IEC 60287-3-2

Edition 2.0 2012-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electric cables – Calculation of the current rating – Part 3-2: Sections on operating conditions – Economic optimization of power cable size

Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 3-2: Sections concernant les conditions de fonctionnement – Optimisation économique des sections d'âme de câbles électriques de puissance

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-83220-151-0

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD ... 3
INTRODUCTION ... 5
1 Scope ... 8
2 Normative references ... 8
3 Symbols ... 8
4 Calculation of total costs ... 10
5 Determination of economic conductor sizes ... 13
5.1 First approach: economic current range for each conductor in a series of sizes ... 13
5.2 Second approach: economic conductor size for a given load ... 13
5.2.1 General equation ... 13
5.2.2 Linear cost function for cable costs ... 14
5.2.3 Effect of charging current and dielectric losses ... 15
Annex A (informative) Examples of calculation of economic conductor sizes ... 17
Annex B (informative) Mean conductor temperature and resistance ... 33
Bibliography ... 38

Figure A.1 – System layout ... 26
Figure A.2 – Economic current ranges ... 27
Figure A.3 – Variation of cost with conductor size ... 28

Table A.1 – Economic current ranges for cable sizes 25 mm^2 to 400 mm^2 ... 19
Table A.2 – Summary of costs ... 23
Table A.3 – Cable details ... 23
Table A.4 – Economic loading ... 24
Table A.5 – Current-carrying capacity criterion ... 24
Table A.6 – Economic loading, standard conductor size for all sections – Standard size: 150 mm2 ... 25
Table A.7 – Economic loading, standard conductor size for all sections – Standard size: 185 mm^2 ... 25
Table A.8 – Economic loading, standard conductor size for all sections – Standard size: 240 mm^2 ... 26
Table A.9 – Cable details ... 29
Table A.10 – Steady state current ratings ... 30
Table A.11 – Total costs ... 31
Table A.12 – Total cost versus anticipated operational life ... 31
Table A.13 – Losses versus anticipated operational life ... 32
Table B.1 – Required data for conductor sizes for the above example ... 34

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC CABLES – CALCULATION OF THE CURRENT RATING –

Part 3-2: Sections on operating conditions – Economic optimization of power cable size

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
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 60287-3-2 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1995 and its Amendment 1:1996. This edition consitutes a technical revision. This edition incorporates Amendment 2 which was not published separately due to the number of changes and pages.

The main changes with respect to the previous edition are as follows:

– update of the normative references;
– clarification of some symbols;
– correction of some formulae;
– introduction of a second example in Annex A for the calculation of the economic conductor size.

The text of this standard is based on the first edition, its amendment 1 and the following documents:

FDIS	Report on voting
20/1367/FDIS	20/1373/RVD

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.

A list of all parts in the IEC 60287 series can be found on the IEC website under the general title: *Calculation of the current rating.*

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

INTRODUCTION

0.1 General part

The procedure generally used for the selection of a cable size leads to the minimum admissible cross-sectional area, which also minimizes the initial investment cost of the cable. It does not take into account the cost of the losses that will occur during the life of the cable.

The increasing financial and environmental cost of energy, together with the energy losses which follow from conductors operating at high temperatures, requires that cable size selection be considered on wider grounds. Rather than minimizing the initial cost only, the sum of the initial cost and the cost of the losses over the anticipated operational life of the system should be minimized. For this latter condition, a larger size of conductor than would be chosen based on minimum initial cost will lead to a lower power loss for the same current. This, when considered over its anticipated operational life, will reduce the energy losses and the total cost of the system. Where thermal consideration dictates the use of the largest practical conductor size, the installation of a second parallel cable circuit can result in a reduction in the total cost over the life of the installation.

The formulae and examples given in this standard are arranged to facilitate the calculation of the economic conductor size after factors such as system voltage, cable route, cable configuration and sheath bonding arrangements have been decided. Although these factors are not considered in detail, they have an impact on both the installation and operating costs of a cable system. The effect of changing any of the above factors on the total cost over the anticipated operational life of the system can be determined using the principles set out in this standard.

Future costs of energy losses during the anticipated operational life of the cable can be calculated by making suitable estimates of load growth and cost of energy. The most economical size of conductor is achieved when the sum of the future costs of energy losses and the initial cost of purchase and installation are minimized.

The saving in overall cost, when a conductor size larger than that determined by thermal constraints is chosen, is due to the considerable reduction in the cost of the joule losses compared with the increase in cost of purchase. For the values of the financial and electrical parameters used in this standard, which are not exceptional, the saving in the combined cost of purchase and operation is of the order of 50 % (see A.2.5). Calculations for much shorter financial periods can show a similar pattern.

A further important feature, which is demonstrated by examples, is that the savings possible are not critically dependent on the conductor size when it is in the region of the economic value, see Figure A.3. This has two implications:

a) the impact of errors on financial data, particularly those which determine future costs, is small. While it is advantageous to seek data having the best practicable accuracy, considerable savings can be achieved using data based on reasonable estimates;

b) other considerations with regard to the choice of conductor size which feature in the overall economics of an installation, such as fault currents, voltage drop and size rationalization, can all be given appropriate emphasis, without losing too many of the benefits arising from the choice of an economic size.

The formulae given in this standard are written for a.c. systems but they are equally applicable to d.c. systems. Clearly, for d.c. systems, the d.c. resistance is used in place of the a.c. resistance and the sheath and armour loss factors are set to zero.

0.2 Economic aspects

In order to combine the purchase and installation costs with costs of energy losses arising during the anticipated operational life of a cable, it is necessary to express them in comparable economic values, that is values which relate to the same point in time. It is convenient to use the date of purchase of the installation as this point and to refer to it as the "present". The "future" costs of the energy losses are then converted to their equivalent "present values". This is done by the process of discounting, the discounting rate being linked to the cost of borrowing money.

In the procedure given here, inflation has been omitted on the grounds that it will affect both the cost of borrowing money and the cost of energy. If these items are considered over the same period of time and the effect of inflation is approximately the same for both, the choice of an economic conductor size can be made satisfactorily without introducing the added complication of inflation.

To calculate the present value of the costs of the losses it is necessary to choose appropriate values for the future development of the load, annual increases in kWh price and annual discounting rates over the anticipated operational life of the cable, which could be 25 years or more. It is not possible to give guidance on these aspects in this standard because they are dependent on the conditions and financial constraints of individual installations. Only the appropriate formulae are given: it is the responsibility of the designer and the user to agree on the economic factors to be used.

The formulae proposed in this standard are straightforward, but in their application due regard should be taken of the assumption that the financial parameters are assumed to remain unchanged during the anticipated operational life of the cable. Nevertheless, the above comments on the effect of the accuracy of these parameters is also relevant here.

There are two approaches to the calculation of the economic size, based on the same financial concepts. The first, where a series of conductor sizes is being considered, is to calculate a range of economic currents for each of the conductor sizes envisaged for particular installation conditions and then to select that size whose economic range contains the required value of the load. This approach is appropriate where several similar installations are under consideration. The second method, which may be more suitable where only one installation is involved, is to calculate the optimum cross-sectional area for the required load and then to select the closest standard conductor size.

0.3 Other criteria

Other criteria, for example short-circuit current and its duration, voltage drop and cable size rationalization, should also be considered. However, a cable chosen to have an economical size of conductor may well be satisfactory also from these other points of view, so that when sizing a cable, the following sequence may be advantageous:

a) calculate the economic cross-sectional area;

b) check by the methods given in IEC 60287-1-1, in IEC 60287-2-1 and in the IEC 60853 series that the size indicated by a) is adequate to carry the maximum load expected to occur at the end of the economic period without its conductor temperature exceeding the maximum permitted value;

c) check that the size of cable selected can safely withstand the prospective short-circuit and earth fault currents for the corresponding durations;

d) check that the voltage drop at the end of the cable remains within acceptable limits;

e) check against other criteria appropriate to the installation.

To complete the field of economic selection, proper weight should be given to the consequences of interruption of supply. It may be necessary to use a larger cross-section of

conductor than the normal load conditions require and/or the economic choice would suggest, or to adapt the network accordingly.

A further cost component may be recognized in the financial consequence of making a faulty decision weighted by its probability. However, in doing so one enters the field of decision theory which is outside the scope of this standard.

Thus, economic cable sizing is only a part of the total economic consideration of a system and may give way to other important economic factors.

0.4 Environmental impact

When determining optimum size for a given circuit, consideration should also be given to environmental impact. Based on the projected life of a circuit, the environmental impact of operational losses may well outweigh all other impacts in the life cycle and may justify a larger conductor size than that determined by economic factors alone. Further guidance can be found in IEC/TR 62125.

ELECTRIC CABLES – CALCULATION OF THE CURRENT RATING –

Part 3-2: Sections on operating conditions – Economic optimization of power cable size

1 Scope

This part of IEC 60287 sets out a method for the selection of a cable size taking into account the initial investments and the future costs of energy losses during the anticipated operational life of the cable.

Matters such as maintenance, energy losses in forced cooling systems and time of day energy costs have not been included in this standard.

Two examples of the application of the method to hypothetical supply systems are given in Annex A.

2 Normative references

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

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60287-1-1, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General*

IEC 60287-2-1, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 2-1: Thermal resistance – Calculation of thermal resistance*

IEC 60853 (all parts), *Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 41
INTRODUCTION 43
1 Domaine d'application 46
2 Références normatives 46
3 Symboles 46
4 Calcul des coûts totaux 48
5 Détermination des sections économiques de l'âme 51
5.1 Première méthode: fourchette d'intensité de courant économique pour chaque âme d'une série de sections d'âmes 51
5.2 Deuxième méthode: section économique de l'âme pour une charge donnée 52
5.2.1 Equation générale 52
5.2.2 Fonction linéaire du coût pour les coûts de câbles 53
5.2.3 Effet du courant de charge et des pertes diélectriques 53
Annexe A (informative) Exemples de calculs de sections économiques de l'âme 56
Annexe B (informative) Estimation de la température moyenne et de la résistance des âmes 72
Bibliographie 77

Figure A.1 – Disposition de la liaison 65
Figure A.2 – Fourchettes de courant économique 66
Figure A.3 – Variation du coût en fonction de la section d'âme 67

Tableau A.1 – Fourchettes d'intensités de courant économiques pour les sections d'âmes de 25 mm^2 à 400 mm^2 58
Tableau A.2 – Résumé des coûts 62
Tableau A.3 – Renseignements sur les câbles 63
Tableau A.4 – Intensité de courant économique 63
Tableau A.5 – Critère de capacité de transport 64
Tableau A.6 – Intensité de courant économique, section d'âme normalisée pour tous les tronçons – Section normalisée: 150 mm^2 64
Tableau A.7 – Intensité de courant économique, section d'âme normalisée pour tous les tronçons – Section normalisée: 185 mm^2 65
Tableau A.8 – Intensité de courant économique, section d'âme normalisée pour tous les tronçons – Section normalisée: 240 mm^2 65
Tableau A.9 – Caractéristiques du câble 68
Tableau A.10 – Intensités admissibles en régime permanent 69
Tableau A.11 – Coûts totaux 70
Tableau A.12 – Coût total en fonction de la durée de service attendue 70
Tableau A.13 – Pertes en fonction de la durée de service attendue 71
Table B.1 – Données nécessaires pour les trois sections d'âmes pour l'exemple ci-dessous 73

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

CÂBLES ÉLECTRIQUES – CALCUL DU COURANT ADMISSIBLE –

Partie 3-2: Sections concernant les conditions de fonctionnement – Optimisation économique des sections d'âme de câbles électriques de puissance

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60287-3-2 a été établie par le comité technique 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition, publiée en 1995 et son Amendement 1:1996. Cette édition constitue une révision technique. Cette édition inclut l'Amendement 2 qui n'a pas été publié séparément du fait du nombre de changements et de pages.

Par rapport à l'édition précédente, les changements majeurs sont les suivants:

– mise à jour des références normatives;

– clarification des symboles;
– corrections de certaines formules;
– introduction d'un second exemple dans l'Annexe A pour le calcul de la taille économique du conducteur.

Le texte de cette norme est basé sur la première édition, son Amendement 1 et sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/1367/FDIS	20/1373/RVD

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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60287, présentées sous le titre général *Câbles électriques – Calcul du courant admissible* , peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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.

INTRODUCTION

0.1 Aspects généraux

La procédure généralement utilisée pour le choix d'une section d'âme de câble conduit à retenir la section minimale admissible, ce qui diminue également le coût d'investissement initial du câble. Elle ne tient pas compte du coût des pertes intervenant pendant la durée de vie du câble.

Le coût croissant de l'énergie au plan financier et environnemental, tout comme les pertes d'énergie résultant de températures de fonctionnement sur âme élevées, impose d'effectuer le choix des sections de câble en fonction de critères plus larges. Plutôt que de minimiser le seul coût initial, il convient de minimiser la somme du coût initial et du coût des pertes sur la durée de service attendue. Concernant cette dernière condition, le choix d'une section de l'âme plus forte que celle déterminée pour obtenir un coût initial minimal conduit à des pertes plus faibles pour le même courant. Cela conduit à une réduction des pertes d'énergie, sur la durée de service attendue, et du coût total du système. Lorsque des considérations thermiques imposent l'utilisation de la section d'âme maximale possible, l'installation d'un deuxième circuit d'âme, en parallèle, peut se traduire par une réduction du coût total sur la durée de vie de l'installation.

Les formules et les exemples donnés dans cette norme sont conçues pour faciliter le calcul de la section d'âme économique lorsque les facteurs tels que la tension du système, le tracé de l'installation, le type de pose et le mode de mise à la terre des écrans ont été déterminés. Bien que ces facteurs ne soient pas considérés en détail, ils ont un impact à la fois sur les coûts d'installation et sur les coûts d'exploitation d'un système de câble. L'influence du changement de l'un quelconque de ces facteurs sur le coût total déterminé sur la durée de service attendue peut être déterminée à l'aide des principes exposés dans cette norme.

On peut calculer les coûts futurs des pertes d'énergie pendant la durée de service attendue d'un câble en évaluant de façon adéquate l'accroissement de la charge et le coût de l'énergie. La section d'âme la plus économique est obtenue en minimisant la somme des coûts futurs des pertes d'énergie et du coût initial d'achat et d'installation.

Lorsque l'on choisit une section d'âme de câble plus forte que celle déterminée par les contraintes thermiques, l'économie sur le coût global est due à une réduction considérable du coût des pertes par effet joule comparées à l'augmentation du coût d'achat. Pour les valeurs des paramètres financiers et électriques utilisées dans la présente norme et qui ne sont pas exceptionnelles, l'économie sur le coût total d'achat et d'exploitation est de l'ordre de 50 % (voir A.2.5). Les calculs effectués sur des périodes financières beaucoup plus courtes peuvent conduire à un résultat analogue.

Un point également important, et qui est démontré par des exemples, réside dans le fait que les économies possibles ne dépendent pas de façon critique de la section d'âme lorsqu'elle se situe dans la zone des valeurs économiques, voir la Figure A.3. Cela entraîne deux implications:

a) l'impact des erreurs sur les données financières, particulièrement celles qui déterminent les coûts futurs, est faible. Alors qu'il est avantageux de rechercher des données aussi précises que possible, on peut réaliser des économies considérables en utilisant des données basées sur des estimations raisonnables;

b) il est possible, sans perdre une trop grande partie des bénéfices réalisés en choisissant une section d'âme économique, d'accorder l'importance qui convient à d'autres considérations sur le choix des sections d'âme qui entrent dans le coût global d'une installation, telles que les courants de défaut, les chutes de tension et les sections d'âme normalisées.

Les formules données dans cette norme sont relatives à des systèmes à courant alternatif mais elles sont également applicables aux systèmes à courant continu. Evidemment, pour les

systèmes à courant continu, la résistance en courant continu est utilisée à la place de la résistance en alternatif et les facteurs de pertes dans les gaines et les armures sont nuls.

0.2 Aspects économiques

Pour ajouter les coûts d'achat et d'installation au coût des pertes d'énergie intervenant pendant la durée de service attendue du câble, il est nécessaire de les exprimer en termes de valeurs économiques comparables, c'est-à-dire des valeurs qui se rapportent à une même époque dans le temps. Il est pratique d'utiliser la date d'achat de l'installation comme point de référence et de s'y référer comme le «présent». Les coûts «futurs» des pertes d'énergie sont ensuite convertis en leurs «valeurs actuelles» équivalentes. On utilise pour cela le processus d'actualisation, le taux d'actualisation étant lié au coût des emprunts.

Dans la procédure donnée ici, il a été fait abstraction de l'inflation car elle a une influence à la fois sur le coût des emprunts et sur le coût de l'énergie. Si ces paramètres sont considérés sur une même durée et que les effets de l'inflation sont approximativement les mêmes pour les deux, le choix d'une section d'âme économique peut être fait de façon satisfaisante sans y ajouter la complication de l'inflation.

Pour calculer la valeur actualisée des coûts des pertes, il est nécessaire de choisir des valeurs appropriées pour l'accroissement futur de la charge, les augmentations annuelles du prix du kWh et les taux annuels d'actualisation pendant la durée de service attendue du câble, qui peut être de 25 ans ou plus. Cette norme ne peut pas donner d'indications sur ces aspects, ceux-ci étant liés aux conditions et aux contraintes financières des installations particulières. On se contente de donner ici des formules appropriées; le choix des facteurs économiques incombe au concepteur et à l'utilisateur.

Les formules proposées dans cette norme sont simples, mais lors de leur application, il convient de ne pas oublier qu'elles sont basées sur l'hypothèse d'une stabilité des paramètres financiers sur toute la durée de service attendue du câble. Les observations précédentes sur les effets de la précision de ces paramètres sont néanmoins également valables ici.

Il y a deux façons d'aborder le calcul de la section économique qui s'appuient sur les mêmes concepts financiers. La première, fondée sur la considération d'une série de sections d'âme, consiste à calculer une fourchette de courants économiques pour chacune des sections envisagées pour des conditions d'installation particulières et, ensuite, à choisir la section dont la fourchette économique répond à la valeur requise de la charge. Cette méthode est applicable dans le cas de plusieurs installations similaires. La seconde méthode, qui peut s'avérer meilleure quand il s'agit d'une seule installation, consiste à calculer la section optimale pour la charge requise et à choisir ensuite la section d'âme normalisée la plus proche.

0.3 Autres critères

Il convient, également, de considérer d'autres critères, tels que les courants de court-circuit et leur durée, les chutes de tension et la gamme des sections d'âme normalisées. Cependant, un câble choisi du fait de sa section d'âme économique peut être également satisfaisant sur ces divers points, de sorte que, lors du dimensionnement d'un câble, il peut être utile de suivre la séquence suivante:

a) calculer la section d'âme économique;

b) vérifier, en utilisant les méthodes données dans la CEI 60287-1-1, dans la CEI 60287-2-1 et dans la série CEI 60853, que la section déterminée en a) est suffisante pour transporter la charge maximale prévue à la fin de la période économique, sans que la température de l'âme dépasse la valeur maximale admissible;

c) vérifier que la section de câble choisie peut supporter en toute sécurité les courants de court-circuit prévus et les courants de défaut à la terre pendant les durées correspondantes;

d) vérifier que la chute de tension à l'extrémité du câble reste dans des limites acceptables;

e) vérifier que la section de câble satisfait bien aux autres critères propres à l'installation.

Pour compléter le domaine du choix économique, il convient d'accorder une importance suffisante aux conséquences des interruptions d'alimentation. Il peut s'avérer nécessaire d'utiliser une section d'âme plus forte que ne l'exigent les conditions de charge normales et/ou le choix économique, ou d'adapter le réseau en conséquence

Les conséquences financières entraînées par des décisions erronées, pondérées par un facteur de probabilité, peuvent également entrer dans les composantes du coût. Cependant, cela conduit à pénétrer dans le domaine de la théorie de la décision, qui ne fait pas l'objet de cette norme.

Ainsi, le dimensionnement économique d'un câble ne représente qu'un des aspects économiques de la liaison dans son ensemble et peut céder le pas à d'autres facteurs économiques prépondérants.

0.4 Impact environnemental

Il convient que l'impact environnemental soit aussi pris en compte dans la détermination de la section optimale pour un circuit donné. Basée sur la durée de vie attendue, l'impact environnemental des pertes en exploitation peut être prédominant par rapport aux autres impacts sur le cycle de vie et cela peut justifier le choix d'une section d'âme supérieure à celle déterminée à partir des seuls facteurs économiques. Des règles complémentaires peuvent être trouvées dans la CEI/TR 62125.

CÂBLES ÉLECTRIQUES – CALCUL DU COURANT ADMISSIBLE –

Partie 3-2: Sections concernant les conditions de fonctionnement – Optimisation économique des sections d'âme de câbles électriques de puissance

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60287 traite du choix économique de la section d'un câble prenant en compte les coûts des investissements initiaux et les coûts futurs des pertes d'énergie pendant la durée de service attendue du câble.

Les questions telles que la maintenance, les pertes d'énergie dans les systèmes à refroidissement forcé et les coûts horaires de l'énergie ne sont pas traitées dans cette norme.

Deux exemples d'application de la méthode à des systèmes d'alimentation théoriques sont donnés à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60228, *Ames des câbles isolés*

CEI 60287-1-1, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités*

CEI 60287-2-1, *Câbles électriques – Calcul du courant admissible – Partie 2-1: Résistance thermique – Calcul de la résistance thermique*

CEI 60853 (toutes les parties), *Calcul des capacités de transport des câbles pour les régimes de charge cycliques et de surcharge de secours*