

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
228**

1978

AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1

1993-01

---

---

Amendement 1

**Armes des câbles isolés**

Amendment 1

**Conductors of insulated cables**

© CEI 1993 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**D**

*Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue*

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le Sous-Comité 20A: Câbles de haute tension, du Comité d'Etudes n° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
20A(BC)145	20A(BC)153

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

Page 6

### Introduction

*Remplacer le 8e alinéa par le texte suivant:*

Les mêmes valeurs de résistance sont prévues pour les âmes nues en aluminium et pour les âmes en alliage d'aluminium. Pour obtenir cette normalisation de résistance, il peut y avoir une variation dans les dimensions des fils utilisés pour la même section nominale, suivant le matériau particulier utilisé.

Page 10

### 3 Matière

*Remplacer le texte de cet article par le suivant:*

Les âmes peuvent être:

- en cuivre recuit, nu ou revêtu d'une couche métallique, ou
- en aluminium ou en alliage d'aluminium nu,

selon ce qui est spécifié pour les différents types d'âme à l'article 4.

L'expression «revêtu d'une couche métallique» signifie plaqué d'une couche mince de métal approprié, tel que l'étain, l'alliage d'étain ou l'alliage de plomb.

## FOREWORD

This amendment has been prepared by Sub-Committee 20A: High-voltage cables, of IEC Technical Committee 20: Electric cables.

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

DIS	Report on Voting
20A(CO)145	20A(CO)153

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

Page 7

**Introduction**

*Replace the 8th paragraph by the following text:*

The same resistance values are specified for plain aluminium conductors and for aluminium alloy conductors. To achieve this standardization of resistance, there may be a variation in wire sizes used for the same nominal cross-sectional areas according to the particular material used.

Page 11

**3 Materials**

*Replace the text of this clause by the following:*

The conductors may consist of:

- plain or metal-coated annealed copper, or
- plain aluminium or aluminium alloy

as specified for the different types of conductor in clause 4.

The term "metal-coated" means coated with a thin layer of suitable metal, such as tin, tin alloy or lead alloy.

## 4.1.1

*Remplacer le texte de ce paragraphe par le suivant:*

Les âmes doivent être:

- en cuivre recuit, nu ou revêtu d'une couche métallique, ou
- en aluminium ou en alliage d'aluminium nu.

## 4.1.2

*La correction ne concerne que le texte anglais.*

Page 12

## 4.2.1

*Remplacer le premier alinéa de ce paragraphe par le suivant:*

Les âmes doivent être:

- en cuivre recuit, nu ou revêtu d'une couche métallique, ou
- en aluminium ou en alliage d'aluminium nu.

*Le deuxième alinéa reste inchangé.*

Page 14

## **6 Contrôle de la conformité aux articles 4 et 5**

*Supprimer à la première et à la deuxième ligne de la page 16, le texte suivant:*

Nu ou revêtu d'une couche métallique, plaqué de métal ou plaqué de métal revêtu d'une couche métallique.

Page 16

Tableau I

*Remplacer le titre de la colonne 4 par:*

Ames circulaires ou sectoriales, en aluminium

Page 18

Tableau II

*Remplacer le titre de la colonne 10 par:*

Ames en aluminium

## 4.1.1

*Replace the text of this sub-clause by the following:*

Conductors shall consist of:

- plain or metal-coated annealed copper, or
- plain aluminium or aluminium alloy.

## 4.1.2

*Delete the word "The" at the beginning of the second paragraph, which then starts:*

Solid copper conductors having...

Page 13

## 4.2.1

*Replace the first paragraph of this sub-clause by the following:*

Conductors shall consist of:

- plain or metal-coated annealed copper, or
- plain aluminium or aluminium alloy.

*The second paragraph remains without change.*

Page 15

## **6 Check of compliance with clauses 4 and 5**

*First line of page 17 delete the following text:*

Plain or metal-coated or metal-clad or metal-coated metal-clad.

Page 17

### **Table I**

*Replace the heading of column 4 by:*

Aluminium conductors circular or shaped

Page 19

### **Table II**

*Replace the heading of column 10 by:*

Aluminium conductor

Page 24

Tableau V

*Ajouter, au bas du tableau, les valeurs suivantes:*

$t$ °C	$k_t$
31	0,958
32	0,954
33	0,951
34	0,947
35	0,943

Page 25

Table V

*Extend the table with the following values:*

$t$ °C	$k_t$
31	0,958
32	0,954
33	0,951
34	0,947
35	0,943

**Publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes n° 20**

- 55:- Câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique pour des tensions assignées inférieures ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices en cuivre ou aluminium et à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide).
- 55-1 (1978) Première partie: Essais.  
Modification n° 1 (1989).
- 55-2 (1981) Deuxième partie: Généralités et exigences de construction.  
Modification n° 1 (1989).
- 141:- Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires.
- 141-1 (1976) Première partie: Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV.  
Modification n° 1 (1990).  
Amendement n° 2 (1990).
- 141-2 (1963) Deuxième partie: Câbles à pression de gaz interne et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV.  
Modification n° 1 (1967).
- 141-3 (1963) Troisième partie: Câbles à pression de gaz externe (à compression de gaz) et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV.  
Modification n° 1 (1967).
- 141-4 (1980) Quatrième partie: Câbles à huile fluide en tuyau à isolation de papier imprégné sous forte pression d'huile et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV.  
Amendement n° 1 (1990).
- 173 (1964) Couleurs pour les conducteurs des câbles souples.
- 183 (1984) Guide pour le choix des câbles à haute tension.  
Amendement n° 1 (1990).
- 227:- Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 227-1 (1993) Première partie: Prescriptions générales.
- 227-2 (1979) Deuxième partie: Méthodes d'essais.  
Modification n° 1 (1985).
- 227-3 (1993) Troisième partie: Conducteurs pour installations fixes.
- 227-4 (1992) Partie 4: Câbles sous gaine pour installations fixes.
- 227-5 (1979) Cinquième partie: Câbles souples.  
Modification n° 1 (1987).
- 227-6 (1985) Sixième partie: Câbles pour ascenseurs et câbles pour connexions souples.
- 228 (1978) Ames des câbles isolés. Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires.  
Amendement 1 (1993).
- 228A (1982) Premier complément.
- 229 (1982) Essais sur les gaines extérieures des câbles, qui ont une fonction spéciale de protection et sont appliquées par extrusion.
- 230 (1966) Essais de choc des câbles et de leurs accessoires.  
(suite)

**IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20**

- 55:- Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables).
- 55-1 (1978) Part 1: Tests.  
Amendment No. 1 (1989).
- 55-2 (1981) Part 2: General and construction requirements.  
Amendment No. 1 (1989).
- 141:- Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories.
- 141-1 (1976) Part 1: Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV.  
Amendment No. 1 (1990).  
Amendment No. 2 (1990).
- 141-2 (1963) Part 2: Internal gas-pressure cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV.  
Amendment No. 1 (1967).
- 141-3 (1963) Part 3: External gas-pressure (gas compression) cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV.  
Amendment No. 1 (1967).
- 141-4 (1980) Part 4: Oil-impregnated paper-insulated high pressure oil-filled pipe-type cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV.  
Amendment No. 1 (1990).
- 173 (1964) Colours of the cores of flexible cables and cords.
- 183 (1984) Guide to the selection of high-voltage cables.  
Amendment No. 1 (1990).
- 227:- Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 227-1 (1993) Part 1: General requirements.
- 227-2 (1979) Part 2: Test methods.  
Amendment No. 1 (1985).
- 227-3 (1993) Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring.
- 227-4 (1992) Part 4: Sheathed cables for fixed wiring.
- 227-5 (1979) Part 5: Flexible cables (cords).  
Amendment No. 1 (1987).
- 227-6 (1985) Part 6: Lift cables and cables for flexible connections.
- 228 (1978) Conductors of insulated cables. Guide to the dimensional limits of circular conductors.  
Amendment 1 (1993).
- 228A (1982) First supplement.
- 229 (1982) Tests on cable oversheaths which have a special protective function and are applied by extrusion.
- 230 (1966) Impulse tests on cables and their accessories.  
(continued)

**Publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes n° 20 (suite)**

- 245:-- Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 245-1 (1985) Première partie: Prescriptions générales.
- 245-2 (1980) Deuxième partie: Méthodes d'essais.  
Modification n° 1 (1985).
- 245-3 (1980) Troisième partie: Conducteurs isolés au silicone, résistant à la chaleur.  
Modification n° 1 (1985).
- 245-4 (1980) Quatrième partie: Câbles souples.  
Modification n° 2 (1988).
- 245-5 (1980) Cinquième partie: Câbles pour ascenseurs.  
Modification n° 1 (1985).
- 245-6 (1980) Sixième partie: Câbles souples pour électrodes de soudage à l'arc.  
Modification n° 1 (1985).
- 287 (1982) Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100%).  
Modification n° 1 (1988).  
Amendement n° 2 (1991).
- 331 (1970) Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu.
- 332:-- Essais des câbles électriques soumis au feu.
- 332-1 (1979) Première partie: Essai effectué sur un câble vertical.
- 332-2 (1989) Deuxième partie: Essai sur un petit conducteur ou câble isolé à âme en cuivre, en position verticale.
- 332-3 (1992) Troisième partie: Essais sur des fils ou câbles en nappes.
- 502 (1983) Câbles de transport d'énergie isolés par diélectriques massifs extrudés pour des tensions assignées de 1 kV à 30 kV.  
Amendement n° 4 (1990).
- 541 (1976) Comparaison des câbles souples de la CEI et des câbles souples de l'Amérique du Nord.
- 702:-- Câbles à isolant minéral et leurs terminaisons de tension nominale ne dépassant pas 750 V.
- 702-1 (1988) Première partie: Câbles.  
Amendement n° 1 (1992)
- 702-2 (1986) Deuxième partie: Terminaisons.
- 719 (1992) Calcul des valeurs minimales et maximales des dimensions extérieures moyennes des conducteurs et câbles à âmes circulaires en cuivre et de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 724 (1984) Guide aux limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignée au plus égale à 0,6/1,0 kV.
- 754:-- Essai des gaz émis lors de la combustion des câbles électriques.
- 754-1 (1982) Première partie: Détermination de la quantité de gaz acide halogéné émis lors de la combustion d'un matériau polymérisé prélevé sur un câble.
- 754-2 (1991) Deuxième partie: Détermination de l'acidité des gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble par mesurage du pH et de la conductivité.

(suite)

**IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20 (continued)**

- 245:-- Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 245-1 (1985) Part 1: General requirements.
- 245-2 (1980) Part 2: Test methods.  
Amendment No. 1 (1985).
- 245-3 (1980) Part 3: Heat resistant silicone insulated cables.  
Amendment No. 1 (1985).
- 245-4 (1980) Part 4: Cords and flexible cables.  
Amendment No. 2 (1988).
- 245-5 (1980) Part 5: Lift cables.  
Amendment No. 1 (1985).
- 245-6 (1980) Part 6: Arc welding electrode cables.  
Amendment No. 1 (1985).
- 287 (1982) Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor).  
Amendment No. 1 (1988).  
Amendment No. 2 (1991).
- 331 (1970) Fire-resisting characteristics of electric cables.
- 332:-- Tests on electric cables under fire conditions.
- 332-1 (1979) Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable.
- 332-2 (1989) Part 2: Test on a single small vertical insulated copper wire or cable.
- 332-3 (1992) Part 3: Tests on bunched wires or cables
- 502 (1983) Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV to 30 kV.  
Amendment No. 4 (1990).
- 541 (1976) Comparative information on IEC and North American flexible cord types.
- 702:-- Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V.
- 702-1 (1988) Part 1: Cables.  
Amendment No. 1 (1992)
- 702-2 (1986) Part 2: Terminations.
- 719 (1992) Calculation of the lower and upper limits for the average outer dimensions of cables with circular copper conductors and of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 724 (1984) Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0,6/1,0 kV.
- 754:-- Test on gases evolved during combustion of electric cables.
- 754-1 (1982) Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cables.
- 754-2 (1991) Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity.

(continued)

**Publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes n° 20 (suite)**

- 800 (1992) Câbles chauffants de tension nominale 300/500 V pour le chauffage des locaux et de la protection contre la formation de glace.
- 811:-- Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques
- 811-1:-- Première partie: Méthodes d'application générale.
- 811-1-1 (1985) Section un: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures - Détermination des propriétés mécaniques.  
Modification n° 1 (1988).  
Modification n° 2 (1989).
- 811-1-2 (1985) Section deux: Méthodes de vieillissement thermique.  
Modification n° 1 (1989).
- 811-1-3 (1985) Section trois: Méthodes de détermination de la masse volumique - Essais d'absorption d'eau - Essai de rétraction.  
Modification n° 1 (1990).
- 811-1-4 (1985) Section quatre: Essais à basse température.
- 811-2:-- Deuxième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères.
- 811-2-1 (1986) Section un: Essai de résistance à l'ozone - Essai d'allongement à chaud - Essai de résistance à l'huile.  
Amendement 1 (1992).
- 811-3:-- Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC.
- 811-3-1 (1985) Section un: Essai de pression à température élevée - Essais de résistance à la fissuration.
- 811-3-2 (1985) Section deux: Essai de perte de masse - Essai de stabilité thermique.
- 811-4:-- Quatrième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges polyéthylène et polypropylène.
- 811-4-1 (1985) Section un: Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement - Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air - Mesure de l'indice de fluidité à chaud - Mesure dans le PE du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales.  
Modification n° 1 (1988).
- 811-4-2 (1990) Section deux: Allongement à la rupture après préconditionnement - Essai d'enroulement après préconditionnement - Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air - Mesure de l'augmentation de masse - Essai de stabilité à long terme (annexe A) - Méthode d'essai pour l'oxydation catalytique par le cuivre (annexe B).
- 811-5-1 (1990) Cinquième partie: Méthodes spécifiques pour les matières de remplissage - Section un: Point de goutte - Séparation d'huile - Fragilité à basse température - Indice d'acide total - Absence de composé corrosifs - Permittivité à 23 °C - Résistivité en courant continu à 23 °C et 100 °C.
- 840 (1988) Essais des câbles de transport d'énergie à isolation extrudée pour des tensions assignées supérieures à 30 kV ( $U_m = 36$  kV) et jusqu'à 150 kV ( $U_m = 170$  kV).

(suite)

**IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20 (continued)**

- 800 (1992) Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation.
- 811:-- Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables.
- 811-1:-- Part 1: Methods for general application.
- 811-1-1 (1985) Section One: Measurement of thickness and overall dimensions - Tests for determining the mechanical properties.  
Amendment No. 1 (1988).  
Amendment No. 2 (1989).
- 811-1-2 (1985) Section Two: Thermal ageing methods.  
Amendment No. 1 (1989).
- 811-1-3 (1985) Section Three: Methods for determining the density - Water absorption tests - Shrinkage test.  
  
Amendment No. 1 (1990).
- 811-1-4 (1985) Section Four: Tests at low temperature.
- 811-2:-- Part 2: Methods specific to elastomeric compounds.
- 811-2-1 (1986) Section One: Ozone resistance test - Hot set test - Mineral oil immersion test.  
Amendment 1 (1992).
- 811-3:-- Part 3: Methods specific to PVC compounds.
- 811-3-1 (1985) Section One: Pressure test at high temperature - Tests for resistance to cracking.
- 811-3-2 (1985) Section Two: Loss of mass test - Thermal stability test.
- 811-4:-- Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds.
- 811-4-1 (1985) Section One: Resistance to environmental stress cracking - Wrapping test after thermal ageing in air - Measurement of the melt flow index - Carbon black and/or mineral content measurement in PE.  
  
Amendment No. 1 (1988).
- 811-4-2 (1990) Section Two: Elongation at break after pre-conditioning - Wrapping test after pre-conditioning - Wrapping test after thermal ageing in air - Measurement of mass increase - Long-term stability test (Appendix A) - Test method for copper-catalysed oxidative degradation (Appendix B).
- 811-5-1 (1990) Part 5: Methods specific to filling compounds - Section One: Drop point - Separation of oil - Lower temperature brittleness - Total acid number - Absence of corrosive components - Permittivity at 23 °C - D.C. resistivity at 23 °C and 100 °C.
- 840 (1988) Tests for power cables with extruded insulation for rated voltages above 30 kV ( $U_m = 36$  kV) up to 150 kV ( $U_m = 170$  kV).

(continued)

**Publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes n° 20 (suite)**

- 853:— Calcul des capacités de transport des câbles pour les régimes de charge cycliques et de surcharge de secours.
- 853-1 (1985) Première partie: Facteurs de capacité de transport cyclique pour des câbles de tensions inférieures ou égales à 18/30 (36) kV.
- 853-2 (1989) Deuxième partie: Régime cyclique pour des câbles de tensions supérieures à 18/30 (36) kV et régimes de secours pour des câbles de toutes tensions.
- 885:— Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques.
- 885-1 (1987) Première partie: Essais électriques pour les câbles, les conducteurs et les fils, pour une tension inférieure ou égale à 450/750 V.
- 885-2 (1987) Deuxième partie: Essais de décharges partielles.
- 885-3 (1988) Troisième partie: Méthode d'essais pour mesures de décharges partielles sur longueurs de câbles de puissance extrudés.
- 949 (1988) Calcul des courants de court-circuit admissibles au plan thermique, tenant compte des effets d'un échauffement non adiabatique.
- 986 (1989) Guide aux limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignée de 1,8/3 (3,6) kV à 18/30 (36) kV.
- 1034:— Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles électriques brûlant dans des conditions définies.
- 1034-1 (1990) Partie 1: Appareillage d'essai.
- 1034-2 (1991) Part 2: Procédure d'essai et prescriptions.
- 1042 (1991) Méthode de calcul des coefficients de réduction de l'intensité de courant admissible pour des groupes de câbles posés à l'air libre et protégés du rayonnement solaire direct.
- 1059 (1991) Optimisation économique des sections d'âme de câbles électriques de puissance.
- 1138 (1992) Câbles d'équipement portable de mise à la terre et de court-circuit.

**IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20 (continued)**

- 853:— Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables.
- 853-1 (1985) Part 1: Cyclic rating factor for cables up to and including 18/30 (36) kV.
- 853-2 (1989) Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages.
- 885:— Electrical test methods for electric cables.
- 885-1 (1987) Part 1: Electrical test for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750 V.
- 885-2 (1987) Part 2: Partial discharge tests.
- 885-3 (1988) Part 3: Test methods for partial discharge measurements on lengths of extruded power cables.
- 949 (1988) Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects
- 986 (1989) Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage from 1,8/3 (3,6) kV to 18/30 (36) kV.
- 1034:— Measurement of smoke density of electric cables burning under defined conditions.
- 1034-1 (1990) Part 1: Test apparatus.
- 1034-2 (1991) Part 2: Test procedure and requirements.
- 1042 (1991) A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation.
- 1059 (1991) Economic optimization of power cable size.
- 1138 (1992) Cables for portable earthing and short-circuiting equipment.

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD**

**Publication 228 A  
1982**

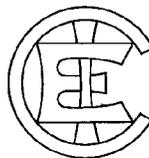
---

**Premier complément à la Publication 228 (1978)  
Ames des câbles isolés  
Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires**

---

**First supplement to Publication 228 (1978)  
Conductors of insulated cables  
Guide to the dimensional limits of circular conductors**

---



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

**Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale**

**3, rue de Varembe  
Genève, Suisse**

### Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

### Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

### Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

### Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

### Revision of this publication

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

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

### Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

### Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

### IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD**

**Publication 228 A  
1982**

---

**Premier complément à la Publication 228 (1978)  
Ames des câbles isolés  
Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires**

---

**First supplement to Publication 228 (1978)  
Conductors of insulated cables  
Guide to the dimensional limits of circular conductors**

---

**Mots clés:** câbles isolés; cordons souples;  
âmes en cuivre,  
en aluminium; dimensions.

**Key words:** insulated cables; flexible cords;  
copper, aluminium  
conductors; dimensions.



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

**Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembe  
Genève, Suisse

Prix  
Price **Fr.s. 16.—**

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**Premier complément à la Publication 228 (1978)**  
**ÂMES DES CÂBLES ISOLÉS**  
**Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires**

## PRÉAMBULE

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

## PRÉFACE

Le présent guide a été établi par le Sous-Comité 20A: Câbles de haute tension, du Comité d'Etudes n° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Il constitue le premier complément à la Publication 228 de la CEI (1978).

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Florence en 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 20A(Bureau Central)76, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Israël
Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Brésil	République Démocratique Allemande
Canada	Roumanie
Chine	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Egypte	Suisse
Espagne	Turquie
Finlande	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques

*Autre publication de la CEI citée dans le présent guide:*

Publication n° 228: Ames des câbles isolés.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**First supplement to Publication 228 (1978)**  
**CONDUCTORS OF INSULATED CABLES**  
**Guide to the dimensional limits of circular conductors**

## FOREWORD

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

## PREFACE

This guide has been prepared by Sub-Committee 20A: High-voltage Cables, of IEC Technical Committee No. 20: Electric Cables.

It forms the first supplement to IEC Publication 228 (1978).

A draft was discussed at the meeting held in Florence in 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 20A(Central Office)76, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy
Austria	Japan
Belgium	Netherlands
Brazil	Norway
Canada	Romania
China	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
German Democratic Republic	Socialist Republics
Israel	United Kingdom

*Other IEC publication quoted in this guide:*

Publication No. 228: Conductors of Insulated Cables.

**Premier complément à la Publication 228 (1978)**  
**ÂMES DES CÂBLES ISOLÉS**  
**Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires**

### Introduction

Le présent complément à la Publication 228 de la CEI: Ames des câbles isolés, traite des âmes à section circulaire des câbles. Les âmes sectoriales massives en aluminium feront l'objet d'un autre complément qui traitera également des méthodes de vérification des dimensions.

Comme les âmes sectoriales câblées en cuivre et en aluminium sont normalement remises en forme avant raccordement, la normalisation des limites dimensionnelles pour ces âmes n'a pas été jugée nécessaire.

### 1. Domaine d'application et objet

Le présent complément est destiné à servir de guide pour les fabricants de câbles et de connexions de câbles en vue de contribuer à l'ajustement des connecteurs et des âmes. Il donne des indications sur les limites dimensionnelles des types suivants d'âmes compris dans la Publication 228 de la CEI:

- âmes massives circulaires de la classe 1, en cuivre et en aluminium;
- âmes câblées circulaires et circulaires rétreintes de la classe 2, en cuivre et en aluminium;
- âmes souples de la classe 5, en cuivre;
- âmes souples de la classe 6, en cuivre.

### 2. Limites dimensionnelles pour les âmes circulaires en cuivre

Les diamètres des âmes circulaires en cuivre ne doivent pas, en principe, dépasser les valeurs données au tableau I.

Pour les âmes circulaires en cuivre, on ne donne que des diamètres maximaux et dans le cas des âmes câblées, ceux-ci sont basés sur les âmes non rétreintes. La raison en est que les connecteurs acceptent une gamme de diamètres plus étendue avec le cuivre qu'avec l'aluminium; c'est pourquoi avec le cuivre, on n'a généralement besoin que de recommander les diamètres maximaux à recevoir. En plus, les âmes circulaires câblées sont plus fréquemment utilisées sous la forme non rétreinte que ne le sont les âmes d'aluminium.

Si l'on a besoin des diamètres minimaux pour les âmes circulaires en cuivre de la classe 1 et de la classe 2, on peut faire référence aux diamètres minimaux donnés, pour les âmes circulaires massives et câblées en aluminium, au tableau II.

**First supplement to Publication 228 (1978)**  
**CONDUCTORS OF INSULATED CABLES**  
**Guide to the dimensional limits of circular conductors**

---

### **Introduction**

This supplement to IEC Publication 228: Conductors of Insulated Cables, deals with circular conductors of cables. It is intended to prepare a further supplement dealing with solid-shaped aluminium conductors and including methods of test to verify their dimensions.

As shaped stranded copper and aluminium conductors are normally pre-shaped before connection, it is considered unnecessary to standardize dimensional limits for these conductors.

### **1. Scope and object**

This supplement is intended as a guide to manufacturers of cables and cable connectors to assist in ensuring that connectors and cable conductors fit together. It gives guidance on dimensional limits for the following types of conductor included in IEC Publication 228:

- circular solid conductors, Class 1, of copper and aluminium;
- circular and compacted circular stranded conductors, Class 2, of copper and aluminium;
- flexible conductors, Class 5, of copper;
- flexible conductors, Class 6, of copper.

### **2. Dimensional limits for circular copper conductors**

The diameters of circular copper conductors should not exceed the values given in Table I.

For circular copper conductors, maximum diameters only are given and for the stranded (Class 2) conductors these are based on uncompactied conductors. The reason for this is that connectors will cope with a wider range of diameters with copper than with aluminium and, therefore, with copper it is generally only necessary to recommend the maximum diameters to be accommodated. Moreover, circular stranded copper conductors are more frequently used in the uncompactied form than are aluminium conductors.

If minimum diameters for circular copper conductors Class 1 and Class 2 are needed, reference can be made to the minimum diameters indicated for solid and stranded compactied circular aluminium conductors in Table II.

TABLEAU I

*Diamètre maximal des âmes en cuivre de section circulaire*

1	2	3	4
Section nominale (mm <sup>2</sup> )	Ames des câbles pour installations fixes		Ames souples (classes 5 et 6) (mm)
	Massives (classe 1) (mm)	Câblées (classe 2) (mm)	
0,5	0,9	1,1	1,1
0,75	1,0	1,2	1,3
1	1,2	1,4	1,5
1,5	1,5	1,7	1,8
2,5	1,9	2,2	2,6
4	2,4	2,7	3,2
6	2,9	3,3	3,9
10	3,7	4,2	5,1
16	4,6	5,3	6,3
25	5,7	6,6	7,8
35	6,7	7,9	9,2
50	7,8	9,1	11,0
70	9,4	11,0	13,1
95	11,0	12,9	15,1
120	12,4	14,5	17,0
150	13,8	16,2	19,0
185	—	18,0	21,0
240	—	20,6	24,0
300	—	23,1	27,0
400	—	26,1	31,0
500	—	29,2	35,0
630	—	33,2	39,0
800	—	37,6	—
1 000	—	42,2	—

**3. Limites dimensionnelles des âmes en aluminium de section circulaire**

Les diamètres des âmes en aluminium de section circulaire massives et rétreintes ne doivent pas en principe dépasser les valeurs maximales ni être inférieurs aux valeurs minimales données au tableau II.

Si l'on a besoin exceptionnellement des dimensions pour des âmes en aluminium de section circulaire non rétreintes, il convient de ne pas dépasser les diamètres maximaux donnés pour les âmes non rétreintes en cuivre dans la colonne 3 du tableau I.

Les limites dimensionnelles des âmes en aluminium de section inférieure à 16 mm<sup>2</sup> ne sont pas données en raison des variations de dimensions provenant de la grande variété de matériaux et de combinaisons de matériaux utilisés.

TABLE I

*Maximum diameters of circular copper conductors*

1	2	3	4
Cross-sectional area  (mm <sup>2</sup> )	Conductors in cables for fixed installations		Flexible conductors (Classes 5 and 6)  (mm)
	Solid (Class 1) (mm)	Stranded (Class 2) (mm)	
0.5	0.9	1.1	1.1
0.75	1.0	1.2	1.3
1	1.2	1.4	1.5
1.5	1.5	1.7	1.8
2.5	1.9	2.2	2.6
4	2.4	2.7	3.2
6	2.9	3.3	3.9
10	3.7	4.2	5.1
16	4.6	5.3	6.3
25	5.7	6.6	7.8
35	6.7	7.9	9.2
50	7.8	9.1	11.0
70	9.4	11.0	13.1
95	11.0	12.9	15.1
120	12.4	14.5	17.0
150	13.8	16.2	19.0
185	—	18.0	21.0
240	—	20.6	24.0
300	—	23.1	27.0
400	—	26.1	31.0
500	—	29.2	35.0
630	—	33.2	39.0
800	—	37.6	—
1 000	—	42.2	—

**3. Dimensional limits for circular aluminium conductors**

The diameters of circular solid aluminium conductors and compacted circular stranded aluminium conductors should not exceed the maximum values and should be not less than the minimum values in Table II.

In the exceptional case of uncompacted circular stranded aluminium conductors the maximum diameters should not exceed the corresponding values for copper conductors given in column 3 of Table I.

The dimensional limits of aluminium conductors, with cross-sectional areas smaller than 16 mm<sup>2</sup>, are not given because of the variations of dimensions that exist depending on the wide range of materials and combinations of materials used.

Les limites dimensionnelles des âmes d'aluminium de section supérieure à 630 mm<sup>2</sup> ne sont pas données, car la technologie de rétreinte n'est pas encore suffisamment établie.

TABLEAU II

*Diamètres minimal et maximal des âmes en aluminium de section circulaire*

1	2	3	4	5
Section nominale (mm <sup>2</sup> )	Ames massives (classe 1)		Ames câblées rétreintes (classe 2)	
	Diamètre minimal (mm)	Diamètre maximal (mm)	Diamètre minimal (mm)	Diamètre maximal (mm)
16	4,1	4,6	4,6	5,2
25	5,2	5,7	5,6	6,5
35	6,1	6,7	6,6	7,5
50	7,2	7,8	7,7	8,6
70	8,7	9,4	9,3	10,2
95	10,3	11,0	11,0	12,0
120	11,6	12,4	12,5	13,5
150	12,9	13,8	13,9	15,0
185	14,5	15,4	15,5	16,8
240	16,7	17,6	17,8	19,2
300	18,8	19,8	20,0	21,6
400	—	—	22,9	24,6
500	—	—	25,7	27,6
630	—	—	29,3	32,5

The dimensional limits of aluminium conductors with cross-sectional areas above 630 mm<sup>2</sup> are not given as the compaction technology is not generally established.

TABLE II  
*Minimum and maximum diameters of circular aluminium conductors*

1	2	3	4	5
Cross-sectional area (mm <sup>2</sup> )	Solid conductors (Class 1)		Stranded compacted conductors (Class 2)	
	Minimum diameter (mm)	Maximum diameter (mm)	Minimum diameter (mm)	Maximum diameter (mm)
16	4.1	4.6	4.6	5.2
25	5.2	5.7	5.6	6.5
35	6.1	6.7	6.6	7.5
50	7.2	7.8	7.7	8.6
70	8.7	9.4	9.3	10.2
95	10.3	11.0	11.0	12.0
120	11.6	12.4	12.5	13.5
150	12.9	13.8	13.9	15.0
185	14.5	15.4	15.5	16.8
240	16.7	17.6	17.8	19.2
300	18.8	19.8	20.0	21.6
400	—	—	22.9	24.6
500	—	—	25.7	27.6
630	—	—	29.3	32.5

**Publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes N° 20**

- 55: — Câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique pour des tensions assignées inférieures ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices en cuivre ou aluminium et à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide).
- 55-1 (1978) Première partie: Essais.  
55-2 (1981) Deuxième partie: Généralités et exigence de construction.
- 141: — Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires.
- 141-1 (1976) Première partie: Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV.  
141-2 (1963) Deuxième partie: Câbles à pression de gaz interne et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV. Modification n° 1 (1967).  
141-3 (1963) Troisième partie: Câbles à pression de gaz externe (à compression de gaz) et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV. Modification n° 1 (1967).  
141-4 (1980) Quatrième partie: Câble à huile fluide en tuyau à isolation de papier imprégné sous forte pression d'huile et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV.
- 173 (1964) Couleurs pour les conducteurs des câbles souples.  
183 (1965) Guide au choix des câbles à haute tension.
- 227: — Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 227-1 (1979) Première partie: Prescriptions générales.  
227-2 (1979) Deuxième partie: Méthodes d'essais.  
227-3 (1979) Troisième partie: Conducteurs pour installations fixes.  
227-4 (1979) Quatrième partie: Câbles sous gaine pour installations fixes.  
227-5 (1979) Cinquième partie: Câbles souples.  
227-6 (1981) Sixième partie: Câbles pour ascenseurs et câbles pour connexions souples.
- 228 (1978) Ames des câbles isolés.  
228 A (1982) Premier complément: Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires.
- 229 (1982) Essais de revêtements de protection contre la corrosion des gaines métalliques de câbles. Modification n° 1 (1970).
- 230 (1966) Essais de choc des câbles et de leurs accessoires.
- 245: — Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 245-1 (1980) Première partie: Prescriptions générales.  
245-2 (1980) Deuxième partie: Méthodes d'essais.  
245-3 (1980) Troisième partie: Conducteurs isolés au silicone, résistant à la chaleur.  
245-4 (1980) Quatrième partie: Câbles souples.  
245-5 (1980) Cinquième partie: Câbles pour ascenseurs.  
245-6 (1980) Sixième partie: Câbles souples pour électrodes de soudage à l'arc.
- 287 (1969) Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100%). Première édition (1969) comprenant les Modifications n° 1 (1971) et n° 2 (1974). Modification n° 3 (1977). Modification n° 4 (1978).
- 287 A (1978) Premier complément: Annexe C: Calcul numérique des quantités indiquées sous forme de graphiques.
- 331 (1970) Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu.
- 332: — Essais des câbles électriques soumis au feu.
- 332-1 (1979) Première partie: Essai effectué sur un câble vertical.
- 502 (1978) Câbles de transport d'énergie isolés par diélectriques massifs extrudés pour des tensions assignées de 1 kV à 30 kV.
- 540 (1976) Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines de câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques). Modification n° 1 (1979).
- 540 A (1979) Premier complément.
- 541 (1976) Comparaison des câbles souples de la CEI et des câbles souples de l'Amérique du Nord.
- 702 (1981) Câbles à isolant minéral de tension nominale ne dépassant pas 750 V.
- 719 (1981) Calcul des valeurs minimales et maximales des dimensions extérieures moyennes des conducteurs et câbles à âmes circulaires en cuivre et de tension nominale au plus égale à 450/750 V.

**IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20**

- 55: — Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables).
- 55-1 (1978) Part 1: Tests.  
55-2 (1981) Part 2: General and construction requirements.
- 141: — Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories.
- 141-1 (1976) Part 1: Oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV.  
141-2 (1963) Part 2: Internal gas-pressure cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV. Amendment No. 1 (1967).  
141-3 (1963) Part 3: External gas-pressure (gas compression) cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV. Amendment No. 1 (1967).  
141-4 (1980) Part 4: Oil-impregnated paper-insulated high pressure oil-filled pipe-type cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV.
- 173 (1964) Colours of the cores of flexible cables and cords.  
183 (1965) Guide to the selection of high voltage cables.
- 227: — Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 227-1 (1979) Part 1: General requirements.  
227-2 (1979) Part 2: Test methods.  
227-3 (1979) Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring.  
227-4 (1979) Part 4: Sheathed cables for fixed wiring.  
227-5 (1979) Part 5: Flexible cables (cords).  
227-6 (1981) Part 6: Lift cables and cables for flexible connections.
- 228 (1978) Conductors of insulated cables.  
228 A (1982) First supplement: Guide to the dimensional limits of circular conductors.
- 229 (1982) Tests on anti-corrosion protective coverings of metallic cable sheaths. Amendment No. 1 (1970).
- 230 (1966) Impulse tests on cables and their accessories.
- 245: — Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V.
- 245-1 (1980) Part 1: General requirements.  
245-2 (1980) Part 2: Test methods.  
245-3 (1980) Part 3: Heat resistant silicone insulated cables.  
245-4 (1980) Part 4: Cords and flexible cables.  
245-5 (1980) Part 5: Lift cables.  
245-6 (1980) Part 6: Arc welding electrode cables.
- 287 (1969) Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor). First edition (1969) incorporating Amendments No. 1 (1971) and No. 2 (1974). Amendment No. 3 (1977). Amendment No. 4 (1978).
- 287 A (1978) First supplement: Appendix C: Digital calculation of quantities given graphically.
- 331 (1970) Fire-resisting characteristics of electric cables.
- 332: — Tests on electric cables under fire conditions.
- 332-1 (1979) Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable.
- 502 (1978) Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV up to 30 kV.
- 540 (1976) Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords (elastomeric and thermoplastic compounds). Amendment No. 1 (1979).  
540 A (1979) First supplement.  
541 (1976) Comparative information on IEC and North-American flexible cord types.  
702 (1981) Mineral insulated cables with a rated voltage not exceeding 750 V.  
719 (1981) Calculation of the lower and upper limits for the average outer dimensions of cables with circular copper conductors and of rated voltages up to and including 450/750 V.

Publication 228 de la CEI

(Deuxième édition — 1978)

Ames des câbles isolés

IEC Publication 228

(Second edition — 1978)

Conductors of insulated cables

## ERRATA

**Page 8***This correction applies to the French text only.*

AMES EN ALUMINIUM

*Troisième ligne, au lieu de :*500 mm<sup>2</sup> et au-dessus Comme les multiconducteurs de la classe 2. — Edition 1966*lire :*500 mm<sup>2</sup> et au-dessus Comme les monoconducteurs de la classe 2 — Edition 1966*Cette correction concerne le texte anglais seulement* **Page 15****6. Check of compliance with Clauses 4 and 5***Instead of:*

$$R_{20} = R_t \times k_t + \frac{1\ 000}{L}$$

*read:*

$$R_{20} = R_t \times k_t \times \frac{1\ 000}{L}$$

*Cette correction concerne le texte anglais seulement* **Page 19**

## TABLE II

Note <sup>3)</sup> should apply to size (1 800) not 2 000

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

**NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

**IEC STANDARD**

**Publication 228**

Deuxième édition — Second edition

1978

---

**Armes des câbles isolés**

---

**Conductors of insulated cables**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

### Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

### Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

### Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

### Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

### Revision of this publication

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

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

### Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

### Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

### Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 228

Deuxième édition — Second edition

1978

---

Ames des câbles isolés

---

Conductors of insulated cables

---

**Descripteurs:** Câbles isolés, câbles souples, âmes, dimensions, exigences, classification.

**Descriptors:** insulated cables, flexible cords, conductors, dimensions, requirements, classification



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

Prix  
Price Fr. s. 36

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
INTRODUCTION . . . . .	6
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	8
2. Classification . . . . .	8
3. Matière . . . . .	10
4. Câbles pour installations fixes . . . . .	10
5. Ames souples (Classes 5 et 6) . . . . .	12
6. Contrôle de la conformité aux articles 4 et 5 . . . . .	14
TABLEAU I — Classe 1 — Ames massives pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs . . . . .	16
TABLEAU II — Classe 2 — Ames câblées pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs . . . . .	18
TABLEAU III — Classe 5 — Ames souples en cuivre pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs . . . . .	20
TABLEAU IV — Classe 6 — Ames souples en cuivre pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs . . . . .	22
TABLEAU V — Facteurs de correction de température $k_t$ à appliquer à la mesure de résistance de l'âme effectuée à $t$ °C pour la ramener à 20 °C . . . . .	24

# CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
INTRODUCTION . . . . .	7
Clause	
1. Scope . . . . .	9
2. Classification . . . . .	9
3. Materials . . . . .	11
4. Cables for fixed installations . . . . .	11
5. Flexible conductors (Classes 5 and 6) . . . . .	13
6. Check of compliance with Clauses 4 and 5 . . . . .	15
TABLE I — Class 1 — Solid conductors for single-core and multicore cables . . . . .	17
TABLE II — Class 2 — Stranded conductors for single-core and multicore cables . . . . .	19
TABLE III — Class 5 — Flexible copper conductors for single-core and multicore cables . . . . .	21
TABLE IV — Class 6 — Flexible copper conductors for single-core and multicore cables . . . . .	23
TABLE V — Temperature correction factors $k_t$ for conductor resistance to correct the measured resistance at $t$ °C to 20 °C . . . . .	25

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## ÂMES DES CÂBLES ISOLÉS

## PRÉAMBULE

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

## PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-comité 20A: Câbles de haute tension, du Comité d'Etudes N° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Oslo en 1976. A la suite de cette réunion, un projet, document 20A(Bureau Central)60, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1977.

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

Allemagne	Israël
Argentine	Italie
Australie	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Portugal
Danemark	Roumanie
Egypte	Royaume-Uni
Espagne	Suède
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

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

Publications n° 28: Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.

111: Recommandation concernant la résistivité des fils en aluminium écroui dur industriel pour conducteurs électriques.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## CONDUCTORS OF INSULATED CABLES

## FOREWORD

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

## PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 20A, High-voltage Cables, of IEC Technical Committee No. 20, Electric Cables.

A draft was discussed at the meeting held in Oslo in 1976. As a result of this meeting, a draft, Document 20A(Central Office)60, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1977.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Italy
Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Portugal
Denmark	Romania
Egypt	Spain
Finland	Sweden
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom

*Other IEC publications quoted in this standard:*

Publications Nos. 28: International Standard of Resistance for Copper.

111: Recommendation for the Resistivity of Commercial Hard-drawn Aluminium Electrical Conductor Wire.

## ÂMES DES CÂBLES ISOLÉS

### INTRODUCTION

La présente norme est une révision de la Publication 228 de la CEI et remplace donc la première édition de 1966.

Elle est destinée à servir de guide aux Comités d'Etudes de la CEI 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 de tenir compte de l'expérience et de l'évolution depuis la publication de la première édition et de simplifier la norme dans la mesure où cela restait compatible avec les considérations techniques et économiques.

Le nombre des classes d'âme a été réduit à quatre. Il y a deux classes d'âme pour les câbles pour installations fixes: la classe 1 ne comprenant que des conducteurs massifs et la classe 2 des conducteurs câblés. Pour les câbles souples, il y a aussi deux classes; ces classes correspondant de très près aux classes 5 et 6 de l'édition de 1966, on en a conservé les numéros par souci de continuité et pour éviter toute confusion. Les classes 3 et 4 ont été supprimées du fait qu'elles avaient été relativement peu utilisées et que pour la plupart des applications où elles étaient utilisées, les classes 2 et 5 pouvaient convenir respectivement.

Le nombre des différentes valeurs de résistance linéique prévues par les différents types d'âme de même section nominale a été réduit comme suit:

Pour les classes 1 et 2, les âmes de même matériau et de même section nominale ont la même résistance linéique pour les deux classes et pour les câbles mono et multiconducteurs, que les âmes soient de section circulaire, circulaire rétreinte ou sectorale. Toutefois, pour éviter de trop grandes divergences avec les valeurs précédentes, les différences de résistance entre cuivre nu et cuivre revêtu d'une couche métallique ont été maintenues.

Dans ces deux classes, la résistance linéique de chaque âme d'aluminium dans la gamme des sections jusqu'au 10 mm<sup>2</sup> inclus est la même que celle de l'âme en cuivre de la section normalisée immédiatement inférieure; cela pour assurer une équivalence de résistance entre les câbles d'installation en cuivre et en aluminium de faible section. Pour 16 mm<sup>2</sup> et au-dessus, on a conservé des résistances différentes pour les âmes de cuivre et d'aluminium.

Comme on inclut pour la première fois les âmes en aluminium protégé ou plaqué, pour éviter une prolifération de résistances différentes pour des matériaux variés dans ces catégories, de même que pour les alliages d'aluminium, on a choisi la même résistance pour tous ces types d'âme « aluminium ». Pour obtenir cette normalisation de résistance, il peut y avoir une variation dans les dimensions des fils utilisés pour la même section nominale, suivant le matériau particulier utilisé.

Les valeurs de résistance choisies pour les classes 1 et 2 sont celles qui étaient prévues pour la classe 2 dans l'édition de 1966 pour les câbles multiconducteurs de section nominale de 2,5 mm<sup>2</sup> à 400 mm<sup>2</sup> et pour les câbles monoconducteurs au-dessus de 400 mm<sup>2</sup>. Pour les sections jusqu'à 1,5 mm<sup>2</sup> pour lesquelles la différence entre les résistances des âmes des classes 1 et 2 dans cette édition était plus grande que pour les autres sections, et en vue d'éviter une grande augmentation de résistance, on a adopté les valeurs, plus faibles, prévues pour la classe 1 dans cette édition, pour les câbles multiconducteurs.

## CONDUCTORS OF INSULATED CABLES

---

### INTRODUCTION

This standard is a revision of IEC Publication 228, it supersedes the First Edition dated 1966.

It is intended as a guide to the IEC Technical 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 take account of experience and developments since the First Edition was published and to simplify the standard so far as is compatible with technical and economic considerations.

The number of classes of conductor has been reduced to four. There are two classes of conductors for cables for fixed installations; Class 1 is for solid conductors only and Class 2 for stranded conductors. For flexible conductors there are also two classes; as these correspond closely with Classes 5 and 6 of the 1966 edition, those class numbers have been retained to preserve continuity and avoid any confusion. Classes 3 and 4 have been omitted, since they have had relatively little use and Classes 2 and 5 respectively are considered suitable for most of the applications for which Classes 3 and 4 have been employed.

The number of different specified maximum resistance values for different types of conductor of the same nominal cross-sectional area has been reduced as follows:

For Classes 1 and 2, conductors of the same material and same nominal cross-sectional area have the same specified maximum resistances for both classes and for both single- and multicore cables and whether the conductors are circular, compacted circular or shaped. However, to avoid too large divergences from previous values, the differences in specified resistances between plain and metal-coated copper conductors have been retained.

Also in these two classes, the specified maximum resistance of each nominal cross-sectional area of aluminium conductor in the range up to and including  $10 \text{ mm}^2$  is the same as for the next smaller standard size of copper conductor. The object of this is to provide equivalence of resistance between the small sizes of wiring cables with copper and aluminium conductors. For  $16 \text{ mm}^2$  and above, separate resistances are retained between copper and aluminium conductors.

As metal-coated and metal-clad aluminium conductors are included for the first time, in order to avoid a proliferation of different resistance values for various materials in these categories, as well as aluminium alloys, the same resistances are specified for all these types of "aluminium" conductors. To achieve this standardization of resistance, there may be a variation in wire sizes used for the same nominal cross-sectional areas according to the particular material used.

The resistance values chosen for Classes 1 and 2 are those which were specified for Class 2 in the 1966 edition for multicore cables for the nominal cross-sectional areas from  $2.5 \text{ mm}^2$  up to  $400 \text{ mm}^2$  and for single core cables for the nominal cross-sectional areas above  $400 \text{ mm}^2$ . For the sizes up to  $1.5 \text{ mm}^2$ , for which the differences between the resistances of Class 1 and Class 2 conductors in the 1966 edition were larger than for the other sizes, the lower values specified for Class 1 in the 1966 edition for multicore cables have been adopted, in order to avoid any large increase in resistance values.

Pour les âmes souples des classes 5 et 6, on n'a fait figurer que des âmes en cuivre. Dans ces deux classes les valeurs de résistance sont les mêmes et correspondent aux valeurs prévues dans l'édition de 1966 pour les câbles multiconducteurs de la classe 5. En outre la différence entre âmes en cuivre nu et en cuivre protégé a été maintenue.

Il résulte de la simplification obtenue en combinant les résistances des câbles mono et multiconducteurs et de différentes formes d'âmes dans des valeurs communes que la méthode de calcul figurant dans l'édition de 1966 ne peut plus s'appliquer rigoureusement; elle a donc été omise. Toutefois, le résumé suivant donnant la façon dont les valeurs actuelles ont été déduites des valeurs précédentes donne, si nécessaire, le moyen de retrouver leur origine.

#### CLASSE 1 ET CLASSE 2

##### AMES EN CUIVRE

Jusqu'à 1,5 mm <sup>2</sup>	Comme les multiconducteurs de la classe 1 — Edition 1966
2,5 mm <sup>2</sup> à 400 mm <sup>2</sup>	Comme les multiconducteurs de la classe 2 — Edition 1966
500 mm <sup>2</sup> et au-dessus	Comme les monoconducteurs de la classe 2 — Edition 1966

##### AMES EN ALUMINIUM

Jusqu'à 10 mm <sup>2</sup>	Comme les âmes en cuivre de section nominale immédiatement inférieure
16 mm <sup>2</sup> à 400 mm <sup>2</sup>	Comme les multiconducteurs de la classe 2 — Edition 1966
500 mm <sup>2</sup> et au-dessus	Comme les multiconducteurs de la classe 2 — Edition 1966

#### CLASSE 5 ET CLASSE 6

Comme les multiconducteurs de la classe 5, édition 1966.

Le tableau V, donnant des facteurs de correction de température, a été simplifié en adoptant le même facteur de correction à la fois pour les âmes en cuivre et les âmes en aluminium. On a estimé que ce tableau donne des valeurs pratiques bien en accord avec la précision que l'on peut obtenir normalement dans la mesure de la température de l'âme et de la longueur des câbles. On donne, également, toutefois, des formules plus exactes pour calculer séparément les facteurs de correction pour le cuivre et pour l'aluminium.

### 1. Domaine d'application

La présente norme spécifie la section nominale normalisée, de 0,5 mm<sup>2</sup> à 2 000 mm<sup>2</sup>, ainsi que le nombre et le diamètre des brins et les valeurs de résistance des âmes des conducteurs et câbles électriques isolés.

Elle ne s'applique pas aux conducteurs de télécommunication, et ne s'applique aux âmes spéciales que lorsque cela est indiqué dans la spécification particulière. Les âmes spéciales sont par exemple les âmes de câbles à pression, les âmes de câbles de soudage extra-souples ou celles de certains types de câbles souples dont les conducteurs sont assemblés avec des pas exceptionnellement courts.

### 2. Classification

Les âmes sont réparties en quatre classes: 1, 2, 5 et 6.

For flexible conductors of Classes 5 and 6, copper conductors only are included. The resistance values for these two classes are the same and correspond to the resistance values for multicore cables specified in the 1966 edition for Class 5, the difference between plain and metal-coated conductors again being retained.

As a result of the simplification achieved by combining resistances of single- and multicore cables and different forms of conductor into common resistance values, the method of calculation of resistances included in the 1966 edition is no longer strictly applicable and is now omitted. However, the following summary of the derivation of the present values from the previous values provides a means, if required, of determining their origin.

#### CLASS 1 AND CLASS 2

##### COPPER CONDUCTORS

Up to 1.5 mm<sup>2</sup> As Class 1 multicore of 1966 edition.  
2.5 mm<sup>2</sup> up to 400 mm<sup>2</sup> As Class 2 multicore of 1966 edition.  
500 mm<sup>2</sup> and above As Class 2 single-core of 1966 edition.

##### ALUMINIUM CONDUCTORS

Up to 10 mm<sup>2</sup> As next smaller standard nominal cross-sectional area of copper conductor.  
16 mm<sup>2</sup> up to 400 mm<sup>2</sup> As Class 2 multicore of 1966 edition.  
500 mm<sup>2</sup> and above As Class 2 single-core of 1966 edition.

#### CLASS 5 AND CLASS 6

As Class 5 multicore of 1966 edition.

Table V, specifying temperature correction factors, has been simplified by adopting the same factors for both copper and aluminium conductors. It is considered that this table gives practical values well within the accuracy which can normally be achieved in the measurement of conductor temperature and length of cable. However, more exact formulae for calculating correction factors for copper and aluminium conductors separately are also given.

### 1. Scope

This standard specifies the standardized nominal cross-sectional areas from 0.5 mm<sup>2</sup> to 2 000 mm<sup>2</sup>, as well as numbers and diameters of wires and resistance values for conductors in electric cables and flexible cords.

It does not apply to conductors for telecommunication purposes, and it applies to conductors of special design only when stated in the specification for the type of cable. Conductors of special design are, for example, conductors for pressure cables, conductors in extra-flexible welding cables or in special types of flexible cables having the cores twisted together with unusually short lays.

### 2. Classification

The conductors have been divided into four classes: 1, 2, 5 and 6.

Celles des classes 1 et 2 sont prévues pour les câbles pour installations fixes, la classe 1 comprenant les âmes massives et la classe 2 les âmes câblées.

Les classes 5 et 6 sont prévues pour les câbles souples, la classe 6 étant plus souple que la classe 5.

### 3. Matière

Les âmes peuvent être:

- en cuivre recuit, nu ou revêtu d'une couche métallique
- ou en aluminium ou en alliage d'aluminium nu ou revêtu d'une couche métallique
- ou en aluminium plaqué de métal revêtu ou non d'une couche métallique

selon ce qui est spécifié pour les différents types d'âme à l'article 4.

L'expression « revêtu d'une couche métallique » signifie revêtu d'une couche mince d'un métal convenable tel que l'étain, un alliage d'étain ou de plomb dans le cas de revêtement du cuivre, ou tel que le cuivre, le nickel ou l'étain dans le cas de revêtement de l'aluminium ou d'un alliage d'aluminium.

L'expression « aluminium plaqué de métal » s'applique à un fil constitué d'un noyau d'aluminium auquel est lié métallurgiquement une enveloppe extérieure d'un autre métal.

### 4. Câbles pour installations fixes

#### 4.1 Ames massives (classe 1)

Les âmes massives doivent satisfaire aux conditions suivantes:

##### 4.1.1 Les âmes doivent être:

- en cuivre recuit nu ou revêtu d'une couche métallique;
- ou en aluminium ou en alliage d'aluminium nu ou revêtu d'une couche métallique;
- ou en aluminium plaqué de métal revêtu ou non d'une couche métallique.

##### 4.1.2 Les âmes massives en cuivre doivent être de section circulaire.

Les âmes massives en cuivre de section nominale 25 mm<sup>2</sup> et au-dessus figurant dans le tableau I sont prévues pour des types de câble particuliers et non pour les câbles d'usage courant.

##### 4.1.3 Les âmes massives en aluminium de sections inférieures ou égales à 16 mm<sup>2</sup> doivent être de section circulaire. Celles de section supérieure ou égale à 25 mm<sup>2</sup> doivent être de section circulaire pour les conducteurs et câbles monoconducteurs et peuvent être de section circulaire ou sectorale pour les câbles multiconducteurs.

Les âmes massives de section égale ou supérieure à 95 mm<sup>2</sup> peuvent être divisées au plus en cinq segments.

##### 4.1.4 La résistance à 20 °C de chaque âme ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée au tableau I.

Those in Classes 1 and 2 are intended for use in cables for fixed installations, Class 1 being solid conductors and Class 2 stranded conductors.

Classes 5 and 6 are intended for use in flexible cables and cords, Class 6 being more flexible than Class 5.

### 3. Materials

The conductors may consist of:

- plain or metal-coated annealed copper
  - or plain or metal-coated aluminium or aluminium alloy
  - or metal-clad aluminium
  - or metal-coated metal-clad aluminium
- as specified for the different types of conductors in Clause 4.

The term "metal-coated" means coated with a thin layer of suitable metal, such as tin, tin alloy or lead alloy for the coating of copper, or copper, nickel or tin for the coating of aluminium or aluminium alloy.

The term "metal-clad aluminium" means wire consisting of a core of aluminium to which is metallurgically bonded an outer shell of another metal.

### 4. Cables for fixed installations

#### 4.1 *Solid conductors (Class 1)*

Solid conductors shall comply with the following requirements:

##### 4.1.1 The conductors shall consist of:

- plain or metal-coated annealed copper;
- or plain or metal-coated aluminium or aluminium alloy;
- or metal-clad aluminium;
- or metal-coated metal-clad aluminium.

##### 4.1.2 Solid copper conductors shall be of circular cross-section.

The solid copper conductors having nominal cross-sectional areas of 25 mm<sup>2</sup> and above included in Table I are intended for particular types of cable only and not for general purposes.

##### 4.1.3 Solid aluminium conductors of sizes up to and including 16 mm<sup>2</sup> shall be of circular cross-section. Sizes 25 mm<sup>2</sup> and above shall be of circular cross-section for single-core cables and may be of either circular or shaped cross-section for multicore cables.

Conductors with cross-sectional areas of 95 mm<sup>2</sup> and above may be subdivided into up to five sections.

##### 4.1.4 The resistance of each conductor at 20 °C shall not exceed the appropriate maximum value given in Table I.

#### 4.2 *Âmes câblées, de section circulaire, non rétreintes (classe 2)*

Les âmes câblées, de section circulaire, non rétreintes doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

##### 4.2.1 Les âmes doivent être:

- en cuivre recuit nu ou revêtu d'une couche métallique;
- ou en aluminium ou en alliage d'aluminium nu ou revêtu d'une couche métallique;
- ou en aluminium plaqué de métal revêtu ou non d'une couche métallique.

Les âmes câblées en aluminium doivent avoir normalement des sections d'au moins 10 mm<sup>2</sup>, mais les sections de 4 mm<sup>2</sup> et 6 mm<sup>2</sup> peuvent être utilisées en vérifiant spécialement que ce type particulier d'âme convient bien au type de câble et à ses applications.

##### 4.2.2 Les brins de chaque âme doivent tous avoir le même diamètre nominal.

##### 4.2.3 Le nombre de brins de chaque âme doit être au moins égal au nombre minimal spécifié au tableau II. Le nombre minimal des brins n'est pas imposé pour les sections de 1 200 mm<sup>2</sup> à 2 000 mm<sup>2</sup>.

##### 4.2.4 La résistance à 20 °C de chaque âme ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée au tableau II.

#### 4.3 *Âmes câblées rétreintes de section circulaire et âmes sectoriales câblées (classe 2)*

Les âmes câblées rétreintes de section circulaire et les âmes sectoriales câblées doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

##### 4.3.1 Les âmes doivent être:

- en cuivre recuit nu ou revêtu d'une couche métallique;
- ou en aluminium ou en alliage d'aluminium nu.

Les âmes câblées rétreintes de section circulaire en aluminium doivent avoir une section d'au moins 16 mm<sup>2</sup>. Les âmes sectoriales câblées en cuivre ou en aluminium doivent avoir une section d'au moins 25 mm<sup>2</sup>.

##### 4.3.2 Le rapport entre les diamètres de deux brins différents d'une même âme ne doit pas dépasser 2.

##### 4.3.3 Le nombre de brins de chaque âme doit être au moins égal au nombre minimal spécifié au tableau II. Le nombre minimal des brins n'est pas imposé pour les sections de 1 200 mm<sup>2</sup> à 2 000 mm<sup>2</sup>.

##### 4.3.4 La résistance à 20 °C de chaque âme ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée au tableau II.

#### 5. *Âmes souples (classes 5 et 6)*

Les âmes souples doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

##### 5.1 Les âmes doivent être en cuivre recuit nu ou revêtu d'une couche métallique.

##### 5.2 Les brins de chaque âme doivent tous avoir le même diamètre nominal.

##### 5.3 Le diamètre des brins de chaque âme ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée au tableau III ou au tableau IV.

#### 4.2 *Stranded circular non-compacted conductors (Class 2)*

Stranded circular non-compacted conductors shall comply with the following requirements:

##### 4.2.1 Conductors shall consist of:

- plain or metal-coated annealed copper;
- or plain or metal-coated aluminium or aluminium alloy;
- or metal-clad aluminium;
- or metal-coated metal-clad aluminium.

Stranded aluminium conductors shall normally have a cross-sectional area not less than 10 mm<sup>2</sup>, but 4 mm<sup>2</sup> and 6 mm<sup>2</sup> may be used subject to the special considerations of the suitability of the conductor for the type of cable and its applications.

4.2.2 The wires in each conductor shall all have the same nominal diameter.

4.2.3 The number of wires in each conductor shall be not less than the appropriate minimum number given in Table II. The minimum number of wires is not specified for cross-sectional areas from 1 200 mm<sup>2</sup> to 2 000 mm<sup>2</sup>.

4.2.4 The resistance of each conductor at 20 °C shall not exceed the appropriate maximum value given in Table II.

#### 4.3 *Stranded compacted circular conductors and stranded shaped conductors (Class 2)*

Stranded compacted circular conductors and stranded-shaped conductors shall comply with the following requirements:

##### 4.3.1 Conductors shall consist of:

- plain or metal-coated annealed copper;
- or plain aluminium or aluminium alloy.

Stranded compacted circular aluminium conductors shall have a cross-sectional area not less than 16 mm<sup>2</sup>. Stranded shaped copper or aluminium conductors shall have a cross-sectional area not less than 25 mm<sup>2</sup>.

4.3.2 The ratio of the diameters of two different wires in the same conductor shall not exceed 2.

4.3.3 The number of wires in each conductor shall be not less than the appropriate minimum number given in Table II. The minimum number of wires is not specified for cross-sectional areas from 1 200 mm<sup>2</sup> to 2 000 mm<sup>2</sup>.

4.3.4 The resistance of each conductor at 20 °C shall not exceed the appropriate maximum value given in Table II.

#### 5. *Flexible conductors (Classes 5 and 6)*

Flexible conductors shall comply with the following requirements:

5.1 Conductors shall consist of plain or metal-coated annealed copper.

5.2 The wires in each conductor shall all have the same nominal diameter.

5.3 The diameter of the wires in each conductor shall not exceed the appropriate maximum value given in Table III or Table IV.

- 5.4 La résistance à 20 °C de chaque âme ne doit pas dépasser la valeur maximale spécifiée au tableau III ou au tableau IV.

#### 6. Contrôle de la conformité aux articles 4 et 5

La conformité aux prescriptions des paragraphes 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 5.1, 5.2, et 5.3 est vérifiée sur le câble complet par examen et, lorsque cela est possible, par mesure.

La conformité aux prescriptions des paragraphes 4.1.4, 4.2.4, 4.3.4 et 5.4 est vérifiée soit par la mesure de la résistance de chaque conducteur sur une longueur complète de conducteur ou de câble et par la mesure de la longueur de ce conducteur ou câble, soit par les mêmes mesures effectuées sur un échantillon d'au moins 1 m de long, du conducteur ou du câble.

Si nécessaire, la correction à effectuer pour ramener la mesure de résistance à 20 °C et à 1 km de longueur, s'effectue en utilisant la formule suivante:

$$R_{20} = R_t \times k_t \times \frac{1\,000}{L}$$

dans laquelle:

$R_{20}$  est la résistance à 20 °C, en ohms par kilomètre

$R_t$  est la résistance, en ohms, mesurée sur une longueur de  $L$  m de conducteur ou câble, à la température de  $t$  °C

$k_t$  est le facteur de correction de température pour la température de  $t$  °C

$L$  est la longueur du conducteur ou câble en mètres

$t$  est la température de l'âme au moment de la mesure en degrés Celsius

Le tableau V donne des valeurs du facteur de correction de température  $k_t$  pour une gamme courante de température. Les valeurs sont déduites de la formule:

$$k_t = \frac{1}{1 + 0,004 (t - 20)} = \frac{250}{230 + t}$$

Cette formule est approximative mais donne des valeurs pratiques dont la précision est en accord avec celle que l'on peut normalement obtenir dans les mesures de température et de longueur des conducteurs ou câbles.

Les formules plus exactes donnant les facteurs de correction de température pour le cuivre et l'aluminium sont:

*Ames en cuivre*      Nu ou revêtu d'une couche métallique

$$k_{tCu} = \frac{254,5}{234,5 + t} = \frac{1}{1 + 0,003\,93 (t - 20)}$$

5.4 The resistance of each conductor at 20 °C shall not exceed the appropriate maximum value given in Table III or Table IV.

## 6. Check of compliance with Clauses 4 and 5

Compliance with the requirements of Sub-Clauses 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 5.1, 5.2 and 5.3 shall be checked on the completed cable by inspection and by measurement where practicable.

Compliance with the requirements of Sub-Clauses 4.1.4, 4.2.4, 4.3.4 and 5.4 shall be checked either by measuring the resistance of the conductor over the complete length of cable or flexible cord and dividing by the length of the cable or flexible cord, or by similar measurements made on a sample of cable or flexible cord at least 1 m long.

If necessary, correction to 20 °C and 1 km length shall be made by applying the following formula:

$$R_{20} = R_t \times k_t + \frac{1\,000}{L}$$

where:

$R_{20}$  is the resistance at 20 °C, in ohms per kilometre

$R_t$  is the measured resistance of  $L$  m of cable or flexible cord at  $t$  °C, in ohms

$k_t$  is the temperature correction factor for resistance at the temperature of  $t$  °C

$L$  is the length of the cable or flexible cord in metres

$t$  is the temperature of the conductor at the time of measurement in degrees Celsius

Values of the temperature correction factor  $k_t$  are given in Table V for a normal range of temperatures. The values are based on the following formula:

$$k_t = \frac{1}{1 + 0.004(t - 20)} = \frac{250}{230 + t}$$

This formula is approximate, but gives practical values well within the accuracies which can normally be achieved in the measurements of conductor temperature and length of cable or flexible cord.

The more exact formulae for the temperature correction factors for copper and aluminium are:

*Copper conductors*      Plain or metal-coated

$$k_{tCu} = \frac{254.5}{234.5 + t} = \frac{1}{1 + 0.003\,93(t - 20)}$$

*Ames en aluminium ou alliage d'aluminium* Nu ou revêtu d'une couche métallique, plaqué de métal ou plaqué de métal revêtu d'une couche métallique.

$$k_{tAl} = \frac{248}{228 + t} = \frac{1}{1 + 0,004\,03 (t - 20)}$$

Les valeurs des coefficients de température sont données dans la Publication 28 de la CEI: Spécification internationale d'un cuivre-type recuit, et dans la Publication 111 de la CEI: Recommandation concernant la résistivité des fils en aluminium écroui dur industriel pour conducteurs électriques.

TABLEAU I

Classe 1

*Ames massives pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs*

1	2	3	4
Section nominale  mm <sup>2</sup>	Résistance maximale de l'âme à 20 °C		
	Ames en cuivre de section circulaire		Ames circulaires ou sectoriales en aluminium, nu ou revêtu d'une couche métallique ou plaqué de métal Ω/km
	Nu Ω/km	Revêtu d'une couche métallique Ω/km	
0,5	36,0	36,7	—
0,75	24,5	24,8	—
1	18,1	18,2	—
1,5	12,1	12,2	18,1 <sup>2)</sup>
2,5	7,41	7,56	12,1 <sup>2)</sup>
4	4,61	4,70	7,41 <sup>2)</sup>
6	3,08	3,11	4,61 <sup>2)</sup>
10	1,83	1,84	3,08 <sup>2)</sup>
16	1,15	1,16	1,91 <sup>2)</sup>
25	0,727 <sup>1)</sup>	—	1,20
35	0,524 <sup>1)</sup>	—	0,868
50	0,387 <sup>1)</sup>	—	0,641
70	0,268 <sup>1)</sup>	—	0,443
95	0,193 <sup>1)</sup>	—	0,320
120	0,153 <sup>1)</sup>	—	0,253
150	0,124 <sup>1)</sup>	—	0,206
185	—	—	0,164
240	—	—	0,125
300	—	—	0,100

<sup>1)</sup> Voir le paragraphe 4.1.2.

<sup>2)</sup> Ames en aluminium de 1,5 mm<sup>2</sup> à 16 mm<sup>2</sup>: uniquement en sections circulaires. Voir le paragraphe 4.1.3.

Aluminium or aluminium alloy

Plain or metal-coated or metal-clad or metal-coated metal-clad.

$$k_{tAl} = \frac{248}{228 + t} = \frac{1}{1 + 0.004\,03(t - 20)}$$

The values for the temperature resistance coefficients are given in IEC Publication 28: International Standard of Resistance for Copper, and IEC Publication 111: Recommendation for the Resistivity of Commercial Hard-drawn Aluminium Electrical Conductor Wire.

TABLE I

Class I

Solid conductors for single-core and multicore cables

1	2	3	4
Nominal cross-sectional area  mm <sup>2</sup>	Maximum resistance of conductor at 20 °C		
	Circular copper conductors		Aluminium conductors circular or shaped, plain, metal-coated or metal-clad  Ω/km
	Plain  Ω/km	Metal-coated  Ω/km	
0.5	36.0	36.7	—
0.75	24.5	24.8	—
1	18.1	18.2	—
1.5	12.1	12.2	18.1 <sup>2)</sup>
2.5	7.41	7.56	12.1 <sup>2)</sup>
4	4.61	4.70	7.41 <sup>2)</sup>
6	3.08	3.11	4.61 <sup>2)</sup>
10	1.83	1.84	3.08 <sup>2)</sup>
16	1.15	1.16	1.91 <sup>2)</sup>
25	0.727 <sup>1)</sup>	—	1.20
35	0.524 <sup>1)</sup>	—	0.868
50	0.387 <sup>1)</sup>	—	0.641
70	0.268 <sup>1)</sup>	—	0.443
95	0.193 <sup>1)</sup>	—	0.320
120	0.153 <sup>1)</sup>	—	0.253
150	0.124 <sup>1)</sup>	—	0.206
185	—	—	0.164
240	—	—	0.125
300	—	—	0.100

<sup>1)</sup> See Sub-clause 4.1.2.<sup>2)</sup> Aluminium conductors 1.5 mm<sup>2</sup> to 16 mm<sup>2</sup> circular only. See Sub-clause 4.1.3.

TABLEAU II

Classe 2

Ames câblées pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Section nominale  mm <sup>2</sup>	Nombre minimal de brins de l'âme						Résistance maximale de l'âme à 20 °C		
	Ame circulaire (non rétreinte)		Ame circulaire rétreinte		Ame sectoriale		Ames en cuivre		Ames en aluminium, brins nus ou revêtus d'une couche métallique, ou plaqués de métal
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Brins nus	Brins revêtus d'une couche métallique	
							Ω/km	Ω/km	Ω/km
0,5	7	—	—	—	—	—	36,0	36,7	—
0,75	7	—	—	—	—	—	24,5	24,8	—
1	7	—	—	—	—	—	18,1	18,2	—
1,5	7	—	6	—	—	—	12,1	12,2	—
2,5	7	—	6	—	—	—	7,41	7,56	—
4	7	7 <sup>2)</sup>	6	—	—	—	4,61	4,70	7,41
6	7	7 <sup>2)</sup>	6	—	—	—	3,08	3,11	4,61
10	7	7	6	—	—	—	1,83	1,84	3,08
16	7	7	6	6	—	—	1,15	1,16	1,91
25	7	7	6	6	6	6	0,727	0,734	1,20
35	7	7	6	6	6	6	0,524	0,529	0,868
50	19	19	6	6	6	6	0,387	0,391	0,641
70	19	19	12	12	12	12	0,268	0,270	0,443
95	19	19	15	15	15	15	0,193	0,195	0,320
120	37	37	18	15	18	15	0,153	0,154	0,253
150	37	37	18	15	18	15	0,124	0,126	0,206
185	37	37	30	30	30	30	0,0991	0,100	0,164
240	61	61	34	30	34	30	0,0754	0,0762	0,125
300	61	61	34	30	34	30	0,0601	0,0607	0,100
400	61	61	53	53	53	53	0,0470	0,0475	0,0778
500	61	61	53	53	53	53	0,0366	0,0369	0,0605
630	91	91	53	53	53	53	0,0283	0,0286	0,0469
800	91	91	53	53	—	—	0,0221	0,0224	0,0367
1000	91	91	53	53	—	—	0,0176	0,0177	0,0291
1200		<sup>1)</sup>		<sup>1)</sup>				0,0151	0,0247
(1400) <sup>3)</sup>		<sup>1)</sup>		<sup>1)</sup>				0,0129	0,0212
1600		<sup>1)</sup>		<sup>1)</sup>				0,0113	0,0186
(1800) <sup>3)</sup>		<sup>1)</sup>		<sup>1)</sup>				0,0101	0,0165
2000		<sup>1)</sup>		<sup>1)</sup>				0,0090	0,0149

<sup>1)</sup> Nombre minimal de brins non spécifié.<sup>2)</sup> Voir le paragraphe 4.2.1.<sup>3)</sup> Les sections entre parenthèses ne sont pas préférentielles.

TABLE II

Class 2

*Stranded conductors for single-core and multicore cables*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nominal cross-sectional area	Minimum number of wires in the conductor						Maximum resistance of conductor at 20 °C		
	Circular conductor (non-compacted)		Circular compacted conductor		Shaped conductor		Copper conductor		Aluminium conductor, plain metal-coated or metal-clad wires
	Plain wires	Metal-coated wires	Plain wires	Metal-coated wires	Plain wires	Metal-coated wires	Plain wires	Metal-coated wires	
mm <sup>2</sup>	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Ω/km	Ω/km	Ω/km
0.5	7	—	—	—	—	—	36.0	36.7	—
0.75	7	—	—	—	—	—	24.5	24.8	—
1	7	—	—	—	—	—	18.1	18.2	—
1.5	7	—	6	—	—	—	12.1	12.2	—
2.5	7	—	6	—	—	—	7.41	7.56	—
4	7	7 <sup>2)</sup>	6	—	—	—	4.61	4.70	7.41
6	7	7 <sup>2)</sup>	6	—	—	—	3.08	3.11	4.61
10	7	7	6	—	—	—	1.83	1.84	3.08
16	7	7	6	6	—	—	1.15	1.16	1.91
25	7	7	6	6	6	6	0.727	0.734	1.20
35	7	7	6	6	6	6	0.524	0.529	0.868
50	19	19	6	6	6	6	0.387	0.391	0.641
70	19	19	12	12	12	12	0.268	0.270	0.443
95	19	19	15	15	15	15	0.193	0.195	0.320
120	37	37	18	15	18	15	0.153	0.154	0.253
150	37	37	18	15	18	15	0.124	0.126	0.206
185	37	37	30	30	30	30	0.0991	0.100	0.164
240	61	61	34	30	34	30	0.0754	0.0762	0.125
300	61	61	34	30	34	30	0.0601	0.0607	0.100
400	61	61	53	53	53	53	0.0470	0.0475	0.0778
500	61	61	53	53	53	53	0.0366	0.0369	0.0605
630	91	91	53	53	53	53	0.0283	0.0286	0.0469
800	91	91	53	53	—	—	0.0221	0.0224	0.0367
1 000	91	91	53	53	—	—	0.0176	0.0177	0.0291
1 200	1)	—	1)	—	—	—	—	0.0151	0.0247
(1 400) <sup>3)</sup>	1)	—	1)	—	—	—	—	0.0129	0.0212
1 600	1)	—	1)	—	—	—	—	0.0113	0.0186
(1 800)	1)	—	1)	—	—	—	—	0.0101	0.0165
2 000 <sup>3)</sup>	1)	—	1)	—	—	—	—	0.0090	0.0149

1) Minimum number of wires not specified.

2) See Sub-clause 4.2.1.

3) The sizes in brackets are non-preferred.

TABLEAU III

Classe 5

*Ames souples en cuivre pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs*

1	2	3	4
Section nominale mm <sup>2</sup>	Diamètre maximal des brins de l'âme mm	Résistance maximale de l'âme à 20 °C	
		Brins nus Ω/km	Brins revêtus d'une couche métallique Ω/km
0,5	0,21	39,0	40,1
0,75	0,21	26,0	26,7
1	0,21	19,5	20,0
1,5	0,26	13,3	13,7
2,5	0,26	7,98	8,21
4	0,31	4,95	5,09
6	0,31	3,30	3,39
10	0,41	1,91	1,95
16	0,41	1,21	1,24
25	0,41	0,780	0,795
35	0,41	0,554	0,565
50	0,41	0,386	0,393
70	0,51	0,272	0,277
95	0,51	0,206	0,210
120	0,51	0,161	0,164
150	0,51	0,129	0,132
185	0,51	0,106	0,108
240	0,51	0,0801	0,0817
300	0,51	0,0641	0,0654
400	0,51	0,0486	0,0495
500	0,61	0,0384	0,0391
630	0,61	0,0287	0,0292

TABLE III

## Class 5

*Flexible copper conductors for single-core and multicore cables*

1	2	3	4
Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup>	Maximum diameter of wires in conductor mm	Maximum resistance of conductor at 20 °C	
		Plain wires Ω/km	Metal-coated wires Ω/km
0.5	0.21	39.0	40.1
0.75	0.21	26.0	26.7
1	0.21	19.5	20.0
1.5	0.26	13.3	13.7
2.5	0.26	7.98	8.21
4	0.31	4.95	5.09
6	0.31	3.30	3.39
10	0.41	1.91	1.95
16	0.41	1.21	1.24
25	0.41	0.780	0.795
35	0.41	0.554	0.565
50	0.41	0.386	0.393
70	0.51	0.272	0.277
95	0.51	0.206	0.210
120	0.51	0.161	0.164
150	0.51	0.129	0.132
185	0.51	0.106	0.108
240	0.51	0.0801	0.0817
300	0.51	0.0641	0.0654
400	0.51	0.0486	0.0495
500	0.61	0.0384	0.0391
630	0.61	0.0287	0.0292

TABLEAU IV

Classe 6

*Ames souples en cuivre pour câbles monoconducteurs et multiconducteurs*

1	2	3	4
Section nominale mm <sup>2</sup>	Diamètre maximal des brins de l'âme mm	Résistance maximale de l'âme à 20 °C	
		Brins nus Ω/km	Brins revêtus d'une couche métallique Ω/km
0,5	0,16	39,0	40,1
0,75	0,16	26,0	26,7
1	0,16	19,5	20,0
1,5	0,16	13,3	13,7
2,5	0,16	7,98	8,21
4	0,16	4,95	5,09
6	0,21	3,30	3,39
10	0,21	1,91	1,95
16	0,21	1,21	1,24
25	0,21	0,780	0,795
35	0,21	0,554	0,565
50	0,31	0,386	0,393
70	0,31	0,272	0,277
95	0,31	0,206	0,210
120	0,31	0,161	0,164
150	0,31	0,129	0,132
185	0,41	0,106	0,108
240	0,41	0,0801	0,0817
300	0,41	0,0641	0,0654

TABLE IV

Class 6

*Flexible copper conductors for single-core and multicore cables*

1	2	3	4
Nominal cross-sectional area mm <sup>2</sup>	Maximum diameter of wires in conductor mm	Maximum resistance of conductor at 20 °C	
		Plain wires Ω/km	Metal-coated wires Ω/km
0.5	0.16	39.0	40.1
0.75	0.16	26.0	26.7
1	0.16	19.5	20.0
1.5	0.16	13.3	13.7
2.5	0.16	7.98	8.21
4	0.16	4.95	5.09
6	0.21	3.30	3.39
10	0.21	1.91	1.95
16	0.21	1.21	1.24
25	0.21	0.780	0.795
35	0.21	0.554	0.565
50	0.31	0.386	0.393
70	0.31	0.272	0.277
95	0.31	0.206	0.210
120	0.31	0.161	0.164
150	0.31	0.129	0.132
185	0.41	0.106	0.108
240	0.41	0.0801	0.0817
300	0.41	0.0641	0.0654

TABLEAU V

*Facteurs de correction de température  $k_t$  à appliquer à la mesure de résistance de l'âme effectuée à  $t$  °C pour la ramener à 20 °C*

Température de l'âme à l'instant de la mesure $t$ °C	Facteur de correction $k_t$
5	1,064
6	1,059
7	1,055
8	1,050
9	1,046
10	1,042
11	1,037
12	1,033
13	1,029
14	1,025
15	1,020
16	1,016
17	1,012
18	1,008
19	1,004
20	1,000
21	0,996
22	0,992
23	0,988
24	0,984
25	0,980
26	0,977
27	0,973
28	0,969
29	0,965
30	0,962

Les valeurs du facteur de correction de température  $k_t$  figurant dans le tableau sont basées sur un coefficient de température de 0,004 par °C à 20 °C. Voir l'article 6.

TABLE V

Temperature correction factors  $k_t$  for conductor resistance to correct the measured resistance at  $t$  °C to 20 °C

Temperature of conductor at time of measurement $t$ °C	Correction factor $k_t$
5	1.064
6	1.059
7	1.055
8	1.050
9	1.046
10	1.042
11	1.037
12	1.033
13	1.029
14	1.025
15	1.020
16	1.016
17	1.012
18	1.008
19	1.004
20	1.000
21	0.996
22	0.992
23	0.988
24	0.984
25	0.980
26	0.977
27	0.973
28	0.969
29	0.965
30	0.962

The values of correction factors  $k_t$  in the table are based on a resistance-temperature coefficient of 0.004 per °C at 20 °C. See Clause 6.

**Autres publications de la CEI préparées  
par le Comité d'Etudes N° 20**

- 55: — Essais des câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique.
- 55-1 (1965) Première partie: Câbles pour des tensions alternatives de 10 kV à 66 kV inclus (à l'exclusion des câbles à pression de gaz à remplissage d'huile fluide et à imprégnation non migrante).  
Modification n° 1 (1967).
- 55-2 (1965) Deuxième partie: Câbles à imprégnation non migrante pour des tensions alternatives de 10 kV à 33 kV inclus (à l'exclusion des câbles à pression de gaz).  
Modification n° 1 (1967).
- 141: — Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires.
- 141-1 (1976) Première partie: Câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 400 kV.
- 141-2 (1963) Deuxième partie: Câbles à pression de gaz interne et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV.  
Modification n° 1 (1967).
- 141-3 (1963) Troisième partie: Câbles à pression de gaz externe (à compression de gaz) et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV.  
Modification n° 1 (1967).
- 173 (1964) Couleurs pour les conducteurs des câbles souples.
- 183 (1965) Guide au choix des câbles à haute tension.
- 227 (1967) Câbles souples isolés au polychlorure de vinyle à âmes circulaires et de tension nominale ne dépassant pas 750 V.  
Modification n° 1 (1969).  
Modification n° 2 (1973).
- 227A (1972) Premier complément: Conducteurs pour filerie interne des appareils électrodomestiques.
- 227B (1977) Deuxième complément: Câbles souples méplats sous gaine de polychlorure de vinyle pour ascenseurs et câbles pour connexions flexibles.
- 229 (1966) Essais de revêtements de protection contre la corrosion des gaines métalliques de câbles.  
Modification n° 1 (1970).
- 230 (1966) Essais de choc des câbles et de leurs accessoires.
- 245 (1967) Câbles souples isolés au caoutchouc à âmes circulaires et de tension nominale ne dépassant pas 750 V.  
Modification n° 1 (1969).  
Modification n° 2 (1970).  
Modification n° 3 (1972).  
Modification n° 4 (1973).  
Modification n° 5 (1975).
- 287 (1969) Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100%).  
Première édition (1969) comprenant les Modifications n° 1 (1971) et n° 2 (1974).  
Modification n° 3 (1977).
- 331 (1970) Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu.
- 332 (1970) Caractéristiques des câbles électriques retardant la propagation de la flamme.  
Modification n° 1 (1977).
- 502 (1978) Câbles de transport d'énergie isolés par diélectriques massifs extrudés pour des tensions assignées de 1 kV à 30 kV.
- 540 (1976) Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).
- 541 (1976) Comparaison des câbles souples de la CEI et des câbles souples de l'Amérique du Nord.

**Other IEC publications prepared  
by Technical Committee No. 20**

- 55: — Tests on impregnated paper insulated metal-sheathed cables.
- 55-1 (1965) Part 1: Cables for alternating voltages from 10 kV up to and including 66 kV (excluding gas-pressure, oil-filled and non-draining cables).  
Amendment No. 1 (1967).
- 55-2 (1965) Part 2: Non-draining cables for alternating voltages from 10 kV up to and including 33 kV (excluding gas-pressure cables).  
Amendment No. 1 (1967).
- 141: — Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories.
- 141-1 (1976) Part 1: Oil-filled, paper insulated, metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 400 kV.
- 141-2 (1963) Part 2: Internal gas-pressure cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV.  
Amendment No. 1 (1967).
- 141-3 (1963) Part 3: External gas-pressure (gas compression) cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV.  
Amendment No. 1 (1967).
- 173 (1964) Colours of the cores of flexible cables and cords.
- 183 (1965) Guide to the selection of high-voltage cables.
- 227 (1967) Polyvinyl chloride insulated flexible cables and cords with circular conductors and a rated voltage not exceeding 750 V.  
Amendment No. 1 (1969).  
Amendment No. 2 (1973).
- 227A (1972) First supplement: Single-core cable for internal wiring of household appliances.
- 227B (1977) Second supplement: Flat polyvinyl chloride sheathed flexible lift cables and cables for flexible connections.
- 229 (1966) Tests on anti-corrosion protective coverings of metallic cable sheaths.  
Amendment No. 1 (1970).
- 230 (1966) Impulse tests on cables and their accessories.
- 245 (1967) Rubber insulated flexible cables and cords with circular conductors and a rated voltage not exceeding 750 kV.  
Amendment No. 1 (1969).  
Amendment No. 2 (1970).  
Amendment No. 3 (1972).  
Amendment No. 4 (1973).  
Amendment No. 5 (1975).
- 287 (1969) Calculation of the continuous current rating of cables (100% load factor).  
First edition (1969) incorporating Amendments No. 1 (1971) and No. 2 (1974).  
Amendment No. 3 (1977).
- 331 (1970) Fire-resisting characteristics of electric cables.
- 332 (1970) Flame-retardant characteristics of electric cables.  
Amendment No. 1 (1977).
- 502 (1978) Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV up to 30 kV.
- 540 (1976) Test methods for insulation and sheaths of electric cables and cords (elastomeric and thermoplastic compounds).
- 541 (1976) Comparative information on IEC and North-American flexible cord types.