

Boletín 121

TODO SOBRE CABLES Y CONDUCTORES

Boletín técnico N°121
PARTE 2
Ing. Gregor Rojas

TODO SOBRE CABLES y CONDUCTORES ELECTRICOS

PARTE 2

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADERO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. Generalidades.

Antes de iniciar con este boletín técnico, debo recomendar leer primero el boletín precedente el boletín técnico 120 del mes anterior, de esta forma, la comprensión de este nuevo material será alineada a la información del boletín anterior.

Los cables eléctricos están compuestos básicamente por el conductor y el aislante. Cada uno de estos elementos desempeña un papel con el siguiente propósito:

- Conductor eléctrico: Es la parte del cable que transporta la electricidad y puede estar constituido por uno o más hilos de cobre, aluminio o una combinación de ambos.
- Aislante: Este componente es la parte que recubre el conductor, se encarga aislar la superficie del conductor

Un cable eléctrico tiene la finalidad de transportar la energía eléctrica de un punto a otro. Su fabricación es un proceso complejo.

En función de su aplicación final, los cables pueden tener diferentes configuraciones, basando siempre su diseño según normativas internacionales. A continuación, vamos a tratar los diferentes tópicos que se pueden realizar en torno a los cables eléctricos.

2. Cables de Media Tensión

Cada cable tiene una designación según norma.

Esta denominación está compuesta por un conjunto de letras y números, cada uno con un significado específico. Con lo cual se identifica características inequívocas del cable, como por ejemplo el material del que está fabricado o su voltaje nominal.

La designación de los cables de MT se hace desde la capa más interior (aislamiento) hacia la más exterior (cubierta), siendo lo más habitual la designación de aislante, pantalla y cubierta.

En la figura 1 podemos observar varios cables para aplicaciones en medio voltaje, del tipo multiconductor.



Figura 1. Cables de MV

Esto es lo primero que se coloca, el material de estas tres capas, por ejemplo, el cable MT tipo RHN.

Donde:

R es el material del aislante (polietileno reticulado o XLPE).

H lleva pantalla metálica individual.

N es el material de la cubierta (PCP)

Tenga presente que las pantallas siempre son designadas con la letra H.

De igual forma, a las capas semiconductoras NO se le aplica ninguna designación.

Posteriormente luego del material de las tres capas se coloca el nivel de aislamiento del cable, por ejemplo: 12/20KV.

Por último, se pone el número de conductores del cable x la sección del conductor en mm, pero solo se pone el número y si la cuerda conductora es compacta, es decir se han reducido los intersticios entre los conductores, se pone la letra K junto a la sección del cable (aunque no siempre se hace)

Por ejemplo: 1 x 50 o 3 x 150

Cuando en lugar de un conductor de cobre es empleado uno de aluminio, al final se coloca la nomenclatura Al.

En la tabla 1 hemos realizado un resumen con todas estas consideraciones de los materiales para ensamblar la nomenclatura que deben ser inscritas en estos cables.

A continuación, veamos un ejemplo de cómo se marcaría un cable de MV empleando la tabla 1:

Cable unipolar de Cu de 50 mm² de sección en cuerda compacta, aislado con polietileno reticulado para un nivel de aislamiento de 12/20 kV, protegido con pantalla de Cu y cubierta exterior de policloropreno.

Este cable se designaría de la siguiente forma:

RHN 12/20 kV 1 x 50 K

En la tabla 1 se aprecia de forma resumida las nomenclaturas por aislamiento, armaduras y cubiertas.

TABLA 1					
Aislamiento		Armaduras		Cubiertas	
V	Policlorura de vinilo (PVC)	O	Pantalla conjunta	E	E Polietileno termoplástico
E	Polietileno (PE)	F	Flejes de acero	V	V Policlorura de vinilo (PVC)
Z1	Poliolefina	M	Alambres de acero	N	Policloropreno (PCP) (Neopreno)
R	Polietileno reticulado (XLPE)	MV	Alambres de acero recubiertos de PVC	I	Polietileno clorosulfurado (CSP)
D	Etileno-propileno (EPR)	MA	Alambres de aluminio	Z1	Poliolefina
D	Etileno-propileno alto módulo (HEPR)	FA	Flejes de aluminio	Q	Poliuretano
		Q	Pletinas de acero	R	Goma natural
		QA	Pletinas de aluminio	S	Goma silicona
		P	Tubo de plomo		
		A	Tubo liso de aluminio		
		AW	Tubo corrugado de aluminio		
		CW	Tubo corrugado de cobre		

Cables de campo radial:

H Pantalla metálica individual

HO Pantalla metálica individual y conjunta sobre el conjunto de conductores aislados cableados

K Cuerda compacta

En la figura 2 podemos observar varios cables MV en una aplicación típica.



Figura 2 Aplicación de cables de MV

2.2.1 Cables RHZ1

Cable de media tensión tipo RHZ1 con aislamiento de XLPE, libre de halógenos y no propagador de la llama. Son cables perfectamente adaptados para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión.

2.2.2 Cables HEPRZ1

Cable de media tensión con aislamiento HEPR, libre de halógenos y no propagador de la llama. Muy recomendado para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión.

2.2.3 Cables MV-90

Cable de media tensión con aislamiento XLPE, según norma americana. Para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión.

3. Voltaje en los cables eléctricos

La tensión de un cable eléctrico se mide en voltios, dependiendo del nivel de voltaje donde este cable

3.1 Cables de bajo voltaje hasta 750 V

Se emplean en diversidad de aplicaciones y con recubrimientos termoplásticos y termoestables. Están diseñados y contruistos según normas armonizadas.

3.2 Cable para Baja Tensión hasta 1.000 V

Los cables de este apartado son utilizados para instalaciones industriales de potencia en diversos ámbitos tales como industria en general, instalaciones públicas, infraestructuras, etc.

Estos cables se diseñan según normas internacionales (UNE, IEC, BS, UL).

3.3 Cables para Media Tensión

Se ha tenido como convención que la media tensión parte de 1 kV hasta 36 kV. Estos cables se emplean para distribuir la electricidad desde las subestaciones eléctricas hasta las centrales transformadoras.

Los cables de media tensión son un componente esencial en la infraestructura eléctrica moderna ya que son los encargados de transmitir, de un modo eficiente y seguro, la energía eléctrica desde las subestaciones hasta nuestras casas, tiendas y oficinas.

Si estás interesado en este tipo de cables, en este artículo encontrarás todo lo que necesitas saber sobre los cables de media tensión: qué son, cómo funcionan, sus propiedades, estructura y usos.

¿Qué es un cable de media tensión?

Los cables de media tensión son aquellos diseñados para transportar electricidad a voltajes que oscilan entre 1 kV y 69 kV, que es la que llega a nuestras casas.

Según la Comisión Internacional Electrotécnica (IEC), este rango se extiende de 1 kV a 100 kV,

aunque en la práctica, el término se utiliza más comúnmente para referirse a cables entre 3,3 kV y 69 kV; en un voltaje superior, pasarían a llamarse cables de alta tensión.

Este tipo de cables son fundamentales para la distribución de energía desde las subestaciones eléctricas hasta los consumidores finales, incluidos hogares, empresas e instalaciones industriales.

La necesidad de estos cables surge del requerimiento de transmitir grandes cantidades de energía eléctrica de manera eficiente y segura, ya que nuestras instalaciones no pueden soportar la potencia que la energía tiene en su punto de origen.

Así, los cables de media tensión sirven como puente entre los cables de alta tensión, que llevan electricidad a largas distancias desde las plantas generadoras, y los cables de baja tensión, que distribuyen la electricidad al usuario final. Es decir, los cables de media tensión se encargan de reducir el voltaje a niveles que son manejables y seguros para su distribución y uso final, evitando pérdidas significativas de energía y daños y accidentes.

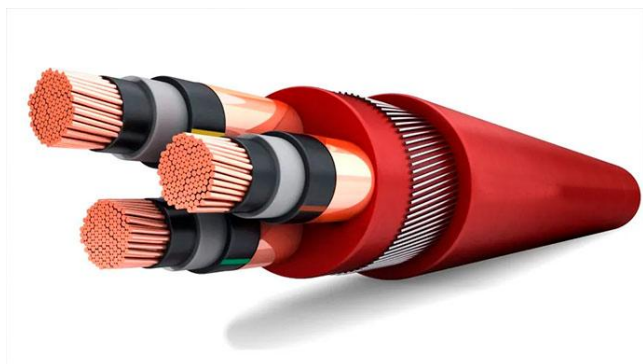


Figura 3 cables de media tensión

Características de los cables de media tensión

Los cables de media tensión presentan una serie de características clave que varían según las necesidades específicas del proyecto y que los diferencian de otros tipos de cable. Aquí te dejamos una lista con estas diferencias:

Material del conductor:

Es la parte central, la que transporta la corriente eléctrica. Se fabrica con estos materiales:

Cobre electrolítico recocido:

Es el material más comúnmente utilizado debido a su alta conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión. Puede ser compacto o trenzado.

Aluminio electrolítico de gran pureza:

Aunque tiene una menor conductividad que el cobre, es más ligero y menos costoso, lo que puede ser una ventaja en ciertos proyectos. También puede ser compacto o trenzado.

Pantalla conductora:

Capa semiconductor: esta capa recubre todo el conductor y ayuda a controlar el campo eléctrico alrededor de él, mejorando la distribución de la tensión y reduciendo el riesgo de fallos eléctricos. Se fabrica con compuestos poliméricos con alta concentración de negro de humo. Además, es reticulado para pegarse completamente al aislamiento.

Aislamiento:

Se trata de la parte más importante del cable, ya que es la que soporta el campo eléctrico que circula por el interior. Se fabrica en estos materiales:

Polietileno reticulado (XLPE):

ofrece una gran resistencia a altas temperaturas y tiene una buena capacidad dieléctrica, perfecto para cables de media tensión.

Caucho de etileno-propileno (EPR):

Es un material muy flexible y resistente frente a condiciones ambientales adversas, como la exposición a químicos y aceites.

Pantalla semiconductora:

Se encarga de recubrir todo el aislante.

Se fabrica con compuestos poliméricos con alta concentración de negro de humo. Normalmente es

un material pelable y reticulado, pero parcialmente adherido al aislamiento, haciendo que la preparación de conexiones sea más sencilla.

Pantalla metálica:

esta capa va pegada a la semiconductora externa. Se encargan de proteger el cable de posibles interferencias electromagnéticas y aseguran una distribución igual del potencial eléctrico por todo el cable.

Fibras o bandas de cobre:

Está fabricada por fibras de cobre puestas en un patrón de hélice, para que recubre el perímetro del cable uniformemente.

Adicionalmente, sobre una primera capa, se suele poner una contraespira de fleje de cobre con un patrón de hélice abierta para asegurar que todo queda cubierto.

Revestimiento exterior:

Se trata de la parte exterior de cable, habitualmente de color rojo, por lo que se encarga de protegerlo de las inclemencias del tiempo y las agresiones mecánicas como golpes y rozaduras. Se suele fabricar en materiales como:

PVC (Policloruro de vinilo):

Comúnmente utilizado por su durabilidad y resistencia a la abrasión y al fuego.

LSZH (Low Smoke Zero Halogen):

Este material es preferido en ambientes donde la seguridad contra incendios es crítica, ya que emite pocos humos tóxicos en caso de incendio.

Gracias a la suma de todas estas características y materiales, se consigue que los cables de media tensión operen de manera eficiente y segura en una variedad de entornos y aplicaciones, adaptándose a las necesidades específicas de cada proyecto y manteniendo excelentes niveles de seguridad.

Propiedades de los cables de MT

Ing. Gregor Rojas

Cumplir con todas las propiedades de los cables de media tensión es fundamentales para su funcionamiento seguro y eficiente.

Estas propiedades se dividen en eléctricas y mecánicas, cada una desempeñando un papel crucial en la operatividad del cable.

Propiedades eléctricas

- Resistencia:
La capacidad del cable para conducir electricidad sin sobrecalentarse es esencial para prevenir fallos eléctricos y asegurar una transmisión eficiente de energía.
- Capacitancia:
La habilidad del cable para almacenar y mantener una carga eléctrica ayuda a estabilizar el flujo de electricidad y reduce el riesgo de interrupciones en el suministro.
- Resistencia de aislamiento:
Que el material aislante se resistente es imperativo para prevenir fugas de corriente, manteniendo la seguridad y la eficiencia del cable. Un buen aislamiento asegura que la corriente eléctrica fluya únicamente a través del conductor.
- Pérdida dieléctrica:
La cantidad de energía que se disipa como calor a través del aislamiento debe ser mínima para garantizar la eficiencia del cable y prolongar su vida útil.
- Características de descarga:
El comportamiento del cable bajo condiciones de descargas eléctricas es importante para evaluar su capacidad de resistir sobretensiones y prevenir daños.

Propiedades mecánicas

- Tensión de rotura:

La máxima tensión que el cable puede soportar antes de romperse es un indicador de su durabilidad y capacidad para resistir tensiones mecánicas durante la instalación y el uso.

- **Resistencia a la presión:**
La capacidad del cable para resistir fuerzas externas sin deformarse es esencial para su integridad estructural y funcionalidad.
- **Resistencia a la abrasión:**
La durabilidad del cable frente a desgaste por fricción asegura su longevidad, especialmente en entornos donde puede estar expuesto a movimientos y vibraciones constantes.
- **Resistencia a la tensión y flexión:**
La capacidad para soportar tensiones y flexiones repetidas sin sufrir daños es crucial para aplicaciones que requieren cables flexibles y duraderos.
- **Resistencia a la temperatura:**
El funcionamiento seguro en un rango amplio de temperaturas ambientales permite que los cables se utilicen en diversos climas y condiciones operativas.

3.4 Cables para Alta Tensión

Son cables que se emplean para voltajes superiores a 36KV. Son empleados para transportar la electricidad desde las centrales generadoras hasta las subestaciones eléctricas.

Los cables de alta tensión son componentes cruciales de los sistemas eléctricos, que garantizan una transferencia de energía eficaz y un funcionamiento fiable. Tanto si diseñas, instalas o realizas el mantenimiento de equipos eléctricos, comprender el diseño de los cables de alta tensión es clave para optimizar el rendimiento y evitar errores comunes.

Un error común que cometen muchos ingenieros de diseño es no tener en cuenta los cables y las interconexiones hasta las fases finales del proyecto, cuando otras partes del equipo ya están desarrolladas. Sin embargo, el diseño de los cables desempeña un papel fundamental en el rendimiento global del sistema.

Los conectores de alta tensión (AT), dependiendo del nivel de tensión, suelen ser grandes y requieren un espacio de aislamiento adecuado dentro del equipo.

El diseño de estos cables puede influir significativamente en el tamaño, la funcionalidad y la seguridad del sistema. Por eso es importante integrar las consideraciones sobre los cables en las primeras fases del proceso de diseño.

4. Componentes de un cable eléctrico

Un cable eléctrico está compuesto por:

- ❑ **Conductor eléctrico:** que canaliza el flujo eléctrico
- ❑ **Aislamiento:** que recubre y contiene el flujo eléctrico en el conductor.
- ❑ **Elementos auxiliares:** que protegen al cable y garantizan su longevidad.
- ❑ **Cubierta:** cubre a todos los materiales mencionados anteriormente protegiéndolos del exterior.

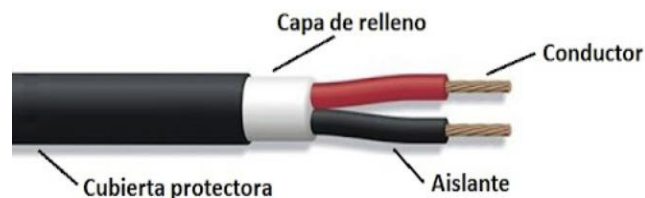


Figura 4 Partes de un cable

En la figura 4 se pueden observar las partes típicas de un cable.

5. Tipos de conductores eléctricos

5.1 Conductor de alambre desnudo

Se trata de un solo alambre en estado sólido, no flexible y sin recubrimiento.

5.2 Conductor de alambre aislado

Es el mismo conductor de alambre desnudo con la diferencia que esta recubierto por un material aislante.

5.3 Conductor de cable flexible

Es un conjunto de finos alambres recubiertos por un material aislante. Su principal característica es que son flexibles y maleables.

5.3 Conductor de cordón

Son un conjunto de cables que tienen doble aislamiento, el propio de cada cable más uno adicional que los recubre a todos.

5.5 Cable unipolar:

Es un cable conformado por solo conductor, también se le denomina cable monopolar o single-core.

Es un cable que solo tiene un conductor eléctrico dentro de su aislamiento, a diferencia de los cables multipolares o multicore que agrupan varios conductores en una sola cubierta.

En la figura 5 se pueden observar este tipo de cable.



Figura 5 Cable unipolar

5.6 Cable multipolar:

Es un cable que como su nombre lo dice está conformado por varios conductores.

Un cable multipolar (multi-core cable) también denominado multiconductor es un cable eléctrico que contiene dos o más conductores aislados individualmente, reunidos dentro de una sola cubierta exterior.

Cada conductor puede cumplir una función distinta (fase, neutro, tierra, señal, control, etc.).

Se diferencia del cable monopolar en que integra varios conductores en un solo conjunto, facilitando la instalación y el ordenado del cableado.

En la figura 6 se pueden observar este tipo de cable.

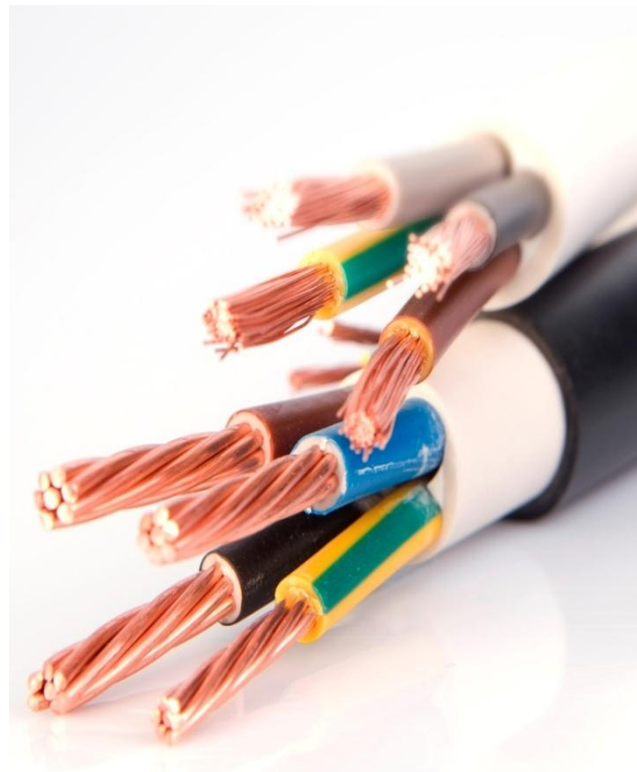


Figura 6 Cable multipolar

5.5.1 Estructura típica de un cable multipolar

Estos cables están conformados como sigue:

Capas habituales (de adentro hacia afuera):

1. Conductores

- Cobre o aluminio
- Sólidos o trenzados

2. Aislamiento individual

- PVC, XLPE, EPR, PE, LSZH, entre otros

3. Relleno o encintado (opcional)

- Mantiene forma circular y estabilidad mecánica

4. Cubierta exterior común

- Protección mecánica, ambiental y frente al fuego

5.5.2 Tipos comunes de cables multipolares

Según número de conductores

- Bipolar (2 conductores)
- Tripolar (3 conductores)
- Tetrapolar, pentapolar, etc.
- Multiconductores (7, 12, 24 conductores o más)

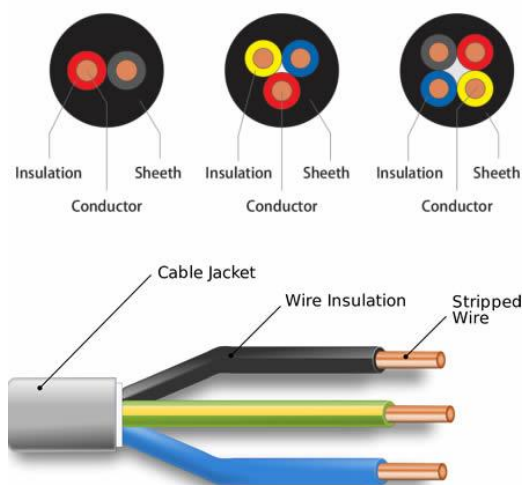


Figura 7 Tipos de cable multipolar

En la figura 7 se pueden observar este tipo de cable multiconductor en sus tipos más comunes

Según aplicación

- Potencia (baja y media tensión)
- Control y mando
- Instrumentación
- Señal y comunicaciones
- Cables para motores y variadores

En la figura 8 se pueden observar este tipo de cable multiconductor para aplicaciones de control y mando



Figura 8 Tipo de cable multipolar para control

5.7 Cable coaxial

Es con un conductor que posee un alambre en su interior protegido por una capa aislante y blindado por una malla de cobre trenzada y finalmente con una cubierta exterior.

Un cable coaxial es un tipo de cable eléctrico diseñado para transmitir señales de alta frecuencia (radiofrecuencia – RF) con bajas pérdidas e inmunidad al ruido electromagnético.

Se llama coaxial porque todos sus conductores comparten un mismo eje geométrico (co-axial).

5.7.1 Estructura del cable coaxial (capas)

Sección transversal típica

Capas (de adentro hacia afuera):

1. Conductor central

- Cobre sólido o multifilar
- Transporta la señal

2. Aislante dieléctrico

- PE, espuma PE, PTFE
- Mantiene impedancia constante

3. Pantalla (blindaje)

- Malla de cobre, aluminio o lámina metálica
- Reduce interferencias EMI/RFI

4. Cubierta exterior

- PVC, PE, LSZH
- Protección mecánica y ambiental

En la figura 17 se pueden observar tipos de este cable.



Figura 17 Cables coaxiales

5.7.2 Tipos comunes de cables coaxiales

RG (Radio Guide)

TABLA 2		
Tipo	Impedancia	Uso
RG-58	50 Ω	Radio, Ethernet antiguo
RG-59	75 Ω	CCTV, video
RG-6	75 Ω	TV digital, satélite
RG-11	75 Ω	Largas distancias
RG-213	50 Ω	RF industrial

5.7.3 Aplicaciones del cable coaxial

Entre las aplicaciones más comunes tenemos:

- Televisión por cable (CATV)
- Antenas y radiofrecuencia
- CCTV y video analógico
- Satélite
- Equipos de medición
- Comunicaciones militares y aeronáuticas

En nuestros días compite con la fibra óptica, pero sigue siendo clave en RF y video.

En la próxima parte continuaremos viendo todo sobre los cables y conductores donde abordaremos la designación del conductor, normas de diseño de los cables entre otros temas.