NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61238-1

Deuxième édition
Second edition
2003-05

Raccords sertis et à serrage mécanique pour câbles d'énergie de tensions assignées inférieures ou égales à 30 kV (U_m = 36 kV) –

Partie 1: Méthodes et prescriptions d'essais

Compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV (U_m = 36 kV) –

Part 1: Test methods and requirements

© IEC 2003 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XA

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 6
INTRODUCTION 10

1 Domaine d'application et objet 12
2 Références normatives 14
3 Définitions 14
4 Symboles 18
5 Généralités 20
5.1 Ame 20
5.2 Raccords et outils de mise en œuvre 20
5.3 Etendue de l'acceptation 20
6 Essais électriques 22
6.1 Installation 22
6.2 Mesures 24
6.3 Essai de cycles thermiques 26
6.4 Evaluation des résultats 32
6.5 Prescriptions 34
7 Essais mécaniques 34
7.1 Méthode 34
7.2 Prescriptions 34
8 Rapport d'essai 36

Annexe A (normative) Egaliseurs et leur préparation 50
Annexe B (normative) Mesures 54
Annexe C (informative) Recommandations pour améliorer la précision des mesures 56
Annexe D (informative) Détermination de la valeur du courant de court-circuit 58
Annexe E (normative) Méthode de calcul 60
Annexe F (informative) Explications de la méthode de calcul 70
Annexe G (informative) Explications du profil de température 104
Annexe H (informative) Explications de la méthode statistique d'évaluation des résultats d'essai sur les raccords électriques 108

Figure 1 – Circuits d'essai typiques pour raccords de jonction et cosses d'extrémité 38
Figure 2 – Circuit d'essai typique pour les raccords de dérivation 40
Figure 3 – Cas typiques de mesures de résistance 46
Figure 4 – Deuxième cycle thermique 48
Figure A.1 – Préparation des égaliseurs 52
Figure E.1 – Exemple graphique d'évaluation d'un raccord individuel de Classe A 64
Figure F.1 – Courbe des facteurs de résistance et du paramètre δ avant le cycle thermique 1 80
Figure F.2 – Courbe des facteurs de résistance k^{ij}, des facteurs de résistance moyens estimés $\bar{k}_{i.}$, et de la moyenne globale estimée $\bar{k}$ 84

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 11

1 Scope and object 13
2 Normative references 15
3 Definitions 15
4 Symbols 19
5 General 21
5.1 Conductor 21
5.2 Connectors and tooling 21
5.3 Range of approval 21
6 Electrical tests 23
6.1 Installation 23
6.2 Measurements 25
6.3 Heat cycle test 27
6.4 Assessment of results 33
6.5 Requirements 35
7 Mechanical tests 35
7.1 Method 35
7.2 Requirements 35
8 Test report 37

Annex A (normative) Equalizers and their preparation 51
Annex B (normative) Measurements 55
Annex C (informative) Recommendations to improve accuracy of measurement 57
Annex D (informative) Determination of the value of the short-circuit-current 59
Annex E (normative) Calculation method 61
Annex F (informative) Explanation of the calculation method 71
Annex G (informative) Explanation of the temperature profile 105
Annex H (informative) Explanation of the statistical method of assessing results of tests on electrical connectors 109

Figure 1 – Typical test circuit for through connectors and terminal lugs 39
Figure 2 – Typical test circuit for branch connectors 41
Figure 3 – Typical cases of resistance measurements 47
Figure 4 – Second heat cycle 49
Figure A.1 – Preparation of equalizers 53
Figure E.1 – Graphic example of assessment of an individual connector for Class A 65
Figure F.1 – Plot of connector resistance factors and parameter δ before heat cycle 1 81
Figure F.2 – Plot of resistance factors k^{ij}, estimated mean resistance factors $\bar{k}_{i.}$ and estimated overall mean $\bar{k}$ 85

Figure F.3 – Tracé des facteurs de résistance moyens estimés $\bar{k}_{i.}$, de la moyenne globale estimée $\bar{k}$ et du paramètre β.....86

Figure F.4 – Vieillissement typique d'un raccord électrique (k_{lim} facteur limite de résistance; t_L durée de vie).....88

Figure F.5 – Tracé des facteurs de résistance, des valeurs ajustées, ordonnée à l'origine et pente estimées.....90

Figure F.6 – Tracé des valeurs ajustées, des résiduels et du paramètre M^i.....92

Figure F.7 – Tracé de l'intervalle de confiance à 90 % pour la réponse moyenne et le paramètre S^i.....96

Figure F.8 – Tracé des paramètres M^i, S^i et D^i et de la droite de régression.....98

Tableau 1 – Durée minimale de chauffage sous intensité élevée.....30

Tableau 2 – Prescriptions pour l'essai électrique.....34

Tableau 3 – Effort de traction pour les essais mécaniques.....34

Tableau A.1 – Dimensions des égaliseurs.....50

Tableau F.1 – Indices.....70

Tableau F.2 – Variables mesurées.....70

Tableau F.3 – Constantes.....70

Tableau F.4 – Calcul des variables.....72

Tableau F.5 – Paramètres mesurés régulièrement.....74

Tableau F.6 – Nombre de facteurs de résistance k^{ij} pour les raccords de Classe A.....76

Tableau F.7 – Facteurs de résistance des raccords k^i, pour la Classe A, en fonction de la variable intermédiaire x, de la dispersion initiale δ, et de la dispersion moyenne β.....82

Tableau F.8 – Nombre de rapports de facteurs de résistance pour les raccords de Classe A.....100

Tableau F.9 – Températures maximales enregistrées pendant les cycles thermiques.....102

Tableau H.1 – Résumé des prescriptions.....112

Figure F.3 – Plot of estimated mean resistance factors $\bar{k}_{i.}$, estimated overall mean $\bar{k}$ and parameter β 87
Figure F.4 – Typical ageing behaviour of an electrical connector (k_{lim} limiting resistance factor; t_L lifetime) 89
Figure F.5 – Plot of the resistance factors, fitted values, estimated intercept and estimated slope 91
Figure F.6 – Plot of the fitted values, residuals and parameter M^i 93
Figure F.7 – Plot of the pointwise 90 % confidence interval for the mean response and parameter S^i 97
Figure F.8 – Plot of parameters M^i, S^i and D^i with regression line 99

Table 1 – Minimum elevated current heating time 31
Table 2 – Electrical test requirements 35
Table 3 – Tensile force for mechanical tests 35
Table A.1 – Equalizer dimensions 51
Table F.1 – Indices 71
Table F.2 – Measured variables 71
Table F.3 – Constants 71
Table F.4 – Calculated variables 73
Table F.5 – Repeatedly measured parameters 75
Table F.6 – Number of calculated connector resistance factors k^{ij} for Class A connectors 77
Table F.7 – Connector resistance factors k^{ij} for Class A connectors related to the dummy variable x, the initial scatter δ and the mean scatter β 83
Table F.8 – Number of resistance factor ratios for connectors of Class A 101
Table F.9 – Recorded maximum temperatures during heat cycling 103
Table H.1 – Summary of requirements 113

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RACCORDS SERTIS ET À SERRAGE MÉCANIQUE POUR CÂBLES D'ÉNERGIE DE TENSIONS ASSIGNÉES INFÉRIEURES OU ÉGALES À 30 kV (U_m = 36 kV) –

Partie 1: Méthodes et prescriptions d'essais

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant des questions techniques, représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales; ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61238-1 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1993, et constitue une révision technique.

Par rapport à l'édition précédente, les modifications techniques majeures sont les suivantes:

a) Le domaine d'application est désormais restreint aux raccords destinés aux câbles d'énergie de tension assignée inférieure ou égale à 30 kV (U_m = 36 kV);
b) La notion de mesure directe de résistance a été introduite, en variante de la mesure indirecte, avec des tolérances associées;
c) Des limites de température ont été indiquées pour les raccords à perforation d'isolant, en fonction de la nature de l'enveloppe isolante;
d) Pour les essais de court-circuit, des tolérances sur la durée ont été indiquées et des recommandations ont été introduites pour les fortes sections;
e) Certains critères d'acceptation ont été révisés et harmonisés entre les raccords à serrage mécanique et les raccords sertis;
f) L'information devant figurer dans le rapport d'essai a été ajoutée;
g) Des annexes informatives ont été introduites, donnant des indications sur la précision des mesures, la méthode de calcul, le profil de température et la méthode d'évaluation statistique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMPRESSION AND MECHANICAL CONNECTORS FOR POWER CABLES FOR RATED VOLTAGES UP TO 30 kV (U_m = 36 kV) –

Part 1: Test methods and requirements

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61238-1 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1993 and constitutes a technical revision.

Significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

a) The scope is now restricted to connectors to be used on power cables for rated voltages up to 30 kV (U_m = 36 kV);
b) The concept of direct measurement of resistance has been introduced as an alternative to the indirect measurement, with associated tolerances;
c) Temperature limits have been given for insulation piercing connectors, depending on the type of cable insulation;
d) For short-circuit tests, tolerances have been given on the duration and recommendations have been given for large cross-sections;
e) Some approval criteria have been revised and harmonized between mechanical connectors and compression connectors;
f) The information to be included in the test report has been added;
g) Informative annexes have been added, with information on measuring accuracy, the calculation method, the temperature profile and the statistical method.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20/599/FDIS	20/632/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2012. A cette date, la publication sera

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

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

FDIS	Report on voting
20/599/FDIS	20/632/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2012. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61238 traite des essais de type pour les raccords sertis et à serrage mécanique, utilisables sur les âmes en cuivre ou en aluminium de câbles d'énergie de tensions assignées inférieures ou égales à 30 kV (U_m = 36 kV). Quand un type de connexion répond aux prescriptions de cette norme, il est attendu qu'en service:

a) la résistance de la connexion reste stable;

b) la température du raccord soit du même ordre de grandeur ou inférieure à celle de l'âme;

c) la tenue mécanique soit adéquate pour l'utilisation envisagée;

d) si l'utilisation prévue nécessite l'application de courants de court-circuit, celle-ci n'affecte ni a), ni b).

Il convient de signaler que, si les essais électriques et mécaniques spécifiés dans la présente norme doivent prouver l'adéquation des raccords pour la plupart des conditions de fonctionnement, ils ne s'appliquent pas nécessairement aux situations dans lesquelles un raccord peut être porté à une température élevée du fait de la connexion à des équipements subissant des contraintes très sévères, ou si le raccord est soumis à des vibrations ou à des chocs mécaniques excessifs ou à des conditions de corrosion. Dans ces différents cas, il peut être nécessaire que les essais de la présente norme soient complétés par des essais spéciaux définis d'un commun accord entre le fournisseur et l'acheteur.

INTRODUCTION

This part of IEC 61238 deals with type tests for compression and mechanical connectors for use on copper or aluminium conductors of power cables for rated voltages up to 30 kV (U_m = 36 kV). When a design of connector meets the requirements of this standard, then it is expected that in service:

a) the resistance of the connection will remain stable;

b) the temperature of the connector will be of the same order or less than that of the conductor;

c) the mechanical strength will be fit for the purpose;

d) if the intended use demands it, application of short-circuit currents will not affect a) and b).

It should be stressed that, although the electrical and mechanical tests specified in this standard are to prove the suitability of connectors for most operating conditions, they do not necessarily apply to situations where a connector may be raised to a high temperature by virtue of connection to highly rated plant, or where the connector is subjected to excessive mechanical vibration or shock or to corrosive conditions. In these instances, the tests in this standard may need to be supplemented by special tests agreed between supplier and purchaser.

RACCORDS SERTIS ET À SERRAGE MÉCANIQUE POUR CÂBLES D'ÉNERGIE DE TENSIONS ASSIGNÉES INFÉRIEURES OU ÉGALES À 30 kV (U_m = 36 kV) –

Partie 1: Méthodes et prescriptions d'essais

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61238 est applicable aux raccords sertis et à serrage mécanique pour câbles d'énergie de tensions assignées inférieures ou égales à 30 kV (U_m = 36 kV), par exemple pour les câbles enterrés ou ceux installés à l'intérieur des bâtiments, ayant

a) des âmes conformes aux prescriptions de la CEI 60228 et de la CEI 60228A, de section nominale au moins égale à 10 mm^2 pour le cuivre et au moins égale à 16 mm^2 pour l'aluminium,

b) une température maximale de fonctionnement en service permanent au plus égale à 90 °C.

La présente norme n'est pas applicable aux raccords pour conducteurs aériens, qui sont conçus pour des prescriptions mécaniques spécifiques, ni aux raccords des connecteurs séparables équipés d'un contact glissant, ni aux raccords multipolaires (c'est-à-dire les connecteurs à arceau).

Bien qu'il ne soit pas possible de définir avec précision les conditions d'utilisation pour toutes les applications, deux grandes classes de raccords ont été définies.

Classe A

Il s'agit des raccords destinés à la distribution d'électricité ou aux réseaux industriels, dans lesquels ils peuvent être soumis à des courts-circuits d'intensité et de durée relativement élevées. En conséquence, les raccords de Classe A sont adaptés à la majorité des applications.

Classe B

Il s'agit des raccords destinés aux réseaux dans lesquels les surcharges ou les courts-circuits sont rapidement éliminés par des dispositifs de protection installés, par exemple des fusibles à coupure rapide.

Selon leur application, les raccords sont soumis aux essais suivants:

Classe A: cycles thermiques et essais de court-circuit;

Classe B: cycles thermiques uniquement.

L'objet de la présente norme est de définir les méthodes d'essais de type et les prescriptions à appliquer aux raccords sertis et à serrage mécanique utilisables sur les câbles d'énergie à conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Antérieurement, les acceptations des produits ont été prononcées sur la base de normes et spécifications nationales et/ou la démonstration d'un comportement satisfaisant en service. La publication de la présente norme CEI ne rend pas caduques les acceptations existantes. Toutefois, les produits acceptés selon les normes ou spécifications antérieures ne peuvent se prévaloir d'une acceptation selon la présente norme CEI que s'ils ont été essayés spécifiquement selon les modalités qui y sont indiquées.

COMPRESSION AND MECHANICAL CONNECTORS FOR POWER CABLES FOR RATED VOLTAGES UP TO 30 kV (U_m = 36 kV) –

Part 1: Test methods and requirements

1 Scope and object

This part of IEC 61238 applies to compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV (U_m = 36 kV), e.g. buried cables or cables installed in buildings, having

a) conductors complying with IEC 60228 and IEC 60228A with cross-sectional areas 10 mm^2 and greater for copper and 16 mm^2 and greater for aluminium,

b) a maximum continuous conductor temperature not exceeding 90 °C.

This standard is not applicable to connectors for overhead conductors, which are designed for special mechanical requirements, or to separable connectors with a sliding contact or multi-core connectors (i.e. ring connectors).

Although it is not possible to define precisely the service conditions for all applications, two broad classes of connectors have been identified.

Class A

These are connectors intended for electricity distribution or industrial networks in which they can be subjected to short-circuits of relatively high intensity and duration. As a consequence, Class A connectors are suitable for the majority of applications.

Class B

These are connectors for networks in which overloads or short-circuits are rapidly cleared by the installed protective devices, e.g. fast-acting fuses.

Depending on the application, the connectors are subjected to the following tests:

Class A: heat cycle and short-circuit tests;

Class B: heat cycle tests only.

The object of this standard is to define the type test methods and requirements, which apply to compression and mechanical connectors for power cables with copper or aluminium conductors.

Formerly, approval for such products has been achieved on the basis of national standards and specifications and/or the demonstration of satisfactory service performance. The publication of this IEC standard does not invalidate existing approvals. However, products approved according to these earlier standards or specifications cannot claim approval to this IEC standard unless specifically tested to it.

Une fois ces essais effectués, il n'est pas nécessaire de les répéter, à moins que des modifications n'aient été introduites dans le matériau du raccord, dans sa conception ou dans son procédé de fabrication, susceptibles d'en modifier les caractéristiques de fonctionnement.

2 Références normatives

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

CEI 60050(461):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 461: Câbles électriques*
Amendement 1 (1993)

CEI 60228:1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 60228A:1982, Premier supplément – *Ames des câbles isolés – Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires*

CEI 60493-1:1974, *Guide pour l'analyse statistique de données d'essai de vieillissement – Première partie: Méthodes basées sur les valeurs moyennes de résultats d'essais normalement distribués*

After they have been made, these tests need not be repeated unless changes are made in the connector material, design or manufacturing process which might affect the performance characteristics.

2 Normative references

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

IEC 60050(461):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 461: Electric cables*
Amendment 1 (1993)

IEC 60228:1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60228A:1982, First supplement – *Conductors of insulated cables – Guide to the dimensional limits of circular conductors*

IEC 60493-1:1974, *Guide for the statistical analysis of ageing test data – Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test results*