



IEC 60228

Edition 3.0 2004-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Conductors of insulated cables

Ames des câbles isolés

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Terms and definitions	6
3 Classification	6
4 Materials	7
4.1 Introduction	7
4.2 Solid aluminium conductors	7
4.3 Circular and shaped stranded aluminium conductors	7
5 Solid conductors and stranded conductors.	7
5.1 Solid conductors (class 1).....	7
5.1.1 Construction	7
5.1.2 Resistance.....	8
5.2 Stranded circular non-compacted conductors (class 2).....	8
5.2.1 Construction	8
5.2.2 Resistance.....	8
5.3 Stranded compacted circular conductors and stranded shaped conductors (class 2)	8
5.3.1 Construction	8
5.3.2 Resistance.....	8
6 Flexible conductors (classes 5 and 6).	8
6.1 Construction	8
6.2 Resistance	9
7 Check of compliance with Clauses 5 and 6.....	9
Annex A (normative) Measurement of resistance	13
Annex B (informative) Exact formulae for the temperature correction factors.....	15
Annex C (informative) Guide to the dimensional limits of circular conductors	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CONDUCTORS OF INSULATED CABLES

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 60228 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This third edition cancels and replaces the IEC 60228 (1978), its Amendment 1 (1993) and its first supplement, IEC 60228A (1982).

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

- a) the consolidation of material from IEC 60228A;
- b) addition of a definition for nominal cross-sectional area;
- c) an increase in the range of conductor sizes in Tables 1 and 2;
- d) addition of a note that solid aluminum alloy conductors, having the same dimensions as aluminum conductors, will have a higher resistance;
- e) strengthening of the recommendations for dimensional limits of compacted stranded copper conductors.

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

FDIS	Report on voting
20/718/FDIS	20/737/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.

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.

Conductors described in IEC 60228 are specified in metric sizes. Canada at present uses conductor sizes and characteristics according to the American Wire Gauge (AWG) system and kcmil for larger sizes as shown below. The use of these sizes is currently prescribed uniformly across Canada for installations by sub-national regulations. IEC TC 20 cable product standards do not prescribe cables with AWG/kcmil conductors.

AWG				kcmil			
Conductor size	Nominal cross-sectional area mm ²	Conductor size	Nominal cross-sectional area mm ²	Conductor size	Nominal cross-sectional area mm ²	Conductor size	Nominal cross-sectional area mm ²
-	-	-	-	250	127	750	380
-	-	-	-	300	152	800	405
20	0,519	4	21,2	350	177	900	456
18	0,823	3	26,7	400	203	1000	507
16	1,31	2	33,6	450	228	1200	608
14	2,08	1	42,4	500	253	1250	633
12	3,31	1/0	53,5	550	279	1500	760
10	5,26	2/0	67,4	600	304	1750	887
8	8,37	3/0	85,0	650	329	2000	1010
6	13,3	4/0	107	700	355	-	-

INTRODUCTION

IEC 60228 is intended as a fundamental reference standard for IEC Technical Committees and National Committees in drafting standards for electric cables, and to the National Committees in drafting specifications for use in their own countries. These committees should select from the tables of this general standard the conductors appropriate to the particular applications with which they are concerned and either include the applicable details in their cable specifications or make appropriate references to this standard.

In preparing this edition the main objects have been to incorporate IEC 60228A into it and maintain a simplified yet informative standard so far as is compatible with technical and economic considerations.

CONDUCTORS OF INSULATED CABLES

1 Scope

This International Standard specifies the nominal cross-sectional areas, in the range 0,5 mm² to 2 500 mm², for conductors in electric power cables and cords of a wide range of types. Requirements for numbers and sizes of wires and resistance values are also included. These conductors include solid and stranded copper, aluminium and aluminium alloy conductors in cables for fixed installations and flexible copper conductors.

The standard does not apply to conductors for telecommunication purposes.

The applicability of this standard to a particular type of cable is as specified in the standard for the type of cable.

Unless indicated to the contrary in a particular clause, this standard relates to the conductors in the finished cable and not to the conductor as made or supplied for inclusion into a cable.

Informative annexes are included giving supplementary information covering temperature correction factors for resistance measurement (Annex B) and dimensional limits of circular conductors (Annex C).

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Termes et définitions	24
3 Classification	24
4 Matériaux	25
4.1 Introduction	25
4.2 Âmes massives en aluminium.....	25
4.3 Âmes câblées circulaires et sectorales en aluminium.	25
5 Âmes massives et câblées	25
5.1 Âmes massives (classe 1)	25
5.1.1 Construction	25
5.1.2 Résistance	26
5.2 Âmes câblées de section circulaire, non rétreintes (classe 2)	26
5.2.1 Construction	26
5.2.2 Résistance	26
5.3 Âmes câblées rétreintes de section circulaire et âmes sectorales câblées (classe 2)	26
5.3.1 Construction	26
5.3.2 Résistance	26
6 Âmes souples (classes 5 et 6)	26
6.1 Construction	26
6.2 Résistance	27
7 Contrôle de la conformité aux Articles 5 et 6.....	27
Annexe A (normative) Mesure de la résistance	31
Annexe B (informative) Formules exactes pour les facteurs de correction de température	33
Annexe C (informative) Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires.....	34

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÂMES DES CÂBLES ISOLÉS

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 60228 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette troisième édition annule et remplace la CEI 60228 (1978), son amendement 1 (1993) et son premier complément, la CEI 60228A (1982).

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

- a) l'incorporation des éléments contenus dans la CEI 60228A;
- b) l'ajout d'une définition de la section nominale;
- c) une extension de la gamme des sections d'âmes dans les Tableaux 1 et 2;
- d) l'introduction d'une note précisant que les âmes massives en alliage d'aluminium ayant les mêmes dimensions que les âmes en aluminium auront une résistance plus élevée;
- e) un renforcement des recommandations concernant les limites dimensionnelles des âmes câblées rétreintes en cuivre.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/718/FDIS	20/737/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 conformément aux Directives ISO/IEC, 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.

Les dimensions des âmes, décrites dans la CEI 60228, sont spécifiées dans le système métrique. Actuellement, le Canada utilise pour les dimensions et les caractéristiques des âmes le système américain AWG (Âmerican Wire Gauge) et kcmil pour les dimensions plus grandes, comme décrit ci-dessous. L'utilisation de ces dimensions est couramment prescrite par les réglementations des provinces pour les installations électriques à travers tout le Canada. Les normes de produit du TC 20 de la CEI ne prescrivent pas de câbles avec des âmes AWG/kcmil.

AWG				kcmil			
Dimension de l'âme	Section nominale mm ²	Dimension de l'âme	Section nominale mm ²	Dimension de l'âme	Section nominale mm ²	Dimension de l'âme	Section nominale mm ²
-	-	-	-	250	127	750	380
-	-	-	-	300	152	800	405
20	0,519	4	21,2	350	177	900	456
18	0,823	3	26,7	400	203	1000	507
16	1,31	2	33,6	450	228	1200	608
14	2,08	1	42,4	500	253	1250	633
12	3,31	1/0	53,5	550	279	1500	760
10	5,26	2/0	67,4	600	304	1750	887
8	8,37	3/0	85,0	650	329	2000	1010
6	13,3	4/0	107	700	355	-	-

INTRODUCTION

La CEI 60228 est destinée à servir de norme de référence de base aux Comités d'Etudes de la CEI et aux Comités Nationaux pour l'établissement des normes des câbles électriques ainsi qu'aux Comités Nationaux pour l'établissement des spécifications à utiliser dans leur propre pays. Ces Comités devront choisir, dans les tableaux de cette norme générale, les âmes qui conviennent aux utilisations particulières envisagées et, soit inclure les détails applicables dans leurs spécifications de câbles, soit faire référence à cette norme.

Les objectifs principaux, dans la préparation de cette édition, ont été d'intégrer la CEI 60228A et de conserver une norme simple, mais néanmoins instructive, dans la mesure où cela restait compatible avec les considérations techniques et économiques.

ÂMES DES Câbles Isolés

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les sections nominales, dans la plage de 0,5 mm² à 2 500 mm², des âmes des conducteurs et des câbles électriques de puissance, dans une large gamme de spécifications. Des exigences sur le nombre et le diamètre des brins et les valeurs de résistance sont également incluses. Les âmes concernées sont les âmes massives et câblées, en cuivre, en aluminium et en alliage d'aluminium, destinées aux câbles pour installations fixes et les âmes en cuivre pour conducteurs souples.

Cette norme ne s'applique pas aux conducteurs de télécommunication.

L'applicabilité de cette norme à un type de câble particulier est précisée dans la norme relative à ce type de câble.

Sauf indication contraire dans un article particulier, cette norme porte sur les âmes des câbles terminés, et non sur les âmes seules ou fournies pour la fabrication d'un câble.

Des annexes informatives sont incluses, donnant des informations complémentaires sur les facteurs de correction de température à utiliser dans les mesures de résistance (Annexe B) et les limites dimensionnelles des âmes circulaires (Annexe C).