



**ABNT - Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (21) 3974-2300
Fax: (21) 220-1762/220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2002,
ABNT—Associação Brasileira de
Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

ABR 2002

NBR NM-280

Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)

Origem: NM 280:2002

ABNT/CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade

NBR NM 280 - Conductors of insulated cables

Descriptors: Conductor. Cable

Esta Norma cancela e substitui as NBR 6552:1988, NBR 6880:1997 e

NBR 8183:1983

Válida a partir de 31.05.2002

Palavras-chave: Conductor. Cabo

24 páginas

Prefácio nacional

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, deles fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

O Projeto de Norma MERCOSUL, elaborado no âmbito do CSM 01 - Comitê Setorial MERCOSUL de Eletricidade, circulou para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados sob o número 01:00-00049.

A ABNT adotou, como Norma Brasileira por indicação do seu ABNT/CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade, a norma MERCOSUL NM 280.

**NORMA
MERCOSUR**

NM 280:2002

Primera edición
2002-05-15

Conductores de cables aislados (IEC 60228, MOD)

Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)



**ASOCIACIÓN
MERCOSUR
DE NORMALIZACIÓN**

Número de referencia
NM 280:2002



Índice

Introducción

1 Objeto

2 Clasificación

3 Materiales

4 Cables para instalaciones fijas

5 Conductores flexibles (clases 5 y 6)

6 Verificación de conformidad con los apartados 4 y 5

Anexo A (normativo) - Complemento A a la norma IEC 60228:1978 - Conductores de cables aislados - Guía para los límites dimensionales de conductores circulares

Anexo B (normativo) - Adaptaciones a la IEC 60228 aplicables al ámbito del MERCOSUR

Sumário

Introdução

1 Objetivo

2 Classificação

3 Materiais

4 Cabos para instalações fixas

5 Condutores flexíveis (classes 5 e 6)

6 Verificação da conformidade com as seções 4 e 5

Anexo A (normativo) - Suplemento A à norma IEC 60228:1978 - Condutores de cabos isolados - Guia para os limites dimensionais de condutores circulares

Anexo B (normativo) - Adaptações da IEC 60228 aplicáveis no âmbito do MERCOSUL



Prefacio

La AMN - Asociación MERCOSUR de Normalización - tiene por objeto promover y adoptar las acciones para la armonización y la elaboración de las Normas en el ámbito del Mercado Común del Sur - MERCOSUR, y está integrada por los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La AMN desarrolla su actividad de normalización por medio de los CSM - Comités Sectoriales MERCOSUR - creados para campos de acción claramente definidos.

Los Proyectos de Norma MERCOSUR, elaborados en el ámbito de los CSM, circulan para votación nacional por intermedio de los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La homologación como Norma MERCOSUR por parte de la Asociación MERCOSUR de Normalización requiere la aprobación por consenso de sus miembros.

Esta Norma MERCOSUR es una adopción modificada de la norma IEC 60228:1978 - *Conductors of insulated cables*, con las diferencias indicadas a continuación, y fue preparada por el Comité Sectorial MERCOSUR de Normalización (CSM 01 - Electricidad) habiendo sido aprobada a votación final en la reunión realizada en San Pablo, el 26 y 27 de noviembre de 1998.

Los anexos A y B son normativos.

Las diferencias que existen en esta Norma MERCOSUR en relación con la norma IEC 60228:1978 están resumidas a continuación:

Prefácio

A AMN - Associação MERCOSUL de Normalização - tem por objetivo promover e adotar as ações para a harmonização e a elaboração das Normas no âmbito do Mercado Comum do Sul - MERCOSUL, e é integrada pelos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A AMN desenvolve sua atividade de normalização por meio dos CSM - Comitês Setoriais MERCOSUL - criados para campos de ação claramente definidos.

Os Projetos de Norma MERCOSUL, elaborados no âmbito dos CSM, circulam para votação nacional por intermédio dos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A homologação como Norma MERCOSUL por parte da Associação MERCOSUL de Normalização requer a aprovação por consenso de seus membros.

Esta Norma MERCOSUL é uma adoção modificada da IEC 60228:1978 - *Conductors of insulated cables*, com as diferenças indicadas a seguir, e foi preparada pelo Comitê Setorial MERCOSUL de Normalização (CSM 01 - Eletricidade), tendo sido aprovada para votação final na reunião realizada em São Paulo, em 26 e 27 de novembro de 1998.

Os anexos A e B são normativos.

As diferenças que existem nesta Norma MERCOSUL em relação à norma IEC 60228:1978 estão resumidas a seguir:



- se adicionaron las características mecánicas (alargamiento de rotura) y eléctricas (conductibilidad IACS) de los alambres de cobre desnudos y revestidos, después de la trefilación y recocido y antes de cualquier otro proceso de fabricación. Por ser requerido en la Argentina, se incluyó el alargamiento a la rotura de los alambres retirados del conductor ya terminado;

- se mantuvieron los requisitos de los conductores flexibles de la Clase 4, especificados en la 1ª edición de la IEC 60228:1966. Los requisitos y la tabla correspondientes se indican en el anexo B (apartado B.4 y tabla B.4);

- para los conductores no compactos de la Clase 2, se admitió una diferencia entre los diámetros de los alambres constitutivos del conductor, de hasta el 10%, para el caso de adoptarse una construcción combinada, con el objeto de evitar la penetración de la aislación en los intersticios del conductor, cuando es aplicada bajo presión y temperatura. Para conductores de 19 alambres cableados en el mismo sentido (*unilay*) se admitió una diferencia en el diámetro de los alambres en la segunda corona de hasta el 25% (ver 4.2.2);

- para ciertas construcciones, se incorporaron los pasos de cableado máximos que son aplicables solamente en la Argentina (ver 4.2.2 y B.3);

- se incorporaron para todas las clases, la sección 2 mm², la cual es aplicable solamente en Paraguay y Uruguay;

- se incorporó en el anexo A, la Publicación IEC 60228 A - Complemento a la norma IEC 60228.

- adicionadas características mecânicas (alongamento à ruptura) e elétricas (condutibilidade IACS) dos fios de cobre nus e revestidos, após a trefilação e o recozimento e antes de qualquer outro processo de fabricação. Por ser requerido na Argentina, inclui-se o alongamento à ruptura dos fios retirados de condutores prontos;

- mantidos os condutores flexíveis da Classe 4, especificados na 1ª edição da IEC 60228, de 1966. Os requisitos e a tabela correspondentes constam do anexo B (seção B.4 e tabela B.4);

- para os condutores não-compactados da Classe 2, admite-se uma diferença entre os diâmetros dos fios componentes do condutor de até 10%, no caso de se adotar a construção combinada, com o objetivo de se evitar a penetração da isolação nos interstícios do condutor, quando aplicada sob pressão e temperatura. Para condutores de 19 fios, encordoados no mesmo sentido (*unilay*), admite-se uma diferença no diâmetro dos fios da segunda coroa de até 25% (ver 4.2.2);

- para certas construções, são estabelecidos passos máximos de encordoamento que são aplicáveis somente para a Argentina (ver 4.2.2 e B.3);

- inclui-se, para todas as classes, a seção 2 mm², que é aplicável somente para o Paraguai e Uruguai;

- é incorporada , no anexo A, a Publicação IEC 60228A - Suplemento à IEC 60228.

Otras publicaciones IEC citadas en esta Norma:

IEC 60028:1925 - *International Standard of resistance for copper*

IEC 60111:1983 - *Recommendation for the resistivity of commercial hard-drawn aluminium electrical conductor wire**

*** Withdrawn and replaced by IEC 60889:1987: Hard-drawn aluminium for overhead line conductors**

NOTA - En esta Norma se emplearon los caracteres siguientes:

Requisitos: en tipo Arial 10

Notas aclaratorias: en tipo Arial pequeño

Modificaciones y agregados a la norma IEC: en tipo itálico; negrita

Outras publicações IEC citadas nesta Norma:

IEC 60028:1925 - *International Standard of resistance for copper*

IEC 60111:1983 - *Recommendation for the resistivity of commercial hard-drawn aluminium electrical conductor wire**

*** Withdrawn and replaced by IEC 60889:1987: Hard-drawn aluminium for overhead line conductors**

NOTA - Nesta Norma, empregam-se os caracteres seguintes:

Requisitos: em tipo Arial 10

Notas de esclarecimento: em tipo Arial pequeno

Modificações ou adições à norma IEC: em tipo itálico; negrito



Conductores de cables aislados (IEC 60228, MOD)

Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)

Introducción

Esta Norma MERCOSUR está basada en la norma IEC 60228:1978 y en su Modificación N° 1:1993, las cuales sustituyen a la primera edición publicada en 1966.

Modificación - Esta Norma también incorpora (ver anexo A) la publicación 60228 A:1982 - Primer Complemento a la norma IEC 60228:1978.

Esta Norma está destinada a servir de guía a los Comités Técnicos del MERCOSUR, para la elaboración de normas de cables eléctricos y a los Comités Nacionales, para la elaboración de normas para uso en sus propios países. Se recomienda que estos Comités utilicen en las aplicaciones particulares los conductores apropiados de las tablas de esta Norma general, ya sea incluyendo los detalles aplicables en las normas de cables o haciendo referencia a esta Norma.

En la preparación de esta edición, los objetivos principales fueron los de tener en cuenta la experiencia y los desarrollos que ocurrieron desde que fue publicada la primera edición y de simplificar la Norma, hasta el límite compatible con los aspectos técnicos y económicos.

La cantidad de clases de conductores se ha reducido a cuatro. Hay dos clases de conductores para los cables para instalaciones fijas: la Clase 1, sólo incluye a los conductores unifilares (macizos) y la Clase 2, para conductores cableados. Para conductores flexibles hay dos clases; éstas se corresponden muy aproximadamente con las clases 5 y 6 de la edición de 1966. Estos números de clases han sido mantenidos para preservar la continuidad y evitar cualquier confusión. Las clases 3 y 4 han sido suprimidas dado que han sido relativamente poco usadas, y las clases 2 y 5 respectivamente son consideradas adecuadas para la mayoría de las aplicaciones para las que se han empleado las clases 3 y 4.

Modificación - A los efectos de esta Norma MERCOSUR, la cantidad de clases es cinco (tres para conductores flexibles), teniendo en vista que se ha mantenido (por tiempo indeterminado) la Clase 4, por ser de uso frecuente en los países del MERCOSUR. Ver tabla en el anexo B.

Introdução

Esta Norma MERCOSUL baseia-se na revisão da norma IEC 60228:1978 e em sua Emenda N° 1:1993, que substituíram a primeira edição, publicada em 1966.

Modificação - Esta Norma também incorpora (ver anexo A) a publicação 60228 A:1982 - Primeiro Suplemento à norma IEC 60228:1978.

Esta Norma destina-se a servir de guia aos Comitês Técnicos do MERCOSUL para a elaboração de normas de cabos elétricos e aos Comitês Nacionais para a elaboração de normas para uso em seus próprios países. É recomendado que esses Comitês escolham, nas tabelas desta Norma geral, os condutores apropriados às aplicações particulares com as quais estão envolvidos, seja incluindo os detalhes aplicáveis nas especificações dos cabos, seja fazendo as referências adequadas a esta Norma.

Na preparação desta edição, os objetivos principais foram o de ter em conta a experiência e os desenvolvimentos ocorridos desde a publicação da primeira edição e o de simplificar a Norma, até o limite compatível com os aspectos técnicos e econômicos.

O número de classes de condutor foi reduzido para quatro. Existem duas classes de condutores para cabos para instalações fixas: a Classe 1 destina-se somente a condutores sólidos e a Classe 2 a condutores encordoados. Para condutores flexíveis, existem duas classes; como elas correspondem estreitamente às classes 5 e 6 da edição de 1966, esses números de classe foram mantidos para preservar a continuidade e evitar confusão. As classes 3 e 4 foram suprimidas, na medida em que elas são relativamente pouco usadas e as classes 2 e 5, respectivamente, são consideradas adequadas para a maioria das aplicações em que as classes 3 e 4 têm sido empregadas.

Modificação - Para os efeitos desta Norma MERCOSUL, o número de classes é cinco (três para condutores flexíveis), tendo em vista que é mantida (por tempo indeterminado) a Classe 4, de uso freqüente nos países do MERCOSUL. Ver tabela no anexo B.



La cantidad de valores diferentes de resistencia eléctrica máxima especificada, para los diferentes tipos de conductor de la misma sección nominal, fue reducida de la forma siguiente:

En las clases 1 y 2, los conductores del mismo material y de la misma sección nominal tienen la misma resistencia máxima en las dos clases tanto para los cables unipolares como para los multipolares, independientemente de que los conductores sean de sección circular, de sección compacta o sectoriales. Sin embargo, para evitar divergencias demasiado grandes con los valores anteriores, se han mantenido las diferencias entre el cobre desnudo y el cobre revestido de una capa metálica.

También para estas dos clases, la resistencia eléctrica máxima especificada, para cada sección nominal de conductor de aluminio, en la gama de secciones menores o iguales que 10 mm^2 , es igual a la de sección normalizada de cobre inmediatamente menor. Ello tiene por objeto asegurar una equivalencia de resistencia eléctrica entre los cables de instalación de cobre y de aluminio de pequeñas secciones. Para las secciones de 16 mm^2 y mayores se conservaron los valores diferentes de resistencia para los conductores de cobre y de aluminio.

Se han especificado los mismos valores de resistencia para conductores de aluminio sin revestimiento metálico que para aleación de aluminio. Para alcanzar esa normalización de valores de resistencia, puede haber una variación en los diámetros de los alambres utilizados para la misma sección nominal, conforme con el material particular utilizado.

Los valores de resistencia adoptados para las clases 1 y 2 son iguales a los previstos para la Clase 2 de la edición 1966, para cables multipolares de sección nominal de $2,5 \text{ mm}^2$ hasta 400 mm^2 y para los cables unipolares de secciones mayores que 400 mm^2 . Para las secciones de hasta $1,5 \text{ mm}^2$, para las cuales la diferencia entre las resistencias de Clase 1 y de Clase 2 en la edición de 1966, eran mayores a las de las otras secciones, fueron adoptados los valores menores especificados para cables multipolares de Clase 1 de la edición 1966, con el fin de evitar un gran aumento de los valores de resistencia.

Para conductores flexibles de las clases 5 y 6, se han previsto solamente conductores de cobre. Los valores de resistencia para las dos clases son los mismos y corresponden a los valores de resistencia para cables multipolares de Clase 5 de la edición 1966, manteniéndose la diferencia entre conductores de cobre desnudos y de cobre revestidos.

O número de valores diferentes de resistência elétrica máxima especificada, para tipos diferentes de condutor de mesma seção nominal, foi reduzido conforme segue:

Para as classes 1 e 2, os condutores de mesmo material e mesma seção nominal têm a mesma resistência máxima especificada, para ambas as classes e tanto para cabos de um condutor como para cabos multipolares, com condutores circulares, circulares compactados ou de formato não-circular. Entretanto, para evitar grandes divergências em relação aos valores anteriores, foram mantidas as diferenças entre condutores de cobre nu e de cobre revestido de uma camada metálica.

Também para essas duas classes, a resistência elétrica máxima especificada para cada seção nominal de condutor de alumínio, na gama de seções inferiores ou iguais a 10 mm^2 , é igual a da seção normalizada de condutor de cobre imediatamente inferior. Isso tem por objetivo proporcionar uma equivalência de resistência elétrica entre os condutores de pequenas seções de cobre e alumínio. Para seções de 16 mm^2 e superiores, foram conservados os valores diferentes de resistência para os condutores de cobre e de alumínio.

São especificados os mesmos valores de resistência para condutores de alumínio, sem revestimento metálico, e para liga de alumínio. Para se alcançar essa padronização de valores de resistência, pode haver uma variação nos diâmetros dos fios utilizados para a mesma seção nominal, conforme o material particular utilizado.

Para os condutores das classes 1 e 2, os valores de resistência adotados são iguais aos que eram especificados para cabos multipolares da Classe 2, na edição de 1966, para as seções nominais de $2,5 \text{ mm}^2$ até 400 mm^2 , e iguais aos especificados para cabos de um condutor da Classe 2, para seções acima de 400 mm^2 . Para as seções até $1,5 \text{ mm}^2$, para as quais as diferenças entre as resistências da Classe 1 e da Classe 2, na edição de 1966, eram superiores às das outras seções foram adotados os menores valores especificados na edição de 1966 para cabos multipolares da Classe 1, com o objetivo de evitar um grande incremento nos valores de resistência.

Para condutores flexíveis das classes 5 e 6, são incluídos somente condutores de cobre. Os valores de resistência dessas duas classes são os mesmos e correspondem aos valores de resistência para cabos multipolares especificados para cabos multipolares da Classe 5, na edição de 1966, tendo sido mantidas as diferenças entre condutores de cobre nu e de cobre revestido.



Modificación - A los efectos de esta Norma MERCOSUR, las disposiciones para las clases 5 y 6 se aplican también a la Clase 4. Ver anexo B.

Como resultado de la simplificación obtenida al unificar las resistencias de los cables unipolares y multipolares y de las diferentes formas del conductor, el método de cálculo de las resistencias, incluido en la edición de 1966, ya no es aplicable rigurosamente y por eso se ha suprimido. Sin embargo, el resumen siguiente, indica la forma en la que los valores actuales se han deducido de los valores precedentes y proporciona, en caso necesario, el modo de determinar su origen.

Clase 1 y Clase 2 / Classe 1 e Classe 2

- Conductores de cobre / Condutores de cobre

Hasta 1,5 mm² Conforme con la Clase 1 para cables multipolares, de la edición 1966./
Até 1,5 mm² Conforme a Classe 1, condutores para cabos multipolares, da edição de 1966.

2,5 mm² hasta 400 mm² Conforme con la Clase 2 para cables multipolares de la edición 1966./
2,5 mm² até 400 mm² Conforme a Classe 2, condutores para cabos multipolares, da edição de 1966.

500 mm² y mayores Conforme con la Clase 2 de conductores para cables unipolares de la edición 1966./
500 mm² e superiores Conforme a Classe 2, condutores para cabos de um condutor, da edição de 1966.

- Conductores de aluminio / Condutores de alumínio

Hasta 10 mm² Conforme con la sección nominal de cobre normalizado inmediatamente inferior./
Até 10 mm² Conforme a seção nominal de cobre normalizada imediatamente inferior.

16 mm² hasta 400 mm² Conforme con la Clase 2 de conductores para cables multipolares de la edición 1966./
16 mm² até 400 mm² Conforme a Classe 2, condutores para cabos multipolares, da edição de 1966.

500 mm² y mayores Conforme con la Clase 2 de conductores para cables unipolares de la edición 1966./
500 mm² e superiores Conforme a Classe 2, condutores para cabos de um condutor, da edição de 1966.

Clase 5 y Clase 6

Conforme con la Clase 5 de conductores para cables multipolares de la edición 1966.

La tabla 5, que da los factores para la corrección de la temperatura, fue simplificada para adaptarla a los mismos factores de corrección para el cobre y para el aluminio. Se considera que esa tabla da valores prácticos en conformidad con la exactitud que puede normalmente ser obtenida en la medición de la temperatura del conductor y en la longitud del cable. No obstante, se dan igualmente fórmulas más exactas para calcular separadamente los factores de corrección para el cobre y para el aluminio.

Modificação - Para os efeitos desta Norma MERCOSUL, as disposições para as classes 5 e 6 aplicam-se também à Classe 4. Ver anexo B.

Como resultado da simplificação obtida pela combinação das resistências de cabos de um condutor e multipolares e de diferentes formas de condutores em valores comuns de resistência, o método de cálculo de resistência existente na edição de 1966 não pode mais ser aplicado de forma rigorosa e é omitido nesta edição. Entretanto, o sumário seguinte, que fornece a forma pela qual os valores atuais foram estabelecidos, constitui um meio de se determinar, se necessário, a sua origem.

Classe 5 e Classe 6

Conforme a Classe 5 para cabos multipolares da edição de 1966.

A tabela 5, que fornece os fatores para a correção da temperatura, foi simplificada pela adoção de fator de correção idêntico para o cobre e para o alumínio. Considera-se que essa tabela fornece valores práticos em conformidade com a exatidão que pode normalmente ser obtida na medição da temperatura e do comprimento do cabo. Entretanto, são também fornecidas equações mais exatas para o cálculo dos fatores de correção para o cobre e para o alumínio, separadamente.



1 Objeto

Esta Norma especifica las secciones nominales normalizadas de 0,5 mm² hasta 2 000 mm², así como también los diámetros, la cantidad de alambres y los valores de resistencia eléctrica, de los conductores para cables eléctricos y cordones flexibles, aislados.

Esta Norma no se aplica a conductores para telecomunicaciones, siendo aplicable a conductores de diseño especial únicamente cuando así lo indique la norma correspondiente para el tipo de cable particular. Los conductores de diseño especial, son por ejemplo, los conductores para cables bajo presión, conductores para cables extraflexibles para máquinas de soldar a arco, para ciertos tipos de cables flexibles, cuyos conductores aislados (venas) son reunidos con pasos inusualmente cortos.

2 Clasificación

Los conductores fueron divididos en cuatro clases: 1, 2, 5 y 6.

Los conductores de las clases 1 y 2 se destinan al uso en cables para instalaciones fijas, la Clase 1 esta constituida por conductores unifilares (macizos) y la Clase 2 por conductores multifilares cableados.

Los conductores de las clases 5 y 6 se destinan al uso en cables y cordones flexibles, siendo la Clase 6 más flexible que la Clase 5.

Modificación - A los efectos de esta Norma MERCOSUR, se consideraron cinco clases, pues se mantuvo la Clase 4, especificada en la edición de 1966. La Clase 4 se destina igualmente a la misma aplicación que las clases 5 y 6, teniendo una flexibilidad menor que esas clases. Ver anexo B.

3 Materiales

Los conductores pueden ser de:

- cobre recocido con o sin revestimiento metálico, ó
- aluminio sin revestimiento metálico, o aleación de aluminio según lo especificado para los diferentes tipos de conductor en el capítulo 4.

La expresión "revestimiento metálico" significa un revestimiento por medio de una capa delgada de metal apropiado, tal como estaño, aleación de estaño o aleación de plomo.

1 Objetivo

Esta Norma especifica as seções nominais padronizadas de 0,5 mm² a 2 000 mm², bem como o número e diâmetros dos fios e valores de resistência elétrica para condutores de cabos elétricos e cordões flexíveis, isolados.

Esta Norma não se aplica a condutores para telecomunicações, sendo aplicável a condutores de projeto especial somente quando indicada na especificação para o tipo particular de cabo. Condutores de projeto especial são, por exemplo, condutores de cabos sob pressão, condutores de cabos extraflexíveis para máquinas de soldar a arco ou condutores para tipos especiais de cabos flexíveis, cujas veias são reunidas com passos muito inferiores aos usuais.

2 Classificação

Os condutores foram divididos em quatro classes: 1, 2, 5 e 6.

Os condutores das classes 1 e 2 destinam-se ao uso em cabos para instalações fixas, a Classe 1 constituindo-se de condutores sólidos e a Classe 2 de condutores encordoados.

Os condutores das classes 5 e 6 são destinados ao uso em cabos e cordões flexíveis, sendo a Classe 6 mais flexível que a Classe 5.

Modificação - Para os efeitos desta Norma MERCOSUL, consideram-se cinco classes, pois é mantida a Classe 4, especificada na edição de 1966. A Classe 4 destina-se ao mesmo tipo de aplicação das classes 5 e 6, tendo flexibilidade menor que as dessas classes. Ver anexo B.

3 Materiais

O condutor pode consistir de:

- cobre mole com ou sem revestimento metálico, ou
- alumínio sem revestimento metálico ou liga de alumínio, conforme especificado para os diferentes tipos de condutor na seção 4.

O termo "revestimento metálico" significa revestimento com uma camada fina de metal apropriado, tal como estanho, liga de estanho ou liga de chumbo.



4 Cables para instalaciones fijas

4.1 Conductores unifilares (macizos) (Clase 1)

Los conductores unifilares (macizos) deben satisfacer los requisitos siguientes:

4.1.1 Los conductores unifilares deben ser de:

- cobre recocido con o sin revestimiento metálico;
- aluminio sin revestimiento metálico o aleación de aluminio.

4.1.2 Los conductores unifilares de cobre deben ser de sección circular.

Los conductores de cobre unifilares de secciones nominales iguales o mayores que 25 mm², indicados en la tabla 1, no se destinan al uso general sino a tipos de cable particulares.

4.1.3 Los conductores de aluminio unifilares (macizos) de secciones iguales o menores que 16 mm², deben ser de sección circular. Las secciones iguales o mayores que 25 mm², deben ser circulares para cables unipolares y pueden ser de sección circular o sectorial para cables multipolares.

Los conductores de sección igual o mayor que 95 mm², pueden ser subdivididos como máximo, en cinco segmentos.

4.1.4 La resistencia eléctrica de cada conductor, a 20°C, no será mayor que el valor máximo correspondiente, dado en la tabla 1.

4.2 Conductores cableados de sección circular no compactos (Clase 2)

Los conductores cableados de sección circular no compactos deben satisfacer los requisitos siguientes:

4.2.1 Los conductores deben ser de:

- cobre recocido con o sin revestimiento metálico;
- aluminio sin revestimiento metálico o aleación de aluminio.

Los conductores cableados de aluminio, normalmente tendrán una sección nominal no menor que 10 mm², pero pueden utilizarse secciones de 4 mm² y 6 mm², cuando están sujetas a consideraciones especiales de adecuación del conductor al tipo de cable y a sus aplicaciones.

4 Cabos para instalações fixas

4.1 Conductores sólidos (Clase 1)

Os condutores sólidos devem satisfazer aos seguintes requisitos:

4.1.1 Os condutores devem consistir de:

- cobre mole com ou sem revestimento metálico, ou
- alumínio sem revestimento metálico ou liga de alumínio.

4.1.2 Os condutores sólidos de cobre devem ser de seção circular.

Condutores sólidos de cobre possuindo seções nominais iguais ou superiores a 25 mm², incluídos na tabela 1, destinam-se a tipos de cabos particulares e não para uso geral.

4.1.3 Condutores sólidos de alumínio de seções iguais ou inferiores a 16 mm² devem ser de seção circular. Seções iguais ou superiores a 25 mm² devem ser circulares, para cabos de um condutor e podem ser circulares ou não-circulares, para cabos multipolares.

Condutores de seções nominais iguais ou superiores a 95 mm² podem ser subdivididos, no máximo, em cinco segmentos.

4.1.4 A resistência elétrica de cada condutor, a 20°C, não deve exceder o valor máximo correspondente dado na tabela 1.

4.2 Condutores encordoados circulares não-compactados (Clase 2)

Os condutores encordoados circulares não-compactados devem satisfazer aos seguintes requisitos:

4.2.1 Os condutores devem consistir de:

- cobre mole com ou sem revestimento metálico, ou
- alumínio sem revestimento metálico ou liga de alumínio.

Os condutores encordoados de alumínio normalmente devem possuir seção nominal não inferior a 10 mm², mas as seções 4 mm² e 6 mm² podem ser utilizadas, desde que submetidas a considerações especiais sobre a adequação desse condutor ao tipo de cabo e às suas aplicações.



4.2.2 Todos los alambres de cada conductor deben tener el mismo diámetro nominal.

Modificación - A los efectos de esta Norma MERCOSUR, se admite una diferencia entre los diámetros individuales de los alambres de hasta el 10%, en el caso de ser adoptada una construcción con alambres de diámetros mayores en la corona exterior (construcción combinada), a fin de evitar la penetración de la aislación en el conductor, cuando esta es aplicada y reticulada bajo presión. Para conductores de 19 alambres cableados en el mismo sentido (unilay) se admite una diferencia de los alambres en la segunda corona de hasta el 25%.

Los pasos máximos de cableado, se aplican solamente en la Argentina. Ver anexo B.

4.2.3 La cantidad de alambres de cada conductor no será menor que la mínima especificada en la tabla 2. La cantidad mínima de alambres no se especifica para las secciones nominales de 1 200 mm² a 2 000 mm².

4.2.4 La resistencia eléctrica de cada conductor, a 20°C, no será mayor que el valor máximo correspondiente, dado en la tabla 2.

4.3 Conductores cableados de sección circular compactos o sectoriales (Clase 2)

Los conductores cableados de sección circular compactos, y los sectoriales, deben satisfacer los requisitos siguientes:

4.3.1 Los conductores deben ser de:

- cobre recocido con o sin revestimiento metálico, o
- aluminio sin revestimiento metálico o aleación de aluminio.

Los conductores cableados de sección circular compactos de aluminio, tendrán una sección nominal no menor que 16 mm². Los conductores cableados de sección sectorial de cobre o de aluminio, tendrán una sección nominal no menor que 25 mm².

4.3.2 La relación de diámetros entre dos alambres diferentes del mismo conductor no será mayor que 2.

4.3.3 La cantidad de alambres de cada conductor no será menor que la mínima dada en la tabla 2. La cantidad mínima de alambres no se especifica para las secciones de 1 200 mm² a 2 000 mm².

4.2.2 Todos os fios de cada condutor devem possuir o mesmo diâmetro nominal.

Modificação - Para os efeitos desta Norma MERCOSUL, é admitida uma diferença entre os diâmetros individuais dos fios de até 10%, no caso de se adotar uma construção com fios de diâmetros maiores na coroa externa (construção combinada), a fim de se evitar a penetração da isolação no condutor, quando esta é aplicada e reticulada sob pressão. Para condutores de 19 fios, encordoados no mesmo sentido (unilay), admite-se uma diferença no diâmetro dos fios da segunda coroa de até 25%.

Os passos máximos de encordoamento aplicam-se somente para a Argentina. Ver anexo B.

4.2.3 O número de fios de cada condutor não deve ser inferior ao número mínimo correspondente dado na tabela 2. O número mínimo de fios não é especificado para as seções de 1 200 mm² a 2 000 mm².

4.2.4 A resistência elétrica de cada condutor, a 20°C, não deve exceder o valor máximo correspondente dado na tabela 2.

4.3 Condutores encordoados circulares compactados e encordoados não-circulares (Classe 2)

Os condutores encordoados circulares compactados e os condutores encordoados não-circulares devem satisfazer aos seguintes requisitos:

4.3.1 Os condutores devem consistir de:

- cobre mole com ou sem revestimento metálico, ou
- alumínio sem revestimento metálico ou liga de alumínio.

Os condutores encordoados circulares compactados de alumínio devem possuir seção nominal não inferior a 16 mm². Os condutores encordoados não-circulares de cobre ou de alumínio devem possuir seção nominal não inferior a 25 mm².

4.3.2 A relação entre os diâmetros de dois fios diferentes no mesmo condutor não deve ser superior a 2.

4.3.3 O número de fios de cada condutor não deve ser inferior ao número mínimo correspondente, dado na tabela 2. O número mínimo de fios não é especificado para as seções de 1 200 mm² a 2 000 mm².



4.3.4 La resistencia eléctrica de cada conductor, a 20°C, no será mayor que el valor máximo dado en la tabla 2.

5 Conductores flexibles (clases 5 y 6)

Modificación - Para la Clase 4, ver anexo B.

Los conductores flexibles deben satisfacer los requisitos siguientes:

5.1 Los conductores serán de cobre recocido con o sin revestimiento metálico.

5.2 Todos los alambres de cada conductor tendrán un mismo diámetro nominal.

5.3 Los diámetros de los alambres de cada conductor, no serán mayores que los valores máximos dados en las tablas 3 ó 4.

5.4 La resistencia eléctrica de cada conductor, a 20°C, no será mayor que el valor máximo correspondiente, dado en las tablas 3 ó 4.

Modificación - A los efectos de esta Norma MERCOSUR, los alambres de los conductores deben ser retorcidos, con paso apropiado a la aplicación del cable. Los pasos máximos de cableado se aplican solamente en la Argentina (Ver B.3).

6 Verificación de conformidad con los apartados 4 y 5

La conformidad con los requisitos establecidos en 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, 5.3 **y anexo B** será verificada en el cable completo, por inspección y, cuando sea posible, por medición.

La conformidad con los requisitos establecidos en 4.1.4, 4.2.4, 4.3.4, 5.4 **y B.4.4**, será verificada por medición de la resistencia eléctrica de cada conductor sobre el largo completo del cable o cable flexible (cordón) y dividiendo luego ese valor por el largo del cable o cable flexible (cordón) o por mediciones similares efectuadas en una muestra de por lo menos 1 m de longitud de cable o cable flexible (cordón). De ser necesario, una corrección a 20°C y a 1 kilómetro de longitud, será realizada aplicando la fórmula siguiente:

$$R_{20} = R_t \times k_t \times \frac{1000}{L}$$

siendo:

R_{20} la resistencia eléctrica a 20°C, en ohm por kilómetro (Ω/km);

4.3.4 A resistência elétrica de cada condutor, a 20°C, não deve exceder o valor máximo correspondente dado na tabela 2.

5 Condutores flexíveis (classes 5 e 6)

Modificação - Para a classe 4, ver anexo B.

Os condutores flexíveis devem satisfazer aos seguintes requisitos:

5.1 Os condutores devem consistir de cobre mole com ou sem revestimento metálico.

5.2 Todos os fios de cada condutor devem possuir o mesmo diâmetro nominal.

5.3 O diâmetro dos fios de cada condutor não deve ser superior ao valor máximo correspondente, dado na tabela 3 ou 4.

5.4 A resistência elétrica de cada condutor, a 20°C, não deve exceder o valor máximo correspondente dado na tabela 3 ou 4.

Modificação - Para os efeitos desta Norma MERCOSUL, os fios dos condutores devem ser torcidos, com passo apropriado à aplicação do cabo. Os passos máximos de encordoamento aplicam-se somente para a Argentina (Ver B.3).

6 Verificação da conformidade com as seções 4 e 5

A conformidade com os requisitos de 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, 5.3 **e anexo B** deve ser verificada no cabo completo, por inspeção e, quando possível, por medição.

A conformidade com os requisitos de 4.1.4, 4.2.4, 4.3.4, 5.4 **e B.4.4** deve ser verificada pela medição da resistência elétrica do condutor em comprimento de cabo ou cordão flexível completo e dividindo-a pelo comprimento do cabo ou cordão flexível ou por medições similares feitas em uma amostra de pelo menos 1 m de comprimento de cabo ou cordão flexível. Quando necessário, a correção para 20°C e 1 km de comprimento pode ser feita por meio da seguinte equação:

onde:

R_{20} é a resistência a 20°C, em ohms por quilômetro (Ω/km);



R_t la resistencia eléctrica medida de L metros de cable o cable flexible (cordón) a t °C, en ohm (Ω);

k_t el factor de corrección de temperatura para la resistencia eléctrica, a la temperatura de t °C;

L el largo del cable o cable flexible (cordón), en metros (m);

t la temperatura del conductor, en el momento de la medición, en grados Celsius (°C).

Los valores del factor de corrección con la temperatura k_t están dados en la tabla 5 para una gama usual de temperaturas. Esos valores están basados en la fórmula siguiente:

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

Esta fórmula es aproximada, pero da valores prácticos dentro del grado de exactitud que se puede normalmente obtener en las mediciones de la temperatura y del largo del cable o cable flexible (cordón).

Las fórmulas más exactas para el cálculo de los factores de corrección para el cobre o para el aluminio son:

- **Conductores de cobre:** Con o sin revestimiento metálico

$$k_{tCu} = \frac{254,5}{234,5 + t} = \frac{1}{1 + 0,00393(t - 20)}$$

- **Conductores de aluminio o de aleación de aluminio:**

$$k_{tAl} = \frac{248}{228 + t} = \frac{1}{1 + 0,00403(t - 20)}$$

Los valores de los coeficientes de temperatura para la corrección de la resistencia se dan en la IEC 60028: *International standard of Resistance for Copper* en la IEC 60111: *Recommendation for the Resistivity of Commercial Hard-drawn Aluminium Electrical Conductor Wire*. (**Ver prefacio.**)

R_t é a resistência elétrica medida de L metros de cabo ou cordão flexível a t °C, em ohms (Ω);

k_t é o fator de correção de temperatura para a resistência elétrica, à temperatura de t °C;

L é o comprimento do cabo ou cordão flexível, em metros (m);

t é a temperatura do condutor, no momento da medição, em graus Celsius (°C).

Os valores do fator de correção k_t são dados na tabela 5, para uma faixa usual de temperaturas. Esses valores estão baseados na seguinte equação:

Esta equação é aproximada, mas fornece valores prácticos em conformidade com a exatidão que normalmente pode ser obtida na medição da temperatura e do comprimento do cabo ou cordão flexível.

As equações mais exatas para o cálculo dos fatores de correção para o cobre e para o alumínio são:

- **Condutores de cobre:** Com ou sem revestimento metálico

- **Condutores de alumínio ou liga de alumínio:**

Os valores dos coeficientes de temperatura para a correção da resistência são dados na IEC 60028: *International Standard of Resistance for Copper* e na IEC 60111: *Recommendation for the Resistivity of Commercial Hard-drawn Aluminium Electrical Conductor Wire*. (**Ver prefácio.**)



Tabla 1 / Tabela 1
Clase 1 - Conductores unifilares para cables unipolares y multipolares /
Casse 1 – Condutores sólidos para cabos de um condutor e multipolares

1	2	3	4
Sección nominal / Seção nominal	Resistencia eléctrica máxima del conductor a 20 °C / <i>Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C</i>		
	Conductores de cobre circulares / <i>Condutores de cobre circulares</i>		Conductores de aluminio circulares o sectoriales /
	Alambres desnudos / <i>Fios nus</i>	Alambres revestidos / <i>Fios revestidos</i>	<i>Condutores de alumínio circulares ou não-circulares</i>
mm ²	Ω/km	Ω/km	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 ²⁾
2³⁾	9,13	9,26	-
2,5	7,41	7,56	12,1 ²⁾
4	4,61	4,70	7,41 ²⁾
6	3,08	3,11	4,61 ²⁾
10	1,83	1,84	3,08 ²⁾
16	1,15	1,16	1,91 ²⁾
25	0,727 ¹⁾	-	1,20
35	0,524 ¹⁾	-	0,868
50	0,387 ¹⁾	-	0,641
70	0,268 ¹⁾	-	0,443
95	0,193 ¹⁾	-	0,320
120	0,153 ¹⁾	-	0,253
150	0,124 ¹⁾	-	0,206
185	-	-	0,164
240	-	-	0,125
300	-	-	0,100

¹⁾ Ver 4.1.2. / Ver 4.1.2

²⁾ Conductores de aluminio circulares solamente, de 1,5 mm² a 16 mm². Ver 4.1.3. /
Condutores de alumínio circulares somente, de 1,5 mm² a 16 mm². Ver 4.1.3.

³⁾ **Se aplica solamente en Paraguay y Uruguay. / Aplica-se somente para o Paraguai e Uruguay.**



Tabla 2 / Tabela 2
Clase 2 - Conductores cableados para cables unipolares y multipolares /
Clase 2 - Condutores encordados para cabos de um condutor e multipolares

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sección nominal/ Seção nominal mm ²	Cantidad mínima de alambres del conductor / Número mínimo de fios no condutor						Resistencia eléctrica máxima del conductor a 20 °C / Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C		
	Conductor circular/ Condutor circular		Conductor circular / Condutor circular		Conductor sectorial / Condutor não-circular		Conductores de cobre / Condutores de cobre		Conductores de aluminio / Condutores de alumínio
	(no-compacto) / (não-compactado)		compacto / compactado		compacto / compactado		Alambres desnudos / Fios nus	Alambres revestidos / Fios revestidos	
	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	-
2⁴⁾	7	-	6	-	-	-	9,13	9,26	-
2,5	7	-	6	-	-	-	7,41	7,56	-
4	7	7 ²⁾	6	-	-	-	4,61	4,70	7,41
6	7	7 ²⁾	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) ³⁾	¹⁾			¹⁾				0,0129	0,0212
1 600	¹⁾			¹⁾				0,0113	0,0186
(1 800) ³⁾	¹⁾			¹⁾				0,0101	0,0165
2 000	¹⁾			¹⁾				0,0090	0,0149

¹⁾ Número mínimo de alambres no especificado. / Número mínimo de fios não especificado.
²⁾ Ver 4.2.1. / Ver 4.2.1.
³⁾ Las secciones entre parentesis no son preferenciales. / As seções entre parênteses não são preferenciais.
⁴⁾ **Se aplica solamente en Paraguay y Uruguay. / Aplica-se somente para o Paraguai e Uruguay.**



Tabla 3 / Tabela 3

Clase 5 - Conductores flexibles de cobre para cables unipolares y multipolares /
 Classe 5 - Condutores flexíveis de cobre para cabos de um condutor e multipolares

1	2	3	4
Sección nominal / Seção nominal mm ²	Diámetro máximo de los alambres del conductor / Diâmetro máximo dos fios no condutor mm	Resistencia eléctrica máxima del conductor a 20 °C / Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C	
		Alambres desnudos / Fios nus Ω/km	Alambres revestidos / Fios revestidos 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
2¹⁾	0,26	9,98	10,3
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

¹⁾ Se aplica-solamente en Paraguay y Uruguay. / Aplica-se somente para o Paraguai e Uruguai.



Tabla 4 / Tabela 4

Clase 6 - Conductores flexibles de cobre para cables unipolares y multipolares /
 Classe 6 - Condutores flexíveis de cobre para cabos de um condutor e multipolares

1	2	3	4
Sección nominal / Seção nominal mm ²	Diámetro máximo de los alambres del conductor / Diâmetro máximo dos fios no condutor mm	Resistencia eléctrica máxima del conductor a 20 °C / Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C	
		Alambres desnudos / Fios nus ohm/km	Alambres revestidos / Fios revestidos ohm/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
2¹⁾	0,16	9,98	10,3
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

¹⁾ Se aplica solamente en Paraguay y Uruguay. / Aplica-se somente para o Paraguai e Uruguai.



Tabla 5 / Tabela 5

Factores de corrección de la temperatura k_t que se deben aplicar en la medida de la resistencia del conductor efectuada a t °C, para expresarla a 20 °C /
Fatores de correção de temperatura k_t para a resistência do condutor para corrigir a resistência medida de t °C para 20 °C

Temperatura t del conductor en el instante de la medición / <i>Temperatura do condutor no momento da medição t</i> °C	Factor de corrección / <i>Fator de correção</i> 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
31	0,958
32	0,954
33	0,951
34	0,947
35	0,943

NOTA - Los valores de los factores de corrección de temperatura k_t dados en la tabla, están basados en un coeficiente de variación de resistencia eléctrica por efecto de la temperatura, de 0,004 por °C a 20°C. Ver capítulo 6. / *Os valores dos fatores de correção de temperatura k_t dados na tabela são baseados em um coeficiente de temperatura da resistência de 0,004 por °C, a 20 °C. Ver seção 6.*



Anexo A (normativo)

Complemento A a la norma IEC 60228:1978 - Conductores de cables aislados - Guía para los límites dimensionales de conductores circulares /

Suplemento A à norma IEC 60228:1978 - Condutores de cabos isolados - Guia para os limites dimensionais de condutores circulares

Índice

Introducción

A.1 Objeto

A.2 Límites dimensionales para conductores circulares de cobre

A.3 Límites dimensionales para conductores circulares de aluminio

Introducción

Este complemento a la norma IEC 60228 considera los conductores circulares de cables. Esta en estudio en la IEC la preparación de otro complemento, que tratará los conductores sectoriales macizos de aluminio y los métodos de verificación de sus dimensiones.

Teniendo en cuenta que los conductores cableados sectoriales de cobre y aluminio son normalmente preformados antes de ser conectados, no se considera necesario la normalización de los límites dimensionales de estos conductores.

A.1 Objeto

Este complemento está destinado a servir de guía para los fabricantes de cables y conectores para cables, con el fin de contribuir a que los conductores de los cables y los conectores se ajusten dimensionalmente. Establece asimismo recomendaciones para los límites dimensionales de los siguientes tipos de conductores incluidos en esta Norma:

- conductores unifilares (macizos) de Clase 1, de cobre o de aluminio;
- conductores cableados circulares compactos y no compactos de Clase 2, de cobre o de aluminio;
- conductores flexibles de Clase 5, de cobre¹⁾;
- conductores flexibles de Clase 6, de cobre¹⁾.

¹⁾ A los efectos de esta Norma MERCOSUR, se incluyen también los conductores flexibles de la Clase 4.

Sumário

Introdução

A.1 Objetivo

A.2 Limites dimensionais para condutores circulares de cobre

A.3 Limites dimensionais para condutores circulares de alumínio

Introdução

Este suplemento à norma IEC 60228 trata de condutores circulares de cabos. Está planejada a preparação de outro suplemento tratando de condutores de alumínio sólidos não-circulares e que incluirá métodos de verificação de suas dimensões.

Tendo em vista que os condutores encordoados não-circulares de cobre e alumínio são normalmente pré-formados antes de serem conectados, considera-se desnecessária a padronização dos limites dimensionais para esses condutores.

A.1 Objetivo

Este suplemento destina-se a servir de guia para os fabricantes de cabos e conectores para cabos, contribuindo para assegurar que os condutores dos cabos e os conectores se ajustem dimensionalmente. Fornece recomendações para limites dimensionais para os seguintes tipos de condutores incluídos nesta Norma:

- condutores sólidos circulares, Classe 1, de cobre e alumínio;
- condutores encordoados circulares compactados e não-compactados, Classe 2, de cobre e alumínio;
- condutores flexíveis, Classe 5, de cobre¹⁾;
- condutores flexíveis, Classe 6, de cobre¹⁾.

¹⁾ Para os efeitos desta Norma MERCOSUL, incluem-se também os condutores flexíveis Classe 4.



A.2 Límites dimensionales para conductores circulares de cobre

Es conveniente que los diámetros de los conductores circulares de cobre no excedan los valores dados en la tabla A.1.

Para los conductores circulares de cobre, se dan solamente los diámetros máximos y esos diámetros para los conductores cableados (Clase 2), están basados en conductores no compactos. La razón de ello es que los conectores deben cubrir una gama de diámetros mayor para el cobre que para el aluminio, y por eso, en el caso del cobre, generalmente es necesario recomendar solamente los diámetros máximos a ser acomodados. Los conductores cableados circulares de cobre son frecuentemente más utilizados en forma no compactada que los conductores de aluminio.

Si fueran necesarios los diámetros mínimos para los conductores circulares de cobre, Clase 1 y Clase 2, se puede hacer referencia a los diámetros mínimos indicados en la tabla A.2, para los conductores circulares unifilares y multifilares cableados de aluminio.

A.3 Límites dimensionales para conductores circulares de aluminio

Es conveniente que los diámetros de los conductores unifilares circulares y los conductores multifilares cableados compactos de aluminio no sean mayores que los valores máximos ni menores que los valores mínimos dados en la tabla A.2.

En caso excepcional de conductores multifilares cableados circulares no compactos de aluminio, es conveniente que los diámetros máximos no sean mayores que los valores correspondientes de los conductores de cobre dados en la columna 3 de la tabla A.1.

No se establecen los límites dimensionales de los conductores de aluminio de secciones menores que 16 mm², debido a las variaciones de dimensiones provenientes de la gran variedad de materiales y combinaciones de materiales utilizados.

No se establecen los límites dimensionales de los conductores de aluminio de secciones mayores que 630 mm² porque la tecnología de compactación no está aún suficientemente establecida.

A.2 Limites dimensionais para condutores circulares de cobre

É conveniente que os diâmetros dos condutores circulares de cobre não excedam os valores dados na tabela A.1.

Para condutores circulares de cobre, são dados somente os diâmetros máximos e, para os condutores encordoados (Classe 2), esses diâmetros são baseados em condutores não-compactados. A razão é que os conectores abrangem uma faixa de diâmetros maior para o cobre que para o alumínio e, por isso, no caso do cobre, geralmente é necessário recomendar somente os diâmetros máximos a serem acomodados. Além disso, os condutores encordoados circulares de cobre são mais empregados na forma não compactada que os condutores de alumínio.

Se forem necessários os diâmetros mínimos para os condutores circulares de cobre, Classe 1 e Classe 2, pode ser feita referência aos diâmetros mínimos indicados na tabela A.2, para os condutores circulares sólidos e encordoados de alumínio.

A.3 Limites dimensionais para condutores circulares de alumínio

É conveniente que os diâmetros dos condutores sólidos circulares e dos condutores encordoados circulares compactados de alumínio não excedam os valores máximos nem sejam inferiores aos valores mínimos dados na tabela A.2.

No caso excepcional de condutores encordoados circulares não-compactados de alumínio, é conveniente que os diâmetros máximos não excedam os valores correspondientes para os condutores de cobre dados na coluna 3 da tabela A.1.

Não são fornecidos os limites dimensionais dos condutores de alumínio com seções inferiores a 16 mm², devido às variações de dimensões provenientes da grande variedade de materiais e de combinação de materiais utilizados.

Não são fornecidos os limites dimensionais dos condutores de alumínio com seções superiores a 630 mm² porque a tecnologia de compactação não é ainda suficientemente estabelecida.



Tabla A.1 / Tabela A.1
Diámetros máximos de conductores circulares de cobre /
Diâmetros máximos de condutores circulares de cobre

1	2	3	4
Sección nominal / Seção nominal	Conductores de cables para instalaciones fijas / Condutores de cabos para instalações fixas		Conductores flexibles (clases 5 y 6) ²⁾ / Condutores flexíveis (classes 5 e 6) ²⁾
	Unifilares (macizos) (Clase 1) / Sólidos (Classe 1)	Cableados (Clase 2) / Encordados (Classe 2)	
mm ²	mm	mm	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
2,0¹⁾	1,7	2,0	2,3
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	-

¹⁾ *Se aplica solamente en Paraguay y Uruguay. / Aplica-se somente para o Paraguai e Uruguai.*
²⁾ *Estos diámetros son validos también para los conductores flexibles Clase 4 (ver anexo B). / Estes diâmetros máximos são válidos também para os condutores flexíveis Classe 4 (ver anexo B).*



Tabla A.2 / Tabela A.2
Diámetros mínimos y máximos de conductores circulares de aluminio /
Diâmetros mínimos e máximos de condutores circulares de alumínio

1	2	3	4	5
Sección nominal / <i>Seção nominal</i>	Conductores unifilares (macizos) (Clase 1) / <i>Condutores sólidos (Classe 1)</i>		Conductores cableados compactos (Clase 2) / <i>Condutores encordados compactados (Classe 2)</i>	
	Diámetro mínimo / <i>Diâmetro mínimo</i>	Diámetro máximo / <i>Diâmetro máximo</i>	Diámetro mínimo / <i>Diâmetro mínimo</i>	Diámetro máximo / <i>Diâmetro máximo</i>
mm ²	mm	mm	mm	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



Anexo B (normativo)

Adaptaciones a la IEC 60228 aplicables al ámbito del MERCOSUR /

Adaptações da IEC 60228 aplicáveis no âmbito do MERCOSUL

B.1 Características de los alambres de cobre

B.1 Características dos fios de cobre

B.1.1 Características mecánicas

B.1.1 Características mecânicas

El valor mínimo individual del alargamiento a la rotura de los alambres componentes del conductor, después de la trefilación y/o después del recocido y antes de sufrir otros procesos de fabricación, deben estar de acuerdo con la tabla B.1 o la tabla B.2. Los valores de la columna 3 se aplican a cables terminados solamente en la Argentina.

O valor mínimo individual do alongamento na ruptura dos fios componentes do condutor, após a trefilação e o recozimento, porém antes de sofrerem outros processos de fabricação, deve estar de acordo com a tabela B.1 ou a tabela B.2, coluna 2. Os valores da coluna 3 aplicam-se para cabos prontos, somente para a Argentina.

Tabla B.1 / Tabela B.1
Características mecánicas de los alambres de cobre desnudo y recocidos /
Características mecânicas do fio de cobre nu mole

1		2	3
Diámetro nominal / Diámetro nominal		Alargamiento a la rotura, mínimo individual, en 250 mm / Alongamento na ruptura, mínimo individual, em 250 mm	
mm		%	
Mayor o igual a/ Superior ou igual a	Menor a / Inferior a	Antes del cableado / Antes do encordoamento	Cable terminado / Cabo pronto
0,080	0,280	15	10
0,280	0,560	20	15
0,560	3,00	25	20
3,00	8,50	30	25

Tabla B.2 / Tabela B.2
Características mecánicas de los alambres de cobre recocido revestidos /
Características mecânicas do fio de cobre mole revestido

1		2	3
Diámetro nominal / Diámetro nominal		Alargamiento a la rotura, mínimo individual, en 250 mm / Alongamento na ruptura, mínimo individual, em 250 mm	
mm		%	
Mayor o igual a/ Superior ou igual a	Menor a / Inferior a	Antes del cableado / Antes do encordoamento	Cable terminado / Cabo pronto
0,075	0,280	10	5
0,280	0,510	15	10
0,510	2,62	20	15
2,62	7,36	25	20



B.1.2 Características eléctricas

B.1.2.1 La resistividad eléctrica, a 20° C, de los alambres de cobre desnudos, no será mayor que 0,017241 Ω mm²/m o 0,15328 Ω g/m², correspondiente a la conductividad del 100 % IACS¹⁾.

B.1.2.2 La resistividad eléctrica, a 20° C, de los alambres de cobre revestidos no será mayor que los valores establecidos en la tabla B.3.

B.1.2.3 A los fines de calculo, la densidad específica del cobre debe considerarse igual a 8 890 kg/m³, a 20° C, tanto para el alambre desnudo como para el alambre revestido.

B.1.2 Características eléctricas

B.1.2.1 A resistividade elétrica, a 20° C, dos fios de cobre nu não deve exceder 0,017241 Ω.mm²/m ou 0,15328 Ω.g/m², correspondendo à condutividade de 100% IACS¹⁾.

B.1.2.2 A resistividade elétrica, a 20° C, dos fios de cobre revestido não deve exceder os valores estabelecidos na tabela B.3.

B.1.2.3 Para efeitos de cálculo, a massa específica do cobre deve ser considerada igual a 8 890 kg/m³, a 20° C, tanto para o fio nu quanto para o fio revestido.

Tabla B.3 / Tabela B.3
Resistividad y conductividad eléctrica de alambres de cobre revestidos /
Resistividade e condutividade elétrica de fios de cobre revestidos

Diámetro nominal / Diámetro nominal mm		Resistividad a 20 ° C / Resistividade a 20 ° C		Conductividad a 20 ° C / Condutividade a 20 ° C
Mayor o igual a/ Superior ou igual a	Menor a/ Inferior a	Ω.mm ² /m	Ω.g/m ²	
0,075	0,280	0,018508	0,16454	93,15
0,280	0,510	0,018312	0,16279	94,15
0,510	2,62	0,017930	0,15940	96,16
2,62	7,36	0,017745	0,15775	97,16

B.2 Diámetros de los alambres para conductores circulares no compactos de Clase 2

Todos los alambres de cada conductor tendrán el mismo diámetro nominal, conforme con lo establecido en 4.2.2. No obstante, se admite una diferencia entre los diámetros individuales de los alambres de hasta el 10 % en el caso que se adopte una construcción combinada, a fin de evitar la penetración de la aislación en el conductor, cuando esta es aplicada y reticulada bajo presión. Para conductores de 19 alambres cableados en el mismo sentido (unilay) se admite una diferencia en el diámetro de los alambres en la segunda corona de hasta el 25% (ver 4.2.2).

B.3 Paso de cableado (se aplica solamente en la Argentina)

El paso máximo será igual a 20 veces el diámetro de la corona para conductores de Clase 2 no compactos. Para conductores compactos no se especifica el paso. Para conductores flexibles (clases 4, 5 y 6), en conductores cableados de formación no concéntrica todos los alambres se

B.2 Diâmetros dos fios para condutores circulares não-compactados da Classe 2

Todos os fios de cada condutor devem possuir o mesmo diâmetro nominal, conforme estabelecido em 4.2.2. Porém, é admitida uma diferença entre os diâmetros individuais dos fios de até 10%, no caso de se adotar uma construção combinada, a fim de se evitar a penetração da isolação no condutor, quando esta é aplicada e reticulada sob pressão. Para condutores de 19 fios, encordoados no mesmo sentido (unilay), admite-se uma diferença no diâmetro dos fios da segunda coroa de até 25% (ver 4.2.2).

B.3 Passos de encordoamento (somente para a Argentina)

O passo máximo é de 20 vezes o diâmetro da coroa, para condutores Classe 2 não-compactados. Para condutores compactados, não se especifica o passo. Para condutores flexíveis (classes 4, 5 e 6), em condutores encordoados de formação não concêntrica

¹⁾ International Annealed Copper Standard.

¹⁾ International Annealed Copper Standard.



dispondrán en la misma dirección y la relación de cableado será como máximo de 40. En caso de conductores cableados de formación no concéntrica, que luego se reúnen por cableado, de formación concéntrica, el proceso mencionado en último término tendrá una relación de cableado máximo de 20 (ver B.5.3.2.5).

B.4 Conductores flexibles (Clase 4)

Esta clase de conductor se mantiene en el ámbito del MERCOSUR. Los requisitos están basados en la 1ª edición de la IEC 60228, de 1966.

Los conductores flexibles de la Clase 4 deben satisfacer los requisitos siguientes:

B.4.1 *Los conductores serán de cobre recocido con o sin revestimiento metálico.*

B.4.2 *Todos los alambres de cada conductor tendrán el mismo diámetro nominal.*

B.4.3 *El diámetro de los alambres de cada conductor, no será mayor que el valor máximo correspondiente, dado en la tabla B.4.*

B.4.4 *La resistencia eléctrica de cada conductor, a 20°C, no será mayor que el valor máximo correspondiente, dado en la tabla B.4.*

NOTA - A los efectos de esta Norma MERCOSUR, los alambres de los conductores deben ser retorcidos, con paso apropiado a la aplicación del cable. Los pasos máximos de cableado se aplican solamente en la Argentina (Ver B.3).

(feixe), todos os fios devem ser torcidos no mesmo sentido e a relação de encordoamento deve ser igual a 40, no máximo. No caso de condutores encordoados de formação não concêntrica (feixe), que são em seguida encordoados em formação concêntrica, este último processo deve ter uma relação de encordoamento máxima igual a 20 (ver B.5.3.2.5).

B.4 Condutores flexíveis (Classe 4)

Esta Classe de condutor é mantida no âmbito do MERCOSUL. Os requisitos baseiam-se na 1ª edição da IEC 60228, de 1966.

Os condutores flexíveis da Classe 4 devem satisfazer aos seguintes requisitos:

B.4.1 *Os condutores devem consistir de cobre mole com ou sem revestimento metálico.*

B.4.2 *Todos os fios de cada condutor devem possuir o mesmo diâmetro nominal.*

B.4.3 *O diâmetro dos fios de cada condutor não deve ser superior ao valor máximo correspondente, dado na tabela B.4.*

B.4.4 *A resistência elétrica de cada condutor, a 20°C, não deve exceder o valor máximo correspondente dado na tabela B.4.*

NOTA - Para os efeitos desta Norma MERCOSUL, os fios dos condutores devem ser torcidos, com passo apropriado à aplicação do cabo. Os passos máximos de encordoamento aplicam-se somente para a Argentina (Ver B.3).



Tabla B.4 / Tabela B.4
Clase 4 - Conductores flexibles de cobre para cables unipolares y multipolares /
Classe 4 - Condutores flexíveis de cobre para cabos de um condutor e multipolares

1	2	3	4
Sección nominal / Seção nominal	Diámetro máximo de los alambres del conductor / Diâmetro máximo dos fios no condutor	Resistencia eléctrica máxima del conductor a 20 °C ¹⁾ / Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C ¹⁾	
		Alambres desnudos / Fios nus	Alambres revestidos / Fios revestidos
mm ²	mm	Ω/km	Ω/km
0,5	0,31	39,0	40,1
0,75	0,31	26,0	26,7
1	0,31	19,5	20,0
1,5	0,41	13,3	13,7
2 ²⁾	0,41	9,98	10,3
2,5	0,41	7,98	8,21
4	0,51	4,95	5,09
6	0,51	3,30	3,39
10	0,51	1,91	1,95
16	0,61	1,21	1,24
25	0,61	0,780	0,795
35	0,68	0,554	0,565
50	0,68	0,386	0,393
70	0,68	0,272	0,277
95	0,68	0,206	0,210
120	0,68	0,161	0,164
150	0,86	0,129	0,132
185	0,86	0,106	0,108
240	0,86	0,0801	0,0817
300	0,86	0,0641	0,0654
400	0,86	0,0486	0,0495
500	0,86	0,0384	0,0391
630	0,86	0,0287	0,0292

¹⁾ Los valores de resistencia eléctrica corresponden a los de clases 5 y 6. / Os valores de resistência elétrica correspondem aos das classes 5 e 6.

²⁾ Se aplica solamente en Paraguay y Uruguay. / Aplica-se somente para o Paraguai e Uruguai

B.5 Verificaciones dimensionales de los conductores

Con el objeto de normalizar la verificación de la conformidad dimensional del conductor, que no ha sido detallada en la sección 6 de esta Norma, se han establecido los siguientes procedimientos:

B.5 Verificações dimensionais dos condutores

Com o objetivo de normalizar a verificação da conformidade dimensional do condutor, que não é detalhada na seção 6 desta Norma, são estabelecidos os procedimentos a seguir:



B.5.1 Diámetro de alambres o del conductor completo.

B.5.1.1 Para la medición del diámetro de los alambres componentes del conductor o del conductor completo, se debe emplear un micrómetro milesimal, para diámetros inferiores a 1 mm, y un micrómetro milesimal o centesimal, para diámetros iguales o superiores a 1 mm.

B.5.1.2 La medición del diámetro debe ser efectuada en el punto medio de una probeta de aproximadamente 10 cm de largo. Se deben efectuar dos mediciones en ese punto, en dos direcciones perpendiculares entre sí, siendo la primera realizada en la dirección en que se considere que el diámetro puede ser mínimo. Las mediciones deben ser presentadas en milímetros, con tres cifras decimales para diámetros inferiores a 1 mm y con dos cifras decimales para diámetros iguales o superiores a 1 mm.

B.5.1.3 Se considera como diámetro efectivo del alambre o del conductor en ese punto a la media aritmética de los valores medidos conforme a B.5.1.2. Los valores medios deben ser presentados con el mismo número de cifras decimales que las mediciones individuales.

B.5.2 Área de la sección transversal del conductor

B.5.2.1 El área de la sección transversal de los alambres o del conductor completo, cuyo valor es utilizado en la determinación de la resistividad eléctrica (o conductividad) es determinada por cálculo a partir de su masa. La probeta para la determinación de la masa debe tener un largo igual o superior a 500 mm.

B.5.2.2 Para la determinación de la masa, se debe utilizar como mínimo, una balanza analítica, con lectura hasta 0,1 mg, para probetas cuya masa esté comprendida entre 0,05 g y 200 g, y una balanza con lectura hasta 0,1 g para probetas cuya masa sea igual o superior a 200 g. La balanza debe garantizar una incerteza en la medición que no supere el 0,5 %. Para los efectos del cálculo, la densidad de masa del cobre desnudo o revestido debe ser considerada igual a 8 890 kg/m³.

B.5.3 Paso de cableado

B.5.3.1 Para conductores rígidos (Clase 2)

B.5.3.1.1 El paso debe ser medido efectuando dos marcas en el mismo alambre del conductor, en dos pasadas consecutivas de él por un plano tangente al conductor. La distancia entre las marcas debe ser medida con regla milimetrada.

B.5.1 Diâmetro dos fios ou do condutor completo.

B.5.1.1 Para a medição do diâmetro de fios componentes do condutor ou do condutor completo, deve ser empregado um micrômetro milesimal, para diâmetros inferiores a 1 mm, e um micrômetro milesimal ou centesimal, para diâmetros iguais ou superiores a 1 mm.

B.5.1.2 A medição do diâmetro deve ser efetuada no ponto médio de um corpo-de-prova de aproximadamente 10 cm de comprimento. Devem ser efetuadas duas medições nesse ponto, em duas direções perpendiculares entre si, sendo que a primeira deve ser considerada pesquisando-se a direção onde o diâmetro do fio seja mínimo. As medições devem ser apresentadas em milímetros, com três casas decimais para diâmetros inferiores a 1 mm e com duas casas decimais para diâmetros iguais ou superiores a 1 mm.

B.5.1.3 Considera-se como diâmetro efetivo do fio ou do condutor nesse ponto a média aritmética dos valores medidos conforme B.5.1.2. Os valores médios devem ser apresentados com o mesmo número de casas decimais das medições individuais.

B.5.2 Área da seção transversal do condutor

B.5.2.1 A área da seção transversal dos fios ou do condutor completo, cujo valor é utilizado na determinação da resistividade elétrica (ou condutibilidade), é determinada por cálculo a partir da sua massa. O corpo-de-prova para determinação da massa deve ter um comprimento igual ou superior a 500 mm.

B.5.2.2 Para a determinação da massa, deve-se utilizar, no mínimo, uma balança analítica, com leitura até 0,1 mg, para corpos-de-prova cuja massa esteja compreendida entre 0,05 g e 200 g, e uma balança com leitura até 0,1 g, para corpos-de-prova cuja massa seja igual ou superior a 200 g. A balança deve garantir uma incerteza na medição não superior a 0,5%. Para efeito de cálculo, a densidade de massa do cobre nu ou revestido deve ser considerada igual a 8 890 kg/m³.

B.5.3 Passo de encordoamento

B.5.3.1 Para condutores rígidos (Classe 2)

B.5.3.1.1 O passo deve ser medido efetuando-se duas marcas no mesmo fio do condutor, em duas passagens consecutivas dele por um plano tangente ao condutor. A distância entre as marcas deve ser medida com régua milimetrada.

B.5.3.1.2 Para la medición del paso, se puede adoptar un método práctico descrito a continuación, que no se aplica a conductores compactos. Para conductores flexibles, ver B.5.3.2.

B.5.3.1.3 Se coloca una hoja de papel sobre el conductor cableado y sobre ésta una hoja de papel carbónico. Se pasa un lápiz sobre el carbónico, de manera de dejar impresa en el papel una serie de segmentos, obteniéndose así una proyección de la superficie cilíndrica, conforme se muestra en la figura B.1.

B.5.3.1.4 La medición del paso en una corona del conductor es la longitud medida entre iguales posiciones relativas de $N+1$ segmentos consecutivos de la figura B.1, donde N es el número de alambres de la corona en cuestión.

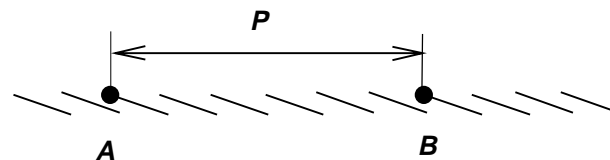
B.5.3.1.5 Se considera como paso efectivo la media aritmética de las tres mediciones efectuadas.

B.5.3.1.2 Para a medição do passo, pode-se adotar o método prático descrito a seguir, que entretanto não se aplica a condutores compactados. Para condutores flexíveis, ver B.5.3.2.

B.5.3.1.3 Coloca-se uma folha de papel sobre o condutor encordoado e sobre esta uma folha de papel carbono. Passa-se um lápis sobre o carbono, de modo a ficar impressa no papel uma série de segmentos, obtendo-se assim uma planificação da superfície cilíndrica, conforme mostra a figura B.1.

B.5.3.1.4 Uma medição do passo em uma coroa do condutor é o comprimento medido entre iguais posições relativas de $N + 1$ segmentos consecutivos da figura B.1, onde N é o número de fios da coroa em questão.

B.5.3.1.5 Considera-se como passo efetivo a média aritmética de três medições efetuadas.



$P = \text{Longitud del paso}$
 $P = \text{Comprimento do passo}$

Figura B.1

NOTA - Esta figura se refiere a un conductor formado por siete alambres.

NOTA - Esta figura refere-se a um condutor formado por sete fios.

B.5.3.2 Para conductores flexibles (clases 4, 5 y 6)

B.5.3.2 Para condutores flexíveis (classes 4, 5 e 6)

B.5.3.2.1 La verificación se realiza sobre aproximadamente 1,1 m de cuerda, la que se sujeta en un extremo de manera que el largo de la probeta, entre dicho punto de sujeción y el otro extremo, sea de 1 m.

B.5.3.2.1 A verificação se efetua sobre aproximadamente 1,1 m de corda, a qual deve ser enfaixada em uma extremidade de maneira que o comprimento do corpo-de-prova, entre este ponto de amarração e a outra extremidade, seja de 1 m.

B.5.3.2.2 Se toma un alambre periférico del extremo libre y se descablea manualmente, sin realizar ningún esfuerzo sobre el mismo, y contando las vueltas descableadas al pasar por la generatriz de origen. Se desenrolla hasta el extremo fijo, contándose el número de vueltas con una aproximación de 0,25 vuelta.

B.5.3.2.2 Toma-se um fio periférico na extremidade livre, desenrolando-o manualmente, sem realizar nenhum esforço sobre ele e contando-se o número de voltas desenroladas ao passar pela geratriz de origem. Deve-se desenrolar o fio até a extremidade fixa, contando-se o número de voltas com uma aproximação de 0,25 voltas.

B.5.3.2.3 Se realiza esta verificación sobre tres alambres. En caso de que alguno de ellos se enrede y no pueda descablearse sin esfuerzo, se corta en el punto de su inserción en la cuerda y se toma un nuevo alambre para el control.

B.5.3.2.3 Realiza-se a verificação sobre três fios. No caso de algum deles se emaranhar e não puder ser desenrolado sem esforço, ele deve ser cortado no ponto de inserção na corda e se toma um novo fio para o controle.



B.5.3.2.4 La media aritmética de estos valores es el número de vueltas por unidad de longitud.

B.5.3.2.4 A média aritmética desses valores corresponde ao número de voltas por unidade de comprimento.

B.5.3.2.5 Para verificar la relación entre el paso de cableado y el diámetro del conductor (relación de cableado) se debe utilizar la siguiente fórmula:

B.5.3.2.5 Para verificar a relação entre o passo de encordoamento e o diâmetro do condutor (relação de encordoamento), deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$R_c = \frac{1000}{1,3 \times N \times \sqrt{S}}$$

Siendo:

Onde:

R_c la relación de cableado;

R_c é a relação de encordoamento;

N el número de vueltas por unidad de longitud;

N é o número de voltas por unidade de comprimento;

S es la sección de la cuerda flexible, en milímetros cuadrados;

S é a seção da corda flexível, em milímetros quadrados;

1,3 es una constante.

1,3 é uma constante.



ICS 29.060.20

Descriptor: conductor eléctrico; cable aislado

Palavras chave: condutor elétrico; cabo isolado

Número de Páginas: 24



SÍNTESE DAS ETAPAS DE ESTUDO

O projeto 01:00-0049 trata dos requisitos e métodos de ensaios para os condutores de cobre ou alumínio, componentes fundamentais na construção e no desempenho de cabos elétricos isolados. É, portanto, de importância fundamental para o MERCOSUL, em seu objetivo de dispor de um conjunto coerente de normas para requisitos e ensaios de cabos elétricos. Por esta razão, decidiu-se, já de início, harmonizar esta norma, que seria uma adoção modificada da norma IEC 60228.

O texto inicial foi elaborado pela Argentina (Espanhol) e Brasil (Português), incorporando desvios em relação à IEC, como por exemplo a manutenção da Classe 4 de condutores e a inclusão da seção 2mm², de uso comum em alguns países membros. Foram incorporados também requisitos relativos à resistividade e características mecânicas do cobre. Decidiu-se também incluir o Suplemento A da IEC 60228, referente a limites dimensionais dos condutores, como um anexo à norma MERCOSUL, ao invés de publicá-lo como documento à parte. O projeto assim delineado foi aprovado para votação pelos países membros na reunião realizada em São Paulo, Brasil, em 26 e 27 de novembro de 1998. O tema foi retomado em alguns pontos (resistividade, características mecânicas, passos de encordoamento, etc.) na reunião em San Bernardo, Argentina, em 25 e 26 de novembro de 1999.

O projeto, após uma revisão substancial e a editoração pela Secretaria Executiva da Associação Mercosul de Normalização (AMN), foi encaminhado pela Secretaria Técnica do CSM 01 - Eletricidade, para o estágio de votação, aos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros, no período Abril/Maio de 2000.

O projeto recebeu votos de aprovação, com sugestões da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. Essas observações foram consolidadas em um documento, que foi enviado aos ONN dos países membros. Resolvidas algumas divergências redacionais surgidas, o Projeto foi aprovado para publicação, com as correções de forma concordadas. Decidiu-se manter o conceito de norma IEC adotada com modificações (IEC 60228, MOD), tendo em vista que os requisitos e os critérios básicos contidos na IEC original foram preservados.