodes de fonctionnement du moteur, I_{f10} étant le courant de préarc à 10 s. La tolérance sur les deux valeurs doit être $^{+10}_0$ %.

La durée de chaque impulsion doit être égale à 10 s. La tolérance sur les périodes de 10 s, tant impulsions que périodes d'arrêt, doit être de $\pm 0,5$ s.

Les essais doivent être effectués à une tension convenable quelconque et à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

6.2 Séquence d'essais n° 1

Cette séquence d'essais doit comprendre 100 cycles de 1 h comme suit:

- un courant $K I_{f10}$ pendant 10 s;
- une période sans courant de 10 s;
- un courant $K I_{f10}$ pendant 10 s;
- un courant $K I_{f10} / 6$ pendant 3 560 s;
- une période sans courant de 10 s.

6.3 Séquence d'essais n° 2

Cette séquence d'essais doit comprendre 2 000 cycles de 10 min comme suit:

- un courant $K I_{f10}$ pendant 10 s;
- un courant $K I_{f10} / 6$ pendant 290 s;
- une période sans courant de 300 s.

Une illustration des séquences d'essais n°1 et n°2 est donnée à la Figure 1.

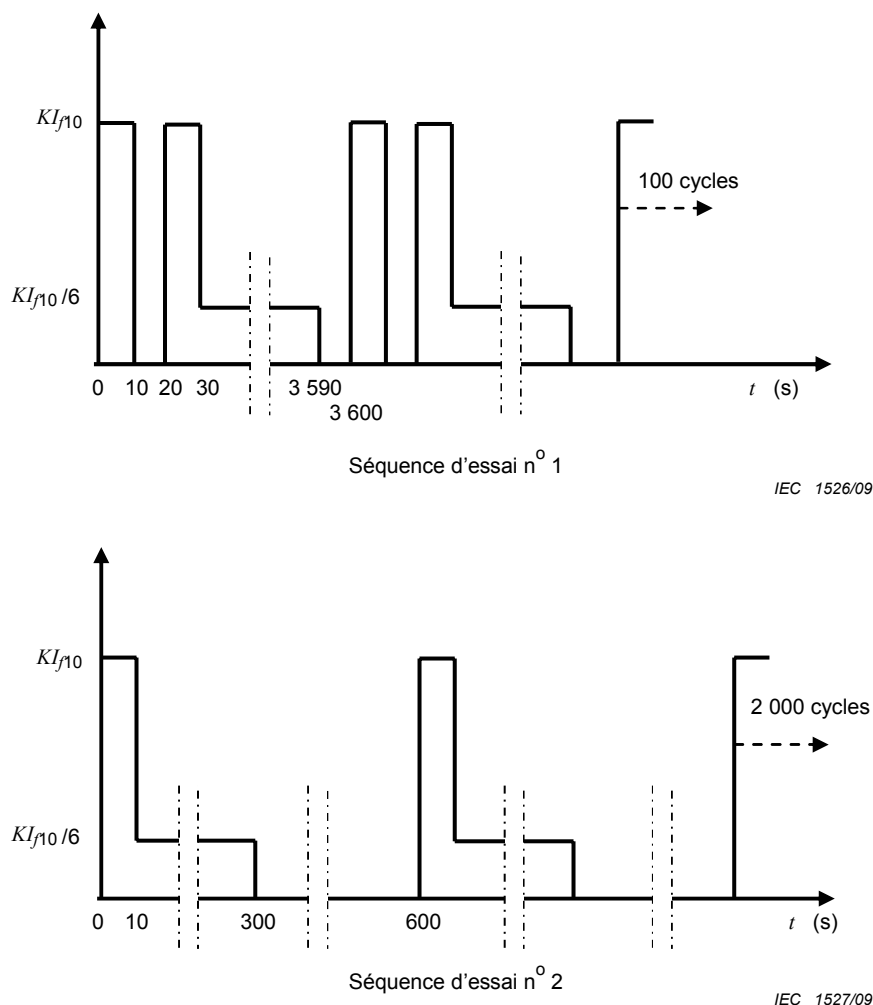


Figure 1 – Diagrammes des séquences d'essai

6.4 Interprétation des résultats d'essai

Après l'achèvement de chaque séquence d'essai, on doit laisser l'élément de remplacement se refroidir. Après refroidissement, il ne doit pas y avoir de modification importante de ses caractéristiques. Un contrôle n'est pas nécessaire avant l'achèvement des deux séquences d'essais. Des mesures destinées à montrer qu'il n'y a pas de différence importante entre les valeurs de la résistance de l'élément de remplacement avant et après l'essai donnent une indication sur le respect de cette exigence. En cas de doute, une méthode complémentaire consiste à soumettre l'élément de remplacement refroidi après l'essai au courant d'essai $K I_{f10}$ pendant une durée suffisante pour provoquer sa fusion. La durée de préarc doit rester dans les limites des tolérances de la caractéristique temps-courant de préarc, indiquées par le constructeur.

Si des éléments de remplacement font partie d'une série homogène telle que définie aux points d), e) et f) de 6.6.4.1 de la CEI 60282-1, seuls ceux ayant les courants assignés maximal et minimal sont essayés.

Si la même valeur de K est fixée pour les courants assignés maximal et minimal, il est admis que cette valeur puisse également s'appliquer à toutes les valeurs assignées intermédiaires de courant à l'intérieur de la série homogène. Si des valeurs différentes de K sont fixées pour

les courants assignés maximal et minimal, les facteurs K correspondant aux courants assignés intermédiaires peuvent être déterminés par interpolation linéaire; voir la Figure 2.

Si un constructeur fixe pour un courant assigné intermédiaire une valeur de K supérieure à celle résultant de l'interpolation, cette valeur fixée doit être vérifiée par des essais conformes aux exigences de l'Article 6.

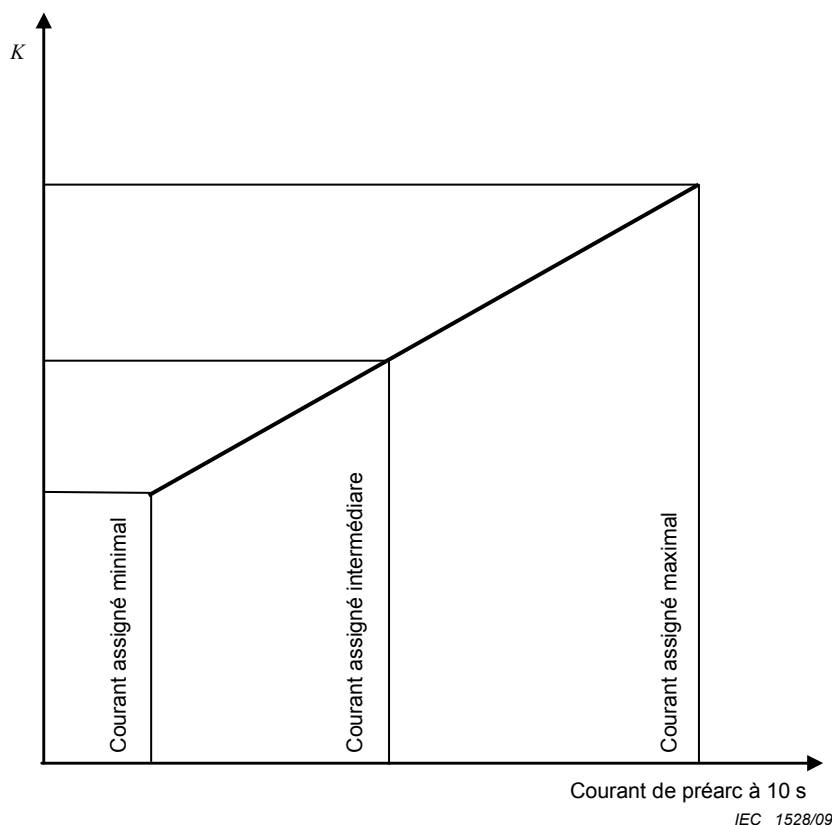


Figure 2 – Détermination du facteur K pour les éléments de remplacement du courant assigné intermédiaire d'une série homogène

7 Renseignements à donner à l'utilisateur

Bien qu'en principe tout élément de remplacement à haute tension puisse être utilisé pour protéger des circuits comprenant des moteurs, il y a des avantages à choisir un élément de remplacement conçu spécialement pour cette utilisation.

Pour les éléments de remplacement destinés à être utilisés pour la protection des circuits comprenant des moteurs, le constructeur doit fixer le facteur K qui indique à l'utilisateur jusqu'à quel degré l'élément de remplacement est capable de supporter sans détérioration des surcharges cycliques. Il doit préciser si le facteur K est rapporté à la caractéristique temps-courant de préarc minimale ou moyenne.

La caractéristique temps-courant de préarc de l'élément de remplacement avec les valeurs de courant multipliées par le facteur K définit ainsi une limite de la courbe de surcharge pour un nombre donné de démarrages de moteur par heure.

8 Choix des éléments de remplacement utilisés sur des circuits comprenant des moteurs et coordination des caractéristiques des éléments de remplacement avec celles des autres composants du circuit

8.1 Choix des éléments de remplacement

L'élément de remplacement est inséré dans le circuit comprenant le moteur qu'il est destiné à protéger. Certaines caractéristiques assignées de l'élément de remplacement (par exemple tension assignée et pouvoir de coupure assigné) dépendent donc du réseau et d'autres (par exemple le courant assigné) du moteur.

La capacité à supporter des conditions de démarrages successifs est un facteur important. Lors du choix d'un élément de remplacement pour son utilisation dans un circuit de moteur donné, il convient d'apporter une attention toute particulière au facteur K à appliquer à la caractéristique temps-courant de préarc de l'élément de remplacement pour tenir compte de ces conditions de démarrage.

Le concept usuel de courant assigné basé sur la capacité d'un élément de remplacement à supporter en permanence un courant donné sans dépasser un échauffement spécifié est généralement d'importance secondaire lorsque le moteur est à démarrage direct. L'élément de remplacement destiné à de telles utilisations est normalement choisi en faisant référence aux alinéas ci-dessus.

Cependant, lorsque les éléments de remplacement sont à l'intérieur d'un équipement destiné à des circuits comprenant des moteurs, il convient de vérifier que leur courant assigné est supérieur au courant de marche du moteur avec une marge suffisante pour tenir compte de l'influence de la température de l'air les environnant (voir Annexe F de la CEI 60282-1).

Lorsqu'on utilise le démarrage indirect et que les courants de démarrage sont réduits en conséquence, la méthode de choix ci-dessus est généralement applicable mais il peut être nécessaire de tenir compte des courants transitoires élevés qui, avec certaines méthodes de démarrage, circulent au cours du passage d'une connexion à la suivante. En outre, comme le démarrage indirect permet généralement d'utiliser des éléments de remplacement de plus faible courant assigné, l'échauffement dans les conditions de marche risque d'être un facteur déterminant.

8.2 Coordination avec les autres composants du circuit

La Figure 3 illustre une application caractéristique d'un circuit de moteur comprenant un moteur, un ou plusieurs relais (destinés à assurer une ou plusieurs des fonctions suivantes: protection à temps inverse contre les surintensités, protection instantanée contre les surintensités, protection instantanée contre un défaut à la terre), un contacteur ou un autre appareil mécanique de connexion, le câble et l'élément de remplacement lui-même.

Le moteur est choisi pour le service particulier qu'il doit remplir, les valeurs du courant à pleine charge et du courant de démarrage étant ainsi fixées. La durée et la fréquence des démarrages sont également fixées. La caractéristique du relais de surintensité à temps inverse associé est donc choisie pour assurer une protection thermique correcte du moteur. L'appareil de connexion est choisi en relation avec l'élément de remplacement pour être coordonné avec le moteur déjà choisi.

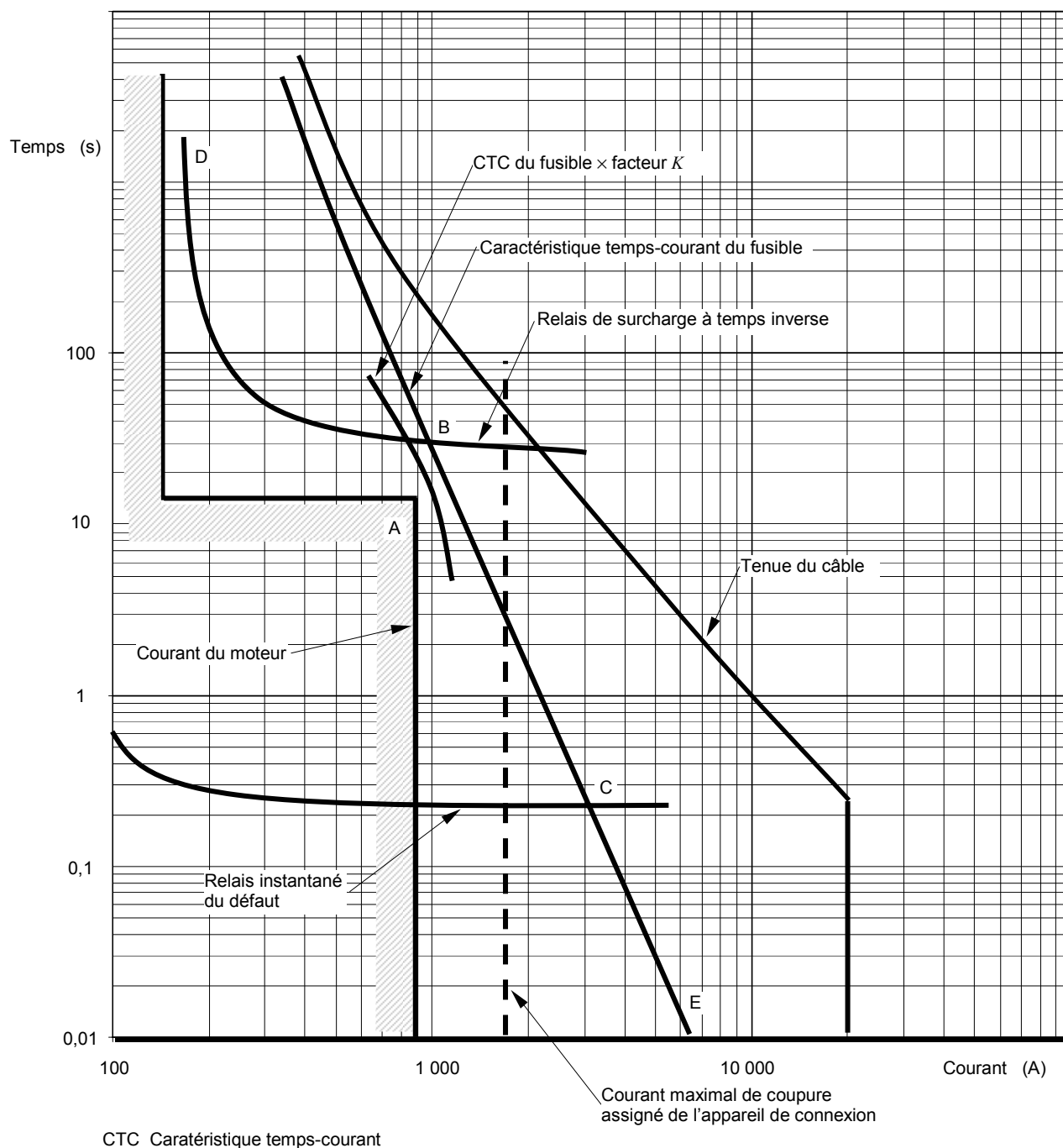
En particulier, en se référant à la Figure 3, il convient que:

- la caractéristique temps-courant de préarc de l'élément de remplacement après multiplication par le facteur K approprié se situe à la droite du courant de démarrage du moteur au point A;
- l'appareil mécanique de connexion puisse supporter les contraintes définies par les courbes caractéristiques de fonctionnement présentées à la Figure 3 et définies par les points D, B, C et E;

- c) le courant assigné de l'élément de remplacement soit choisi de façon qu'il puisse, monté dans sa position de service, supporter en permanence le courant de marche du moteur sans échauffement anormal. Cela est particulièrement important en cas de démarrage indirect;
- d) le courant correspondant au point d'intersection B des courbes temps-courant de l'élément de remplacement et du relais de surintensité soit inférieur au courant de coupure assigné maximum de l'appareil mécanique de connexion;
- e) le courant minimal de coupure assigné de l'élément de remplacement ne dépasse pas le courant minimal d'intersection (lorsque l'appareil mécanique de connexion prend le pas sur le service de coupure du fusible, point B);
- f) dans le cas où une protection instantanée est fournie, le point d'intersection se déplace de B à C. Une attention particulière sera donnée à la possibilité qu'aurait l'appareil de connexion de s'ouvrir sous un courant supérieur à son courant de coupure maximal assigné;
- g) le courant coupé limité de l'élément de remplacement pour la valeur maximale du courant de défaut ne dépasse pas le courant crête de tenue aux courts-circuits assigné (I_p) de l'appareil de connexion;
- h) le courant minimal de coupure assigné de l'élément de remplacement soit aussi faible que possible et de préférence au moins aussi faible que le courant de démarrage du moteur (voir aussi 9.3.3.5 de la CEI 60282-1);
- i) comme indiqué à la Figure 3, la totalité de la courbe de tenue du câble se trouve à la droite de la caractéristique de fonctionnement DBCE. Lorsque des courants assignés élevés d'éléments de remplacement sont nécessaires par suite de la nature du démarrage du moteur (par exemple longues durées de démarrage et démarrages fréquents), la portion B, C et E se déplace vers la droite et peut nécessiter une augmentation appropriée de la section du câble.

NOTE Dans le cas où l'appareil mécanique de connexion peut être déclenché par le fonctionnement du percuteur du fusible, il convient de faire référence à la CEI 60470[1]¹.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.



IEC 1529/09

NOTE Pour simplifier, seules les caractéristiques moyennes sont représentées. En pratique, il convient de prendre en considération, les tolérances de construction et les variations entre les caractéristiques à l'état froid et à l'état chaud des différents composants du circuit.

Figure 3 – Courbes caractéristiques pour la protection d'un circuit de moteur

Bibliographie

- [1] CEI 60470, *Contacteurs pour courant alternatif haute tension et démarreurs de moteurs à contacteurs*
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch