

9
2
1
C
E
T
I
C
A
B
O
L
E
T
I
C
O
M
P
A
R
T
E
R
I
A
B
O
L
E
T
I
C
O
M
P
A
R
T
E
R
I
A

TODO SOBRE CABLES Y CONDUCTORES

Boletín técnico N°120
PARTE 1
Ing. Gregor Rojas

TODO SOBRE CABLES ELECTRICOS

PARTE 1

Por:

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

1. Generalidades.

Un cable eléctrico es un elemento fabricado y diseñado para conducir electricidad.

El material principal con el que están fabricados es cobre debido a su alta conductividad, no obstante, también se utiliza el aluminio que, a pesar de tener una menor conductividad, resulta más económico que el cobre.

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 las diferentes clasificaciones que se pueden realizar en torno a los cables eléctricos.

2. Tipos de cables eléctricos clasificados por su uso.

2.1 Cables para bajo voltaje.

Existe una gran variedad de cables ajustados para distintas aplicaciones, entre los que se cuentan:

- Cables libres de halógenos
- Cables resistentes al fuego
- Cables de control
- Cables de instrumentación
- Cables para tableros eléctricos
- Cables de potencia
- Cables de goma
- Cables de aluminio
- Cables solares
- Cables especiales
- Cables armados

a continuación, veremos los más utilizados:

2.1.1 Cables libres de halógenos

Los cables libres de halógenos de alta seguridad con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio son adecuados para su utilización en el cableado de tableros eléctricos y en sitios de alta concurrencia publica, en instalaciones de todo tipo en lugares públicos, circuitos de emergencia, en redes de distribución pública y también para servicio móvil.

2.1.2 Cables resistentes al fuego

Están especialmente diseñados para transmitir energía eléctrica bajo condiciones extremas que se presentan en medio de un incendio prolongado, garantizando el suministro de energía a los equipos de emergencia tales como: alarmas acústicas, luces de señalización, extractores de humos, bombas de agua contra incendio, entre otros servicios para emergencia. Son los recomendados

para los circuitos de emergencia en lugares de alta concurrencia.



Figura 1. Cables resistentes al fuego

2.1.3 Cables de control

Por sus requerimientos es convenientes que los cables de control empleados en instalaciones permanentes o móviles sean extremadamente flexibles, debido principalmente a que su utilización lo concibe para pequeños electrodomésticos, para sistemas de señalización y control, para la interconexión de partes de máquinas usadas para la fabricación, para conexión de motores o convertidores de frecuencia, para transmisión de señal donde el voltaje inducido por un campo electromagnético exterior pueda afectar a la señal transmitida.



Figura 2. Cables para control

2.1.4 Cables de instrumentación

Son cables flexibles y apantallados para la transmisión de señales entre equipos en instalaciones industriales.

En la figura 3 podemos apreciar un cable para instrumentación y sus partes.

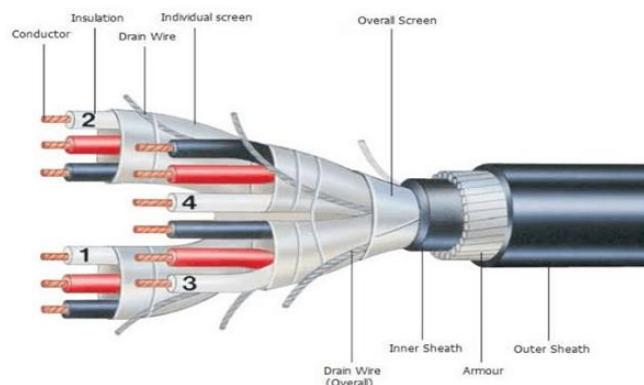


Figura 3 Cables para instrumentación

Estos cables están especialmente indicados cuando se requiere una óptima transmisión de señales de data en entornos con un elevado nivel de presencia de interferencias electromagnéticas.

2.1.5 Cables para tableros eléctricos

Par tener facilidades en el rutado de los cables en un tablero eléctrico, se hace necesario que el cableado sea realizado con cables flexibles.

De igual forma, son los recomendados en las instalaciones fáciles y seguras.

En los casos en que se busque los más adecuados para uso doméstico, lo mejor son estos cables eléctricos, especialmente orientados para instalación en locales de públicos de alta concurrencia, para derivaciones individuales y para cableado interno de armarios eléctricos, cajas de interruptores y pequeños aparatos eléctricos.

En la figura 4 podemos apreciar una de sus aplicaciones en un tablero o panel eléctrico.



Figura 4 Cables para tableros eléctricos

2.1.6 Cables de potencia

Este tipo de cable de energía es el más recomendado para instalaciones industriales y sitio de alta concurrencia de personas.

Generalmente se pueden conseguir cables de potencia en aplicaciones para la transmisión de potencia en todo tipo de conexiones de bajo voltaje, para uso industrial en condiciones exigentes y para variadores de frecuencia (VFD).

2.1.7 Cables de goma

La aplicación de los cables de goma extra flexibles está muy diversificada. Podemos encontrar cables de goma en instalaciones industriales permanentes, así como en las de servicio móvil.

Para aplicaciones de equipos de soldadura, estos cables son conveniente que tengan la cubierta de goma, lo que permite transmitir altas corrientes entre el equipo de soldadura y el electrodo.

2.1.8 Cables de aluminio

Los cables de aluminio para la transmisión de potencia son aptos para su instalación fijas en interiores, exteriores y/o enterrados.

Los cables de aluminio se han convertido en la alternativa práctica para sustituir aplicaciones de los cables de cobre, esto debido a su costo en comparación con los conductores de cobre.

Una de las más utilizadas es en las líneas de transmisión, a continuación, en la figura 5 se puede apreciar un de estos conductores.



Figura 5. Conductores de aluminio tipo arvidal para líneas de transmisión

2.1.9 Cables solares

Son cables específicamente diseñados para la conexión entre paneles fotovoltaicos, así como, desde los paneles solares al inversor de corriente continua a alterna.



Figura 6. Cables para aplicaciones solares

En la figura 6 podemos apreciar un cable para aplicaciones solares, uno para cada polaridad con sus respectivos conectores.

Debido al diseño de sus materiales y a su cubierta especialmente resistente a la radiación solar, así como a temperaturas extremas, son instalados en áreas externas.

El cable fotovoltaico es un tipo especial de cable utilizado en los sistemas de generación de energía fotovoltaica. Este tipo de cable para paneles solares también se conoce como cable PV. Incluyen cables paralelos para conectar los paneles solares, cables entre la caja de distribución de DC y el inversor, cables AC para conectar el inversor a la red de transmisión.

los cables fotovoltaicos están fabricados con alambres de cobre blandos recocidos y estañados con buena resistencia al envejecimiento y propiedades eléctricas.

Este cable para paneles solares tiene una alta resistencia mecánica y una buena resistencia ambiental. Puede utilizarse durante largos períodos en entornos exteriores con altas temperaturas y radiación UV.

Los cables solares de DC (corriente directa) se utilizan principalmente para la conexión en serie entre módulos fotovoltaicos, la conexión en paralelo entre cadenas fotovoltaicas y la conexión entre la caja de distribución de DC y el inversor.

Los cables fotovoltaicos de AC (corriente alterna) se utilizan principalmente para la conexión del inversor al transformador elevador, la conexión del transformador elevador a la unidad de distribución y la conexión de la unidad de distribución a la red.

Este tipo de cables solares son cables de carga de AC, que se colocan con mayor frecuencia en entornos interiores. Entonces, pueden

seleccionarse de acuerdo con los requisitos generales de selección de cables eléctricos.

Un gran número de cables DC de las centrales fotovoltaicas tienen que ser colocados al aire libre en condiciones ambientales adversas.

El material del cable solar debe determinarse por su resistencia a la luz ultravioleta, al ozono, a los cambios bruscos de temperatura y a la erosión química.

El uso prolongado de cables fabricados con materiales ordinarios en tales entornos hará que la cubierta sea propensa a romperse e incluso que el aislamiento se descomponga.

Estas condiciones pueden dañar directamente el sistema de líneas eléctricas y también aumentar el riesgo de cortocircuitos en los cables. A largo plazo, también existe una mayor probabilidad de que se produzcan incendios o accidentes de las personas, lo que afecta significativamente a la vida útil del sistema fotovoltaico. Por lo tanto, es necesario utilizar cables y componentes especiales para las centrales fotovoltaicas.

Con el continuo desarrollo de la industria fotovoltaica, el mercado de los componentes de soporte fotovoltaicos se está expandiendo gradualmente. Se ha desarrollado muchos tipos de productos de cable fotovoltaico especializado.

El cable placa solar especializado vienen con temperaturas nominales de 120 grados y pueden soportar una amplia gama de variaciones de temperatura. Por lo tanto, puede soportar largos períodos de luz solar y entornos de alta temperatura.

Existe una amplia gama de cables fotovoltaicos como cable solar de 4mm², cable solar de 6mm², cable solar de 10mm², cable solar de 16mm², etc. Teniendo en cuenta los requisitos de rendimiento de los cables fotovoltaicos en el entorno del uso, los

expertos en pruebas de cables presentan tres requisitos de prueba.

- Los cables solares para exteriores deben ser resistentes al envejecimiento por rayos UV, al calor, a la hidrólisis, al moho y a las temperaturas altas o bajas.
- En el caso del cable PV con requisitos de retardante de llama, debe someterse a pruebas de choque térmico, presión a alta temperatura, flexión y estiramiento a baja temperatura y prueba de resistencia a la llama.
- Tanto los cables fotovoltaicos de exterior como los de interior deben someterse a pruebas de resistencia al envejecimiento del oxígeno térmico.

Los cables DC para paneles solares deben ir enfundados en un conducto. Hay que asegurarse de que no haya partes expuestas y de que el cableado para paneles solares sea sensato.

Es necesario comprobar que los cables AC fotovoltaicos cumplen los requisitos de capacidad de carga de la línea y de caída de tensión. Sobre todo, muchos usuarios eligen los cables con núcleo de aluminio para la línea de salida de AC. El cable de aluminio tiene un calibre más grueso en comparación con el cable de cobre.

2.1.10 Cables especiales

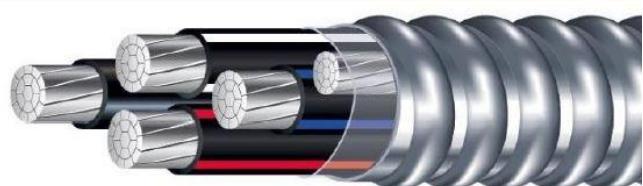
En el mercado se dispone de una amplia gama de cables para instalaciones especiales como, por ejemplo: instalaciones temporales de guirnaldas luminosas para ferias o adornos navideños, para cableado de puentes grúa, para montacargas, ascensores, aplicaciones en bombas sumergibles y zonas de agua potable como acuarios, sistemas de depuración, fuentes de agua potable o en piscinas para sistemas de iluminación, depuración y limpieza.

2.1.11 Cables armados

Son cables con armadura de acero o de aluminio para instalaciones donde la probabilidad de riesgo de agresión mecánica es eminente.

También es habitual encontrar cables armados en lugares con presencia de roedores, así como en instalaciones en áreas clasificadas con riesgo de incendio y explosión.

En la figura 7 podemos apreciar un cable MC multiconductor conformado por tres cables para fases uno para neutro y el de tierra.



La imagen es solo una referencia de la construcción del cable

Figura 7. Cables armados MC

Revisemos brevemente la definición básica y las características de los cables MC. El cable MC, también conocido como cable con aislamiento mineral y revestimiento metálico, es un tipo especial de cable que combina una cubierta metálica con material de aislamiento mineral.

Su cubierta metálica no solo previene eficazmente los daños mecánicos externos y las interferencias electromagnéticas, sino que también mantiene la integridad estructural en caso de incendio, ahorrando un tiempo valioso para el rescate y la huida.

Los materiales de aislamiento mineral tienen las características de resistencia a altas temperaturas, no combustión y no producción de gases tóxicos, lo que mejora aún más el rendimiento de seguridad de los cables.

Aunque no existe una explicación oficial o unificada sobre el origen del nombre cable MC, podemos hacer especulaciones y análisis razonables basados en las características estructurales y los escenarios de uso del cable.

Revestimiento metálico: una de las características más destacadas de los cables MC es su revestimiento metálico. La M aquí probablemente represente Metal, lo que enfatiza las características materiales de la estructura protectora externa del cable.

La cubierta metálica no solo proporciona una fuerte protección física para el cable, sino que también mejora su capacidad de protección electromagnética, lo que garantiza la estabilidad y la seguridad de la transmisión de la señal.

Aislamiento mineral: Otro factor clave es el material de aislamiento mineral en el interior del cable. La "C" aquí puede representar una versión simplificada de Cable o una variante de Cladding, pero es más probable que corresponda a la "C" de Insulation, lo que implica que la capa de aislamiento del cable está compuesta de materiales minerales.

La selección de materiales de aislamiento mineral permite que los cables MC mantengan un buen rendimiento en entornos extremos, especialmente en altas temperaturas y situaciones de incendio, lo que evita eficazmente la propagación del fuego y protege la seguridad del personal y la propiedad.

Nomenclatura combinada: combinación de elementos clave de "Metal" y "Cable" o "Aislamiento" para formar el nombre conciso y simbólico "MC". Esta convención de nomenclatura no solo refleja las principales características estructurales del cable, sino que también facilita su memorización y reconocimiento.

En varios proyectos de ingeniería, cuando es necesario elegir un cable que sea seguro y confiable, el cable MC a menudo se convierte en la

primera opción. Su estructura única y su excelente rendimiento le permiten mantener condiciones de trabajo estables en diversos entornos hostiles, brindando un fuerte soporte para el funcionamiento normal de los equipos eléctricos.

En la figura 8 podemos apreciar un cable MC con armadura metálica de acero.



Figura 8. Cable MC armadura de acero

Los cables armados tipo MC ofrecen múltiples beneficios en comparación con otros tipos de cables eléctricos. En primer lugar, la armadura metálica entrelazada o corrugada proporciona una protección mecánica adicional a los conductores aislados, lo que los hace más resistentes a daños físicos durante la instalación y el uso. Además, esta característica permite que se utilicen en entornos más exigentes, como áreas clasificadas como peligrosas donde hay riesgo de explosiones o incendios.

Otro beneficio importante es la agilidad en la instalación. Los cables tipo MC vienen ensamblados de fábrica con todos los componentes necesarios, lo que reduce significativamente el tiempo y los costos de instalación en comparación con la instalación de conductores individuales y tuberías separadas.

Por otra parte, su diseño compacto y resistente permite que se instalen directamente enterrados sin

necesidad de canalización o charolas porta cables adicionales.

Los cables armados MC también son económicos en términos de mantenimiento y reparaciones. La armadura metálica proporciona una barrera protectora adicional contra daños por impacto, abrasión o cortocircuitos accidentales.

Esto significa que los costos de reemplazo son menores ya que no es necesario cambiar todo el cable si sólo un conductor está dañado.

2.1.11.1 Selección de los Cables Armados Adecuados

La selección del cable amado adecuado es crucial para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo de un proyecto eléctrico.

Los cables armados tipo MC ofrecen una solución conveniente y confiable para una amplia gama de aplicaciones, pero es importante tener en cuenta varios factores al seleccionar el cable correcto.

2.1.11.2 Tipos de armaduras disponibles

Los cables tipo MC están disponibles con diferentes tipos de armaduras metálicas entrelazadas, corrugadas o lisas. La elección del tipo correcto dependerá del entorno específico donde se instalará el cable.



Figura 9. Diversas armaduras de cable MC

En la figura 9 podemos apreciar distintos tipos de armadura para cables MC metálicas de acero.

La armadura lisa es fácilmente doblada e instalada en espacios reducidos. La armadura corrugada es una cinta de acero recubierta que se dobla longitudinalmente alrededor del cable.

Esta capa ofrece mayor resistencia mecánica contra aplastamiento o torsión. En cuanto a la entrelazada, proporciona una excelente flexibilidad lo que facilita su instalación en espacios reducidos.

2.1.11.3 Normas de fabricación y estándares UL 1569

Los cables armados tipo MC están diseñados y fabricados según los requisitos establecidos en el estándar UL 1569. Este estándar define los requisitos mínimos para la construcción, calificación y marcado de estos cables.

Las pruebas incluyen la resistencia mecánica, la resistencia a la abrasión, las propiedades dieléctricas y térmicas, entre otras. La certificación UL indica que un cable ha sido probado y evaluado por un organismo independiente para cumplir con estos requisitos.

2.1.11.4 Usos permitidos y no permitidos según el NEC

El Código Eléctrico Nacional (NEC) establece los criterios mínimos necesarios para proteger a las personas y las propiedades de posibles peligros eléctricos.

Los MC cables armados son adecuados para su uso en interiores, exteriores, enterrados, en charolas porta cables, canalizaciones y otros entornos específicos. Sin embargo, hay restricciones sobre dónde se pueden usar ciertos tipos de cables armados MC debido a los riesgos asociados con la exposición a la humedad o los vapores corrosivos.

Por ejemplo, algunos tipos de cables armados tipo MC no están diseñados para su uso en ambientes húmedos o corrosivos debido al riesgo de daño a la cubierta metálica que puede comprometer la integridad del cable. Además, algunos tipos de cables armados no son adecuados para su uso en áreas clasificadas como peligrosas debido a sus características eléctricas o mecánicas.

En las aplicaciones peligrosas pueden utilizarse MC-HL cables. Estos cables cuentan con una protección ignífuga adicional contra los efectos de gases, vapores o líquidos inflamables que pueden provocar explosiones.

2.1.11.5 Aplicaciones de los Cables Tipo MC

Los cables tipo MC son una opción ideal para diversas aplicaciones eléctricas, incluyendo instrumentación, control, fuerza y media tensión.

En la industria de la instrumentación, estos cables se utilizan comúnmente para conectar sensores y dispositivos de medición a sistemas de control. La protección mecánica que ofrecen los cables armados tipo MC es especialmente importante en ambientes industriales donde los cables pueden estar expuestos a vibraciones o impactos.

En aplicaciones de control, los MC cables para control armados son una excelente opción para la alimentación de motores y otros equipos eléctricos.

La armadura metálica proporciona una protección adicional contra daños mecánicos y ayuda a prevenir interferencias electromagnéticas (EMI) que pueden afectar el rendimiento del equipo.

Los cables armados tipo MC también se utilizan comúnmente en aplicaciones de fuerza, como la alimentación de iluminación y tomascorrientes en edificios comerciales e industriales.

La protección mecánica que ofrecen estos cables es especialmente importante en áreas donde los

cables están expuestos a daños físicos debido al tráfico peatonal o vehicular.

2.1.11.6 Fabricación de cables armados MC

En aplicaciones de media tensión, los cables tipo MC son ideales para su uso en subestaciones eléctricas y sistemas de distribución.

La armadura metálica proporciona una protección adicional contra daños mecánicos y ayuda a prevenir interferencias electromagnéticas que pueden afectar el rendimiento del sistema.

En resumen, los cables armados tipo MC son una excelente opción para una amplia variedad de aplicaciones eléctricas. Ofrecen protección mecánica adicional y ayudan a prevenir interferencias electromagnéticas que pueden afectar el rendimiento del equipo o sistema.

Es importante seleccionar el cable adecuado según los códigos eléctricos y considerar aspectos como el jalado, radio de curvatura, cajas y accesorios, sujeción y montaje, y la posibilidad de instalación directamente enterrada.

Los MC-HL cables son recomendados para áreas clasificadas como peligrosas de mayor exigencia en seguridad.

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.