

En este apartado se incluyen los cables con aislamiento y cubierta de PVC con calidades normalizados. No obstante, los mismo tipos constructivos pueden fabricarse con otros materiales de calidades y características conveniente, de forma que los cables puedan adecuarse a las características solicitadas por el cliente.

ABREVIATURAS

Las abreviaturas utilizadas para las designaciones de los cables del presente catálogo son:

Aislamientos:	E	Poliétileno (PE).	Armaduras:	M	Corona de hilos de acero sobre asiento de PVC.
	V	Policloruro de Vinilo (PVC).		F	Flejes de acero sobre asientos de PVC.
	R	Poliétileno Reticulado (XLPE).		TFe	Trenza de hilos de acero sobre asiento de PVC.
	Z1	Polioléfina Termoplástica.			
<hr/>			<hr/>		
Pantallas:	H	Individual, de Aluminio/Poliéster con hilo de drenaje.	Asiento y cubiertas:	V	Policloruro de Vinilo (PVC).
	O	Total, de Aluminio/Poliéster con hilo de drenaje o cinta de cobre.		PE	Poliétileno (PE).
	Tcu	Trenza de hilos de cobre sobre asiento de PVC.		Z1	Polioléfina Termoplástica.

CONDUCTOR

Cada conductor puede estar formado por uno o varios alambres de cobre electrolítico recocido, pulido o estañado, conforme a la norma UNE-EN 60228.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL COBRE ELECTROLÍTICO A 20 °C

Resistividad	0,017241 Ohm.mm ² /m
Densidad	8,89 gr/cm ³

FORMACIÓN DE LOS CONDUCTORES composiciones más usuales

SECCIÓN mm ²	CLASE 1 n(hilos) x ø mm	CLASE 2 n(hilos) x ø mm	CLASE 3 n(hilos) x ø mm
0,50	1 x 0,80	7 x 0,30	16 x 0,20
0,75	1 x 0,98	7 x 0,37	24 x 0,20
1,00	1 x 1,13	7 x 0,43	32 x 0,20
1,50	1 x 1,38	7 x 0,52	30 x 0,25
2,50	1 x 1,78	7 x 0,67	50 x 0,25

Los cables que a continuación se describen pueden fabricarse en Libre halógenos, no propagadores del incendio, con baja emisión de humos, bajo índice de toxicidad, baja corrosividad de humos y resistentes a hidrocarburos. Ello se consigue combinando adecuadamente los materiales anteriormente descritos.

AISLAMIENTO

Los tipos de materiales para el aislamiento de los cables se elegirán en función de las siguientes características:

- Constante dieléctrica
- Resistencia de aislamiento
- Temperatura de servicio
- Estabilidad mecánica
- Comportamiento ante el fuego
- Resistencia a los agentes químicos
- Resistencia a la radiación

En la siguiente tabla se resumen las principales características de los materiales que componen los cables de este catálogo.

MATERIALES

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	PE Polietileno	PVC	XLPE	Z1 Poliolefina
FÍSICAS					
Peso específico		0,95	1,5	0,93	1,5
MECÁNICAS					
Temperatura máxima de servicio	°C	70-80	70	90	70
Resistencia a bajas temperaturas	°C	-50	-30	-40	-30
Resistencia a la llama		Mala	No propaga	Mala	No propaga
Resistencia a bajas temperaturas		Buena	Buena	Buena	Buena
Resistencia a temp. de ensayo		Muy buena	Buena	Buena	Buena
EN ESTADO INICIAL					
Carga de rotura mínima	N/mm ²	10	12,5	12,5	10
Alargamiento mínimo	%	300	150	200	125
DESPUÉS ENVEJECIMIENTO EN ESTUFA					
Tiempo	Días	10	7	7	10
Temperatura	°C (±2)	100	100	135	100
Carga de rotura sobre valor inicial		-	±25 %	±25 %	±30
Alargamiento sobre valor inicial		-	±25 %	±25 %	±40
ELÉCTRICAS					
Resistividad Volumétrica mínima (20 °C)	(Ohm/cm)	10 ¹⁶	10 ¹³	10 ¹⁵	10 ¹³

IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

En los cables multiconductores se imprimen, sobre el aislamiento de cada conductor, un número de orden con tinta endoble.

En los cables multipares, cada par está formado por un conductor negro y otro blanco, el conductor negro irá marcado con el número de orden del par.

En los cables de ternas, cada tema estará formada por un conductor negro, otro blanco y otro rojo, el conductor negro irá marcado con el número de orden del par.

CONDUCTORES AUXILIARES

En los cables de instrumentación, además de los conductores o pares principales, se pueden incluir:

- A- Conductor amarillo/verde para conexión equipotencial.
- B- Par o pares auxiliares de telefonía.

CABLEADOS DE LOS CONDUCTORES

Los conductores aislados, sueltos o agrupados por pares, ternas o cuadretes, se reúnen en una o varias coronas, según sea el número de conductores o grupos que los compongan.

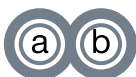
ELEMENTOS DE CABLEADO

ARTERIA



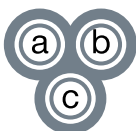
Conductor aislado.

PAR



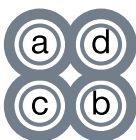
Dos conductores aislados cableados para formar un circuito.

TERNA



Tres conductores aislados cableados, los conductores a y b formando un circuito, conductor c señalización.

CUADRETE



Cuatro conductores aislados cableados.

- a) Los conductores diametralmente opuestos a y b formando un circuito, los conductores c y d para señalización general.
- b) Los conductores diametralmente opuestos a y b, c y d formando cada uno un circuito.

PASO DE CABLEADO

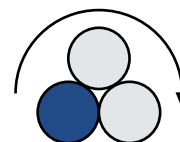
Por razones eléctricas el paso del cableado es muy importante en los cables de instrumentación.

Para evitar interferencias entre los elementos de cableado de los cables (pares, ternas o cuadretes), el paso de cableado de los elementos adyacentes debe ser diferente. Esto representa una complicada técnica de cableado durante la producción. Cuando se usan las pantallas individuales este factor no es necesario tenerlo en cuenta.

El paso corto de cableado reduce la interferencias exteriores al mínimo, permitiendo incrementar la velocidad de la transmisión (bits/seg.).

Cuando se sobrepasan los seis elementos a cablear, el cable estará formado por varias capas concéntricas de conductores aislados o grupos.

El cambio de sentido en las capas contiguas del cableado permite reducir las interferencias entre los conductores de las diferentes capas.



Paso de cableado

Paso de cableado

Paso de cableado

Para la protección contra las interferencias internas y externas, en los cables utilizados para la transmisión de datos, normalmente se utilizan pantallas. La clase de pantalla a elegir depende del tipo de interferencias a las que el cable estará sometido durante su funcionamiento.

PANTALLA CONTRA LAS INTERFERENCIAS INTERNAS

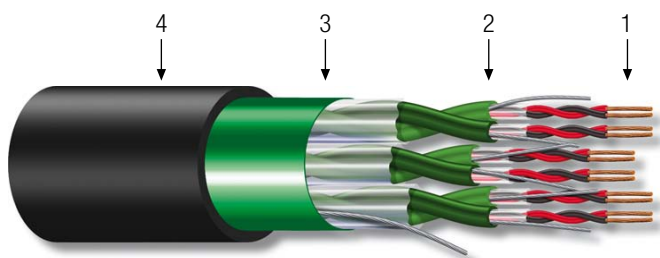
Aquí la única interferencia de importancia es el desequilibrio capacitivo de los diferentes elementos cableados.

Las precauciones para reducir las interferencias internas son:

- Diferentes pasos de cableado.
- Pantallas individuales para los elementos de cableado total.

DESCRIPCIÓN:

1. Elementos del cableado
2. Pantalla individual, cinta e hilo de drenaje.
3. Pantalla total, cinta e hilo de drenaje.
4. Cubierta.



Generalmente la pantalla consiste en una cinta de aluminio, adherida a una de poliéster, el aluminio estará en contacto continuo con el hilo de drenaje. Para aislar las pantallas adyacentes, éstas van provistas de una o varias cintas de poliéster. Para cables flexibles la pantalla consiste en una trenza de hilos de cobre. En casos especiales ésta consiste en una o dos capas de hilos de cobre aplicados en espiral.

PANTALLA CONTRA LAS INTERFERENCIAS EXTERNAS

Para prevenir las interferencias externas, además de la precaución de acortar los pasos de cableado, también es necesario aplicar una pantalla sobre el conjunto. La corriente alterna con armónicos (cables de potencia, generadores, motores, transformadores, etc...) produce interferencias de baja frecuencia.

PANTALLA CONTRA LAS INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS DE BAJA FRECUENCIA

Dentro del rango de las interferencias de baja frecuencia, la medida para el efecto de la pantalla es el factor de reducción r_c . La interferencia de la inducción del voltaje depende de:

- La magnitud de la interferencia.
- La longitud del cable sometida a la interferencia.
- El factor de reducción.

El factor de reducción determina el alcance de la reducción de las interferencias que aporta la pantalla.

$$r_c = \frac{\text{Voltaje de la interferencia con pantalla}}{\text{Voltaje de la interferencia sin pantalla}}$$

$$r_c = \frac{R_0}{\sqrt{V(R_0 + R_E)^2 + \omega^2(L_M + L_E)^2}}$$

r_c = Factor de reducción

$r_c = 1$ sin factor de pantalla

$r_c < 1$ factor pantalla previsto

R_0 Resistencia de la pantalla con CC en Ohms/km.

R_E Resistencia del circuito de tierra con CC en Ohms/km. Normalmente se evalúa en 0,05 Ohms/km.

L_M Inductancia interna de la pantalla en H/km. Para pantallas no magnéticas este factor no se completa.

L_E Inductancia externa del circuito de tierra en H/km. Normalmente se evalúa en 0,0002 H/km.

ω Pulsación 2 f en Hz.

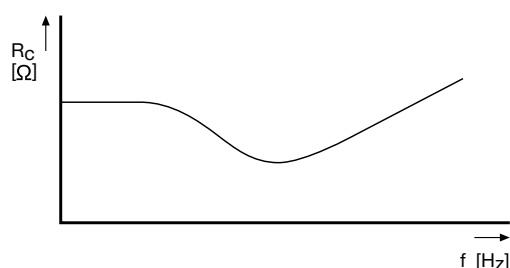
Factor de reducción	Características del material de la pantalla	Constitución de la pantalla y material
$r_c < 0,9$	Alta resistencia en CC	Cinta de aluminio Complejo aluminio/poliéster
$r_c = 0,9 \dots 0,7$	Baja resistencia en CC	Trenza hilos de cobre Coronas de hilos de cobre Cinta de aluminio Complejo aluminio/poliéster
$r_c = 0,9 \dots 0,3$	Baja resistencia en CC en combinación con alta inductancia	Trenza hilos de cobre Corona de hilos de cobre Cinta de aluminio Complejo aluminio/poliéster, junto a armaduras de trenzas de acero, corona de hilos o flejes de acero
$r_c < 0,3$	Muy baja resistencia en CC muy alta inductancia	Trenza hilos de cobre Corona de hilos de cobre Cinta de aluminio Complejo aluminio/poliéster, junto a armaduras de trenzas de acero, corona de hilos o flejes de acero

PANTALLA CONTRA LAS INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS DE ALTA FRECUENCIA

Dentro del rango de las interferencias de alta frecuencia, la medida para el efecto de la pantalla es la resistencia de acoplamiento R_C . La resistencia de acoplamiento se define como:

$$R_C = \frac{\text{Voltaje de la interferencia inducida en la perturbación del sistema}}{\text{Corriente en el sistema perturbado}}$$

Un valor alto R_C denota un bajo efecto de pantalla. Un valor bajo R_C denota un alto efecto de pantalla. La resistencia de acoplamiento para las pantallas depende de la frecuencia. La curva típica para las pantallas de trenzas de hilos de cobre, se refleja en el siguiente gráfico.



El máximo efecto de la pantalla se conseguirá con una adecuada elección del material de la pantalla y con la propia construcción de la misma. Las trenzas producen un pequeño valor de la resistencia al acoplamiento, siempre y cuando se coordine correctamente con el recubrimiento, el tramado, el diámetro de los hilos y el ángulo de trenzado.

PANTALLA CONTRA LAS INTERFERENCIAS ELÉCTRICAS

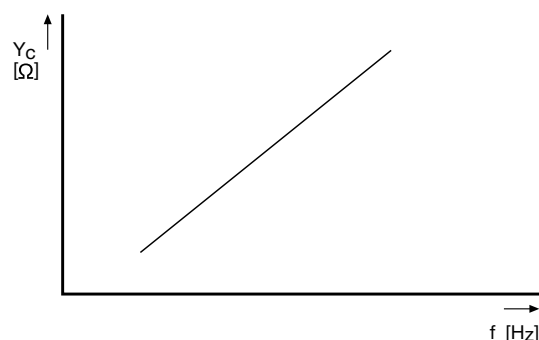
El valor para el efecto pantalla contra la interferencia eléctrica se obtiene por la admisión de acoplamiento Y_C . La admisión de acoplamiento se define así:

$$Y_C = \frac{\text{Corriente inducida en la perturbación del sistema}}{\text{Corriente en el sistema perturbado}}$$

Promedio Y_C alto, efecto pantalla bajo.

Promedio Y_C bajo, efecto pantalla alto.

La admisión de acoplamiento depende de la frecuencia y se refleja en la siguiente curva básica.



El buen efecto de pantalla se consigue usando pantallas con un gran porcentaje de recubrimiento. Por este motivo se utilizan pantallas con un recubrimiento del 100 %. Las pantallas contra interferencias eléctricas no transportan una corriente muy elevada, normalmente es suficiente prever una pantalla total de aluminio/poliéster con un hilo de drenaje. Este tipo de pantalla, a veces, no es efectivo si el cable está sujeto a perturbaciones electromagnéticas.

ASIENTOS Y ARMADURAS

Las cubiertas intermedias, ya sean de plástico o poliolefinas, cumplen una misión fundamental, bien sea por sí mismas o junto a otros elementos para proteger al cable contra:

- Tensiones mecánicas
- Humedad
- Ataques de agentes químicos
- Corrosión
- Interferencias electromagnéticas

ASIENTOS (CUBIERTAS INTERMEDIAS)

Los asientos normalmente cumplen varias funciones como:

- Relleno
- Protección adicional contra humedad
- Asiento de armadura
- Reducción de la capacidad entre la última capa del cableado y la pantalla total.

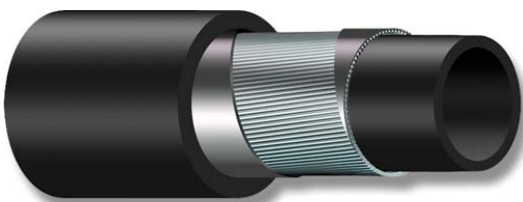
ARMADURAS

Los cables, especialmente aquellos que están sometidos a un esfuerzo mecánico, van siempre provistos de armadura. Hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- a) Esfuerzo mecánico transversal
- b) Esfuerzo mecánico longitudinal
- c) Protección antimoho y antitermitas
- d) Esfuerzo del cable durante la instalación
- e) Función equipotencial de la línea o tierra

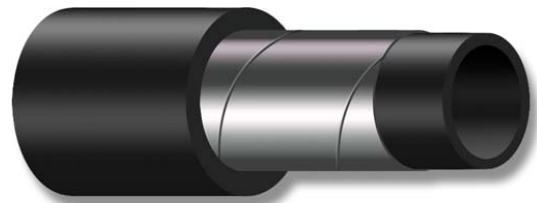
ARMADURA DE HILOS DE ACERO (a-b-d-e)

Formada por una corona de hilos de acero galvanizado, arrollados en espiral sobre el asiento, recubriendo aproximadamente un 90%, con una contraespira de fleje de acero, si es necesario.



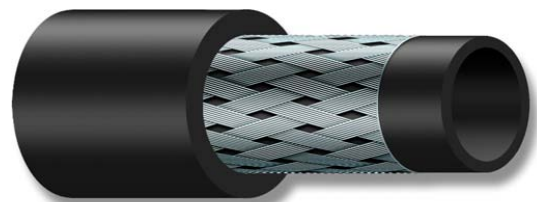
ARMADURA DE FLEJES DE ACERO (a-c)

Formada por dos flejes de acero galvanizado, arrollados en hélice sobre el asiento y con un solape mínimo del 25%, recubrimiento 100 %.



ARMADURA TRENZA DE HILOS DE ACERO (b-d-e)

Formada por una trenza de hilos de acero, tejida sobre el cable. Recubrimiento 70-80 %.



CUBIERTAS

Para la correcta elección de las cubiertas hay que tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Resistencia a la abrasión
- Flexibilidad
- Temperatura de trabajo
- Resistencia a los agentes químicos
- Comportamiento ante el fuego
- Resistencia a los rayos ultravioletas y a la radiación.

En la siguiente tabla se resumen las principales características de los materiales que componen los cables de este catálogo.



MATERIALES

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	PE Poliétileno	PVC	XLPE	Z1 Polioléfina
FÍSICAS					
Peso específico		0,95	1,5	1,5	1,5
MECÁNICAS					
Temperatura máxima de servicio	°C	80	70	90	70
Resistencia a bajas temperaturas	°C	-50	-30	-40	-30
Resistencia a la llama		Mala	No propaga	Mala	No propaga
Resistencia a bajas temperaturas		Buena	Buena	Buena	Buena
Resistencia a temp. de ensayo		Muy buena	Buena	Buena	Buena
EN ESTADO INICIAL					
Carga de rotura mínima	N/mm ²	10	12,5	12,5	10
Alargamiento mínimo	%	300	150	200	125
DESPUÉS ENVEJECIMIENTO EN ESTUFA					
Tiempo	Días	10	7	7	7
Temperatura	°C (±2)	100	100	135	135
Carga de rotura sobre valor inicial		-	±25 %	±25 %	±20
Alargamiento sobre valor inicial		-	±25 %	±25 %	±20

NOTA: El PVC resistente a hidrocarburos, resiste los hidrocarburos alifáticos, carburos con cadenas saturadas o no (ej.: petróleo bruto, aceite, parafina, etc.). En caso de precisar una resistencia a los hidrocarburos aromáticos, carburos con núcleos benzénicos (ej.: benceno y derivados), será necesario prever una vaina de plomo.