

CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Aislantes utilizados en la fabricación de conductores eléctricos

La mayor parte de los conductores eléctricos se fabrican con los siguientes materiales, que pueden ser utilizados como aislantes y como cubiertas.

Policloruro de vinilo: Puede ser designado mediante las siglas **PVC** o también **V**. Es un material termoplástico, es decir, que se deforma con la temperatura. Su principal inconveniente es la emisión de humos opacos y de gases tóxicos y corrosivos en caso de incendio. No se usa como aislante en Media Tensión.

Presenta una excelente respuesta a la intemperie (ozono o luz solar). Tiene buena resistencia al desgarro y bajo coeficiente de rozamiento, lo que facilita el tendido. Ofrece una mala respuesta a los hidrocarburos y se vuelve muy frágil a temperaturas próximas a los 0°C.

Polietileno reticulado: Puede ser designado mediante las siglas **XLPE** o también **R**. Material termoestable. Excelente aislante en baja, media y alta tensión. Ofrece baja resistencia a los hidrocarburos y una cierta rigidez mecánica, lo que hace que su tendido sea un poco más dificultoso.

Etileno Propileno: Puede ser designado mediante las siglas **EPR** o también **D**. Material termoestable. Excelente aislante en baja, media y alta tensión. Muy flexible, incluso a bajas temperaturas. Excelente comportamiento a altas temperaturas y gran resistencia al envejecimiento térmico. Gran resistencia al ozono, la ionización, y las descargas parciales.

Goma de Silicona: Designado mediante las siglas **SI**. Extraordinario comportamiento frente al fuego: en contacto con la llama, la goma de silicona desarrolla una capa de sílice que asegura el funcionamiento del circuito durante un tiempo. Se utiliza en circuitos de seguridad o emergencia.

Policloropreno: Puede ser designado mediante las siglas **PCP** o también **N**. Excelentes propiedades mecánicas, gran flexibilidad. Gran resistencia a la penetración de líquidos. Buen comportamiento a la intemperie. Se utiliza como cubierta.

Poliolefina: Designado mediante las siglas **Z** (termoestable) o **Z1** (termoplástico). Se utiliza por cumplir las normas exigidas a un conductor AS: no propagación del incendio, baja emisión de gases tóxicos y humos opacos, y nula emisión de gases corrosivos. Uso en conductores destinados a instalaciones de enlace, locales de pública concurrencia, etc.

CARACTERÍSTICAS	POLICLORURO DE VINILO		ETILENO PROPILENO	POLIETILENO RETICULADO
	PVC-A	PVC-B		
Denominación normalizada	PVC-A	PVC-B	EPR	XLPE
Designación genérica	V	V	D	R
Temperatura máxima de servicio °C	70	70	90	90
Temperatura máxima de cortocircuito °C	170	160	250	250

Cables eléctricos de tensión asignada hasta 450/750 V.

Sistema de designación

Los cables eléctricos aislados de tensión asignada hasta 450/750 V se designan según las especificaciones de la norma UNE 20434 "Sistema de designación de los cables". Esta norma corresponde a un sistema armonizado (Documento de armonización HD 361 de CENELEC) y por lo tanto estas especificaciones son de aplicación en todos los países de la Unión Europea.

El sistema utilizado es una secuencia de símbolos en el que cada uno de ellos, según su posición, tiene un significado previamente establecido en la norma.

En la tabla siguiente se han incluido todos los símbolos utilizados en la denominación de los tipos constructivos de los cables de uso general en España de las siguientes normas UNE:

UNE 21031 (serie)	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento termoplástico
UNE 21027 (serie)	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado
UNE 21153	Cables flexibles planos con cubierta de policloruro de vinilo
UNE 211002	Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas
UNE-EN 50214	Cables flexibles para ascensores y montacargas
UNE 211 025	Cables con una resistencia intrínseca al fuego destinados a circuitos de seguridad

Cables eléctricos de tensión asignada 0,6/1 kV

Sistema de designación

Los cables eléctricos aislados de tensión asignada 0,6/1 kV no están armonizados, por lo que no tienen un sistema de designación basado en la norma UNE 20434 (Documento de armonización HD 361 de CENELEC).

Para estos cables no existe una norma general de designación, sino que el sistema utilizado es una secuencia de símbolos en el que cada uno de ellos, según su posición, tiene un significado previamente establecido en la propia norma particular.

Existen algunas discrepancias y contradicciones entre ambos sistemas de designación, ya que el mismo símbolo puede tener significados distintos según se trate de un cable 450/750 V o un cable 0,6/1 kV,

En la tabla siguiente se han incluido todos los símbolos utilizados en la denominación de los tipos constructivos de los cables de uso general en España de las siguientes normas UNE:

Cables de utilización general	
UNE 21123 (serie)	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV
UNE 211 025	Cables con una resistencia intrínseca al fuego destinados a circuitos de seguridad
EA 0038	Cables eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos
EA 0039	Cables multiconductores de tensión asignada 0,6/1 kV no propagadores del incendio, aislados con polietileno reticulado y con cubierta de poliolefina, para utilizar como instalación fija en circuitos de control

Cables de redes de distribución	
UNE-HD 603 (serie)	Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV
UNE 21030 (serie)	Conductores aislados cableados en haz de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución y acometidas

IES GALLICUM. INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN. TPMB CONDUCTORES ELÉCTRICOS

ITC-BT	TIPO DE INSTALACION		CABLE HABITUAL
06	DISTRIBUCIÓN	Aérea	conductor aislado RZ (Cu ó Al)
07		Subterránea	conductor desnudo Cu duro, AL1/ST1A, AL1/A20SA
11		Acometidas	aéreas RV, XZ1
14	ENLACE	subterráneas	RZ (Cu ó Al)
15		Línea general de alimentación	RV, XZ1
16		Derivación individual	RZ1-K(AS)
	ALUMBRADO EXTERIOR	Centralización contadores	ES07Z1-K (AS), RZ1-K (AS)
		Acometidas	H07Z-R, ES07Z1-R (AS)
		Red alimentación	subterráneas o aéreas con cables aislados
		aérea	RZ (Cu)
		subterránea	VV-K, RV-K,
		Interior de los soportes	VV-K, RV-K
	Luminarias suspendidas	VV-K, RV-K	
	Puesta a tierra	Cu desnudo, H07V-U, H07V-R, H07V-K	
	INTERIORES Ó RECEPTORAS	Bajo tubo	tensión asig. 450/750 V H07V-K, ES07Z1-K(AS)
		tensión asig. 0,6/1 kV	VV-K, RV-K, RZ1-K(AS)
		Sobre las paredes	VV-K, RV-K, RZ1-K(AS)
		Empotrado estructura	RV-K
		Aéreos	RZ (Cu, Al)
		Huecos construcción	tubo ó canal H07V-K, ES07Z1-K(AS)
		directo	VV-K, RV-K, RZ1-K(AS)
		Canal apertura herramienta	H07V-K, ES07Z1-K(AS)
		Canal apertura sin herramienta.	H05VV-F, H05Z1Z1-F
		Bajo molduras	H07V-K, ES07Z1-K(AS)
	En bandeja	VV-K, RV-K, RZ1-K(AS)	
26	INTERIORES EN VIVIENDAS	General	H07V-U, H07V-R, H07V-K
27		Locales con bañera o ducha	H07V-U, H07V-R, H07V-K, H05VV-F
	LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA	General	ES07Z1-K(AS), RZ1-K(AS)
		Conexión interior de cuadros	ES05Z1-K(AS)
		Circuitos de servicios de seguridad	Cables AS+ (resistentes al fuego)
29	LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	Instalación fija bajo tubo	H07V-K (+no propagador del incendio), ES07Z1-K(AS)
		Cables con protección mecánica	RVMV-K, RVMV (+no propagador del incendio), RZ1M21-K
		Alimentación de equipos portátiles	H07RN-F
	LOCALES ESPECIALES	Local húmedo	bajo tubo H07V-K, H07V-U, H07V-R
		canal aislante	H05VV-F, H05Z1Z1-F
		sin tubo protector	RVMV-K, RVMV
		Local mojado	bajo tubo H07V-K, H07V-U, H07V-R
		canal aislante	RV-K, H07RN-F
	Locales a temperatura elevada	t<50 ºC : se aplica factor de reducción para I _{max} t>50 ºC: H07V2-K, H07G-K (se recomienda consultar con un fabricante)	
	Locales a temperatura baja	se recomienda consultar con un fabricante	
31	PISCINAS Y FUENTES	Piscinas volúmenes 0,1,2	igual que locales mojados
		Fuentes volúmenes 0,1	igual que locales mojados
32	MAQUINAS ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	General	se recomienda consultar con un fabricante
		Servicios móviles al exterior	H07RN-F
33	PROVISIONALES Y TEMPORALES DE OBRAS	Acometidas y exteriores	H07RN-F
		Interiores	H05VV-F, H07RN-F
34	FERIAS Y STANDS	Interiores	H05VV-F, H05Z1Z1-F, H07RN-F
		Exteriores	H07RN-F
		Alumbrados festivos	H03RN-F, H05RN-F, H07RNH2-F, H03VH7-H
41	CARAVANAS Y PARQUES DE CARAVANAS	Dispositivos de conexión	H07RN-F
		Caravanas	H07V-K, H07V-R, H05RN-F
42	PUERTOS Y MARINAS BARCOS DE RECREO	Contacto con agua	H07RN8-F
		Conexión a barcos	H07RN-F
	RECEPTORES PARA ALUMBRADO	Suspendidos	se recomienda consultar con un fabricante
		Cableado interno	cables 300/300 V (se recomienda consultar con un fabricante)
		Rótulos luminosos	cables según UNE-EN 50143
49	MUEBLES		H05VV-F, H05RR-F

Los cables indicados en esta Guía son una orientación del cable más habitual empleado en esa aplicación

DESIGNACIÓN DE CONDUCTORES 450/750 v

PARTE	ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA DESIGNACIÓN	POSICIÓN Nº 2)	REFERENCIA A:	SÍMBOLO	SIGNIFICADO				
1	Aspectos generales	1	Correspondencia con la normalización	H ES-N ó ES	Cable según normas armonizadas Cable de tipo nacional (no existe norma armonizada)				
		2	Tensión asignada	01 03 05 07	100/100V 300/300V 300/500V 450/750V				
2	Constitución del cable, generalmente según una secuencia radial, partiendo del material de aislamiento;	3	Aislamiento	B G N2 R S V V2 V3 V4 Z Z1	Goma de etileno-propileno Etileno-acetato de vinilo Mezcla especial de policloropreno Goma natural o goma de estireno-butadieno Goma de silicona Policloruro de vinilo Mezcla de PVC (servicio de 90°C) Mezcla de PVC (servicio baja temperatura) Policloruro de vinilo (reticulado) Mezcla reticulada a base de poliolfina con baja emisión de gases corrosivos y humos Mezcla termoplástica a base de poliolfina, con baja emisión de gases corrosivos y humos				
				4	Revestimientos metálicos 1)	C4	Pantalla de cobre en forma de trenza, sobre el conjunto de los conductores aislados reunidos		
				5	Cubierta y envolvente no metálica 1)	B G J N N4 N8 O R S T V V2 V4 V5 Z Z1	Goma de etileno-propileno Etileno-acetato de vinilo Trenza de fibra de vidrio Policloropreno (o producto equivalente) Poliétileno dicosulfurado Policloropreno especial, resistente al agua Poliuretano Goma natural o goma de estireno-butadieno Goma de silicona Trenza textil, impregnada o no, sobre conductores aislados Policloruro de vinilo Mezcla de PVC (servicio de 90°C) Policloruro de vinilo (reticulado) Mezcla de PVC (resistente al aceite) Mezcla reticulada a base de poliolfina con baja emisión de gases corrosivos y humos Mezcla termoplástica a base de poliolfina con baja emisión de gases corrosivos y humos		
						6	Elementos constitutivos y construcciones especiales	DG	Elemento portador constituido por uno o varios componentes (metálicos o textiles) situados en el centro de un cable redondo o repartidos en el interior de un cable plano
								Ninguno H H2 H6 H7 H8	Cable cilíndrico Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados pueden separarse Cables planos cuyos conductores aislados no pueden separarse Cables planos comprendiendo tres conductores aislados o más Doble capa de aislamiento extruida Cable extensible
								-D -E -F -H -K -R -U -Y	Flexible para uso en cables de máquinas de soldar Muy flexible para uso en cables de máquinas de soldar Flexible para servicios móviles (clase 5 de UNE 21022) Extraflexible (clase 8 de UNE 21022) Flexible para instalaciones fijas (clase 5 de UNE 21022) Rígido, de sección circular, de varios alambres cableados Rígido, de sección circular, de un solo alambre Formado por cintas de cobre enrolladas en hélice alrededor de un soporte textil (Cropel)
7	Forma del conductor								
3	Número y sección nominal de los conductores	8	Nº de conductores	N	Número de conductores				
		9	Símbolo o signo de multiplicación	x G	Signo "X" en ausencia de conductor amarillo/verde, Símbolo "G" si existe un conductor amarillo/verde				
		10	Sección nominal	mm²	Sección nominal 2)				

1) En la designación puede cambiarse la posición de estos símbolos con el fin de tener en cuenta la construcción del cable

2) En caso de conductores "cropel" se utiliza el símbolo "Y". No se especifica la sección nominal

3) En la denominación de un cable no deben constar necesariamente dígitos en las diez posiciones posibles de los símbolos, sino que sólo se utilizan los estrictamente necesarios para reflejar las características esenciales del cable.

Tipos de cable de alta seguridad

* **Cables no propagadores del incendio:** Son aquellos cables que no propagan el fuego a lo largo de la instalación, incluso cuando ésta consta de un gran número de cables, ya que se autoextinguen cuando la llama que les afecta se retira o apaga. (Se denominan AS).

* **Cables resistentes al fuego:** Son aquellos cables que, además de no propagar el fuego a lo largo de la instalación, mantienen el servicio durante y después de un fuego prolongado, a pesar de que durante el fuego se destruyan los materiales orgánicos del cable en la zona afectada. (Se denominan AS+).

En caso de incendio ambos tipos de cable tienen una emisión de gases opacos y de gases halógenos y corrosivos muy reducida.

Cables de alta seguridad (AS) no propagadores del incendio:

Los cables de alta seguridad (AS) no propagadores del incendio tienen unas características y especificaciones de acuerdo con las normas UNE siguientes:

UNE 21123 parte 4 tipo RZ1-K (AS) tipo RZ1-AI (AS)	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
UNE 21123 parte 5 tipo DZ1-K (AS) tipo DZ1-AI (AS)	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de poliolefina.
UNE 211002 tipo H07Z1-K (AS) tipo H07Z1-R (AS)	Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.
UNE 211002 tipo ES05Z1-K (AS) tipo ES05Z1-U (AS)	Cables de tensión asignada hasta 300/500 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.

Cables de alta seguridad (AS+) resistentes al fuego:

Los cables de alta seguridad (AS+) resistentes al fuego tienen unas características y especificaciones de acuerdo con las normas UNE siguientes

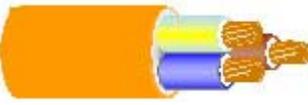
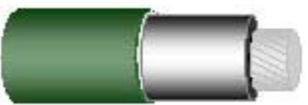
UNE 211025 tipo SZ1-K PH 90* (AS+)	Cables con una resistencia intrínseca al fuego destinados a circuitos de seguridad
---------------------------------------	--

* todos los cables de esta norma están clasificados PH 90 (continuidad de suministro del circuito eléctrico durante 90 minutos)

Características de los diferentes tipos de cable				
	Convencional	Alta seguridad		
			(AS)	(AS+)
Resistente al fuego ¹⁾				
No propagador del incendio ²⁾				
Bajo emisión humos ³⁾				
Libre de halógenos ⁴⁾				
No propagador de la llama ⁵⁾				
1) ensayo realizado según la norma UNE-EN 50200 2) ensayo realizado según la norma UNE-EN 50266 3) ensayo realizado según la norma UNE-EN 61034 4) ensayo realizado según la norma UNE-EN 50267 5) ensayo realizado según la norma UNE-EN 60332-1-2				

Nombre comercial	Designación genérica	Tensión nominal	Norma diseño	Dibujo cable	Aplicaciones
Afumex 750 V (AS) Quick System	ES05Z1-K / ES07Z1-K	300/500 V /450/750 V	UNE 211002		Derivaciones individuales (ITC-BT 15), locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (R.D. 2267/2004), cableado interior de cuadros (ITC-BT 28), locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) y para todas las instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20)
Afumex Haz (AS)	ES07Z1-K	450/750 V	UNE 211002		Derivaciones individuales (ITC-BT 15)
Afumex Paneles Flexible (AS)	H07Z-K	450/750 V	UNE 21027-9		Cableados de paneles, armarios de cuadros y bastidores de relés.
Afumex Paneles Rígido (AS)	H07Z-R	450/750 V	UNE 21027-9		Centralización de contadores (ITC-BT 16), cableados de paneles, armarios de cuadros y bastidores de relés.
Afumex 1000 V (AS) Iris Tech Quick System	RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14), derivaciones individuales (ITC-BT 15), locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (R.D. 2267/2004), locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT-20).
Afumex Mando 1000 V (AS)	RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Derivaciones individuales (ITC-BT 15)

IES GALLICUM. INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN. TPMB CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Afumex Firs 1000 V (AS+)	SZ1-K / RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Servicios de seguridad no autónomos, servicios con fuentes autónomas centralizadas (ITC-BT 28), ventiladores en garajes, aparcamientos y cocinas industriales (NBE-CPI 96)
Afumex Firs Detecsignal (AS+)	SOZ1-K	300/500 V			Conexión de centrales de detección de incendio con alarmas, detectores y pulsadores (ITC-BT 28).
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (RD 2267/2004) y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
Afumex O Signal (AS)	RC4Z1-K	300/500 V	VDE 0250		Transmisión de señales de control, instrumentación y telemando de instalaciones fijas, robótica, servomecanismos, automatismos. Y para todas aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
Afumex H07ZZ-F (AS)	H07ZZ-F	450/750 V	UNE 21027-13		Ferias y stands (ITC-BT 34), servicios provisionales y servicios móviles en locales de pública concurrencia (ITC-BT 28) y, para todos los servicios móviles en los que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
Afumex Varinet (AS)	RZ1KZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Interconexión entre variadores de frecuencia y motores.
Al Afumex 1000 V (AS)	AL RZ1	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14), derivaciones individuales (ITC-BT 15), locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (RD 2267/2004) y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
UTP Afumex (AS)	UTP		IEC 61156; EN 50288-6 IEC 11801 2ª Ed EN 50173 2ª Ed EIA/TIA 568 B.2.1		Redes de cableado para voz y datos en categorías, 5E, 6...
FTP Afumex (AS)	FTP		IEC 61156; EN 50288-5; IEC 11801 2ª Ed;		Redes de cableado para voz y datos en categorías, 5E, 6...

Características diferenciales entre los cables convencionales y los cables de alta seguridad (AS)

Comportamiento frente al fuego:

Cable convencional: no propagador de la llama (según norma UNE-EN 60332-1-2)

Cable alta seguridad (AS): no propagador del incendio (según norma UNE-EN 50266),

Esta característica permite limitar la posibilidad de que el cable actúe como elemento de propagación del fuego en caso de incendio.



Cable convencional.
No supera el ensayo de no propagación del incendio, todo el cable resulta dañado.



Cable alta seguridad (AS).
Supera el ensayo de no propagación del incendio, sólo una mínima parte del cable resulta dañada

Opacidad de los humos:

Cable convencional: desprende un humo negro y espeso. (transmitancia lumínica inferior al 10% a los 15 minutos de ensayo en cabina, según la norma UNE-EN 61034)

Cable alta seguridad (AS): desprende humo casi transparente. (transmitancia lumínica superior al 60% tras el ensayo en cabina según la norma UN-EN 61034)

Esta característica permite disponer en caso de incendio del tiempo y la suficiente visibilidad para facilitar la completa evacuación del edificio así como el acceso a los focos de incendio por parte de los bomberos.

	Corrosividad :
Cable convencional:	ph \leq 2 Conductividad \geq 100 μ s/mm. (según norma UNE-EN 50267-2-2)
Cable alta seguridad (AS):	ph \geq 4,3 Conductividad \leq 10 μ s/mm. (según norma UNE-EN 50267-2-2)
Esta característica limita los efectos nocivos sobre equipos o circuitos electrónicos o informáticos por el efecto corrosivo que los humos puedan tener sobre ellos.	

Cables resistentes al fuego (AS+):

Los cables resistentes al fuego tienen las mismas características y especificaciones relativas a emisión de humos (opacidad, toxicidad y corrosividad) y a la propagación del incendio que las indicadas en el apartado anterior. La resistencia al fuego se determina mediante la norma:

UNE-EN 50200	Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.
--------------	--



Estos cables RESISTENTES AL FUEGO, denominados (AS+), cumplen con lo establecido en la ITC-BT-28 "Locales de pública concurrencia", para las instalaciones de circuitos de seguridad no autónomos, o en circuitos de servicio con fuentes autónomas centralizadas.

Esta característica permite mantener el servicio eléctrico para los elementos de emergencia de la instalación, de forma especial para aquellos servicios esenciales en caso de incendio

Escritura y orientación de la escritura en esquemas eléctricos.

"...toda escritura que figure en un documento debe poderse leer en dos orientaciones separadas con un ángulo de 90°, desde los bordes inferior y derecho del documento."

Estructura de la documentación:

"La presentación de la documentación conforme con la estructura normalizada permite subcontratar e informatizar fácilmente las operaciones de mantenimiento. Se admite que los tamaños de los datos relativos a las instalaciones y a los sistemas puedan organizarse mediante estructuras arborescentes que sirvan de base. La estructura representa el modo en que el proceso o producto se subdivide en procesos o subproductos de menor tamaño. Dependiendo de la finalidad, es posible distinguir estructuras diferentes, por ejemplo una estructura orientada a la función y otra al emplazamiento..."

Referenciado de bornas de conexión de los aparatos

Las referencias que se indican son las que figuran en las bornas o en la placa de características del aparato. A cada mando, a cada tipo de contacto, principal, auxiliar instantáneo o temporizado, se le asignan dos referencias alfanuméricas o numéricas propias.

Contactos principales de potencia

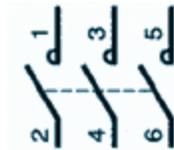
La referencia de sus bornas consta de una sola cifra:

-de 1 a 6 en aparatos tripolares

-de 1 a 8 en aparatos tetrapolares

Las cifras impares se sitúan en la parte superior y la progresión se efectúa en sentido descendente y de izquierda a derecha.

Por otra parte, la referencia de los polos ruptores puede ir precedida de la letra "R".



Contactos auxiliares

Las referencias de las bornas de contactos auxiliares constan de dos cifras:

La primera cifra (cifra de las decenas) indica el nº de orden del contacto en el aparato. Dicho número es independiente de la disposición de los contactos en el esquema. El número 9 (y el 0, si es necesario) quedan reservados para los contactos auxiliares de los relés de protección contra sobrecargas (relés térmicos), seguido de la función 5 - 6 ó 7 - 8.

La segunda cifra (cifra de las unidades) indica la función del contacto auxiliar:

1 - 2 = Contacto de apertura (normalmente cerrado, NC)

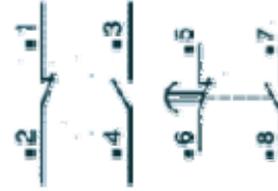
3 - 4 = Contacto de cierre (normalmente abierto, NA)

5 - 6 = Contacto de apertura (NC) de función especial (temporizado, decalado, de paso, de disparo de un relé de prealarma, etc.)

7 - 8 = Contacto de cierre (NO) de función especial (temporizado, decalado, de paso, de disparo de un relé de prealarma, etc.)

Ejemplo:

- bornas 11 y 12 = 1er contacto (función NC)
- bornas 23 y 24 = 2º contacto (función NA)
- bornas 35 y 36 = 3er contacto (función temporizada NC)
- bornas 47 y 48 = 4º contacto (función temporizada NA)



Mandos de control (bobinas)

Las referencias son alfanuméricas. En primer lugar se escribe una letra y a continuación el número de borna.

Para el control de un contactor de una sola bobina = A1 y A2

Para el control de un contactor de dos devanados = A1 y A2 para el 1er devanado y B1 y B2 para el segundo devanado.

- **Referenciado de bornas de los borneros**

Se deben separar las bornas de conexión en grupos de bornas tal que como mínimo queden dos grupos; uno para los circuitos de control y otro grupo para los circuitos de potencia. Cada grupo de bornas (denominado regletero) se identificará con un nombre distinto con un código alfanumérico cuya primera letra siempre será 'X' seguida por un número identificador del grupo (Ej.: X1, X2, X3, etc.).

circuitos de control

En cada grupo de bornas, la numeración es creciente de izquierda a derecha y desde 1 hasta 'n'. Por norma, no se debe referenciar la borna con el mismo número que el hilo conectado en ella (a menos que coincidan por circunstancias de la serie de numeración de los hilos).

Ejemplo:

Regletero X1: nº de bornas = 1,2,3,4,5,6,7,8,.... n

Regletero X2: nº de bornas = 1,2,3,4,5,6,7,8,....n

circuitos de potencia

De conformidad con las últimas publicaciones internacionales, se utiliza el siguiente referenciado:

- Alimentación tetrapolar: L1 - L2 - L3 - N - PE (3 fases, neutro y tierra)
- Alimentación tripolar: L1 - L2 - L3 - PE (3 fases y tierra)
- Alimentación monofásica simple: L - N - PE (fase, neutro y tierra)
- Alimentación monofásica compuesta: L1 - L2 - PE (2 fases y tierra)
- Salidas a motores trifásicos: U - V - W - (PE)* ó K - L - M - (PE)*
- Salidas a motores monofásicos: U - V - (PE)* ó K - L - (PE)*
- Salidas a resistencias: A - B - C, etc.

* (PE) solo si procede por el sistema de conexión de tierra empleado.

Así, una serie ejemplo de numeración de un regletero de potencia podría ser:

L1-L2-L3-N-PE-U1-V1-W1-U2-V2-W2-U3-V3-W3-U4-V4-U5-V5-W5-.....

Representación del esquema de los circuitos

Se admiten dos tipos de representación de los esquemas de los circuitos:

Unifilar y desarrollado

Cada uno de ellos tiene un cometido distinto en función de lo que se requiere expresar:

Esquema unifilar

El esquema unifilar o simplificado se utiliza muy poco para la representación de equipos eléctricos con automatismos por su pérdida de detalle al simplificar los hilos de conexión agrupándolos por grupos de fases, viéndose relegado este tipo de esquemas a la representación de circuitos únicamente de distribución o con muy poca automatización en documentos en los que no sea necesario expresar el detalle de las conexiones. Todos los órganos que constituyen un aparato se representan los unos cerca de los otros, tal como se implantan físicamente, para fomentar una visión globalizada del equipo. El esquema unifilar no permite la ejecución del cableado. Debemos recordar que las normativas internacionales obligan a todos los fabricantes de equipos eléctricos a facilitar con el equipo todos los esquemas necesarios para su mantenimiento y reparación, con el máximo detalle posible para no generar errores o confusiones en estas tareas por lo que se recomienda el uso de esquemas desarrollados.

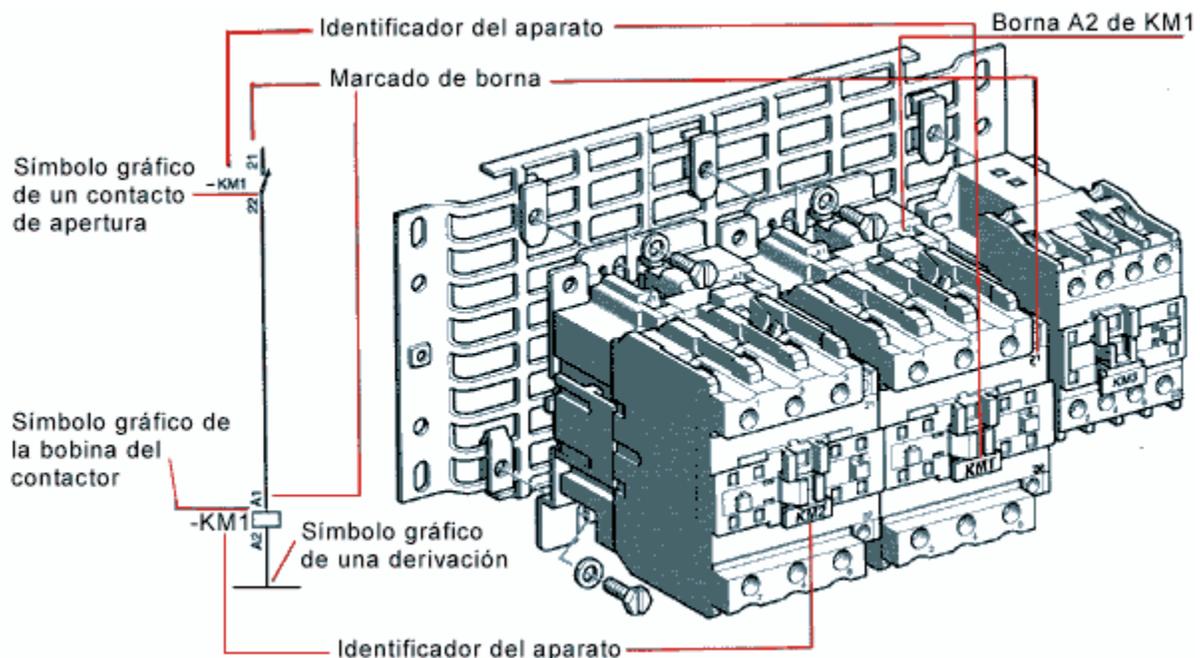
Esquema desarrollado

Este tipo de esquemas es explicativo y permite comprender el funcionamiento detallado del equipo, ejecutar el cableado y facilitar su reparación.

Mediante el uso de símbolos, este esquema representa un equipo con las conexiones eléctricas y otros enlaces que intervienen en su funcionamiento. Los órganos que constituyen un aparato no se representan los unos cerca de los otros, (tal como se implantarían físicamente), sino que se separan y sitúan de tal modo que faciliten la comprensión del funcionamiento. Salvo excepción, el esquema no debe contener trazos de unión entre elementos constituyentes del mismo aparato (para que no se confundan con conexiones eléctricas) y cuando sea estrictamente necesaria su representación, se hará con una línea fina de trazo discontinuo.

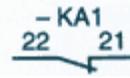
Se hace referencia a cada elemento por medio de la identificación de cada aparato, lo que permite definir su tipo de interacción. Por ejemplo, cuando se alimenta el circuito de la bobina del contactor KM2, se abre el contacto de apertura correspondiente 21-22 representado en otro punto del esquema y referenciado también con las mismas siglas KM2.

Se puede utilizar el hábito de preceder las referencias a los aparatos de un guión '-' para distinguir rápidamente las siglas identificadoras del aparato en el esquema de otras siglas, números de serie o referencias que puedan acompañar la representación del símbolo.





Representación vertical de un contacto



Representación horizontal de un contacto

Sistema de identificación de los elementos en esquemas desarrollados

Todos los equipos que componen un equipo de automatismos se identifican mediante una letra (excepcionalmente dos) que identifica su función tomadas de la siguiente tabla seguida de un número:

Ejemplo:

- 1 solo contactor de motor = KM1
- Varios contactores similares (para motor) = KM1, KM2, KM3, etc.

Sugerencia :El número detrás de la letra de función es de libre elección. Para facilitar el mantenimiento y el entendimiento de los circuitos, y sobretodo en el caso de cuadros de automatismos con gran cantidad de equipos se recomienda asignar un número identificativo para cada equipo eléctrico completo y a continuación representar todos los elementos referentes al mismo equipo con su letra de función correspondiente seguida del mismo número identificativo. Éste puede pertenecer a una serie de números codificada de alguna forma que nos indique en que máquina se encuentra el motor, e incluso de que parte del motor se trata:

Ejemplo:

Equipo	Motor	Tipo de arranque	Identificador de motor	nº de equipo
TRITURADORA	Motor triturador	E-T	100	1
	Motor zaranda de finos	D	101	1
TRANSPORTE	Cinta transportadora 1	D	102	2

Nota: E-T = Estrella-triángulo, D = Arranque directo

Elementos constituyentes de cada motor:

Motor triturador: (equipo 1: TRITURADORA)

Identificador	Elemento
Q1.100.1	Disyuntor magnetotérmico
Q2.100.1	Interruptor diferencial
KM1.100.1	Contactador de estrella (arranque E-T)
KM2.100.1	Contactador de línea (arranque E-T)
KM3.100.1	Contactador de triángulo (arranque E-T)
M100.1	Motor triturador

Nótese el orden de los números de los contactores E-T, 1,2 y 3 están numerados en el mismo orden en el que entra la secuencia de conexión de cada uno de ellos; primero se activa el contactor de estrella (1), después se activa el contactor de línea (2) y por último se desactiva el de estrella y se activa el de triángulo (3).

Motor zaranda de finos: (equipo 1 : TRITURADORA)

Identificador	Elemento
Q1.101.1	Disyuntor magnetotérmico
Q2.101.1	Interruptor diferencial
KM101.1	Contactora potencia motor
M101.1	Motor zaranda

Motor de la cinta transportadora: (equipo 2 : TRANSPORTE)

Identificador	Elemento
F102.2	Cortacircuitos fusibles
KM102.2	Contactora potencia motor
M102.2	Motor cinta transportadora

- **Reglas de identificación de conductores**

Por regla general, se evitarán los trazos oblicuos de conductores, limitándose a trazos horizontales y verticales. El trazo oblicuo se limitará a condiciones en las que sea imprescindible para facilitar la comprensión del esquema. Existen dos maneras distintas y complementarias de identificar los conductores en función del tipo de información a representar.

- **Identificación equipotencial de conductores.** Se marcan conductor a conductor, con la misma marca para todos los conductores conectados al mismo punto equipotencial.

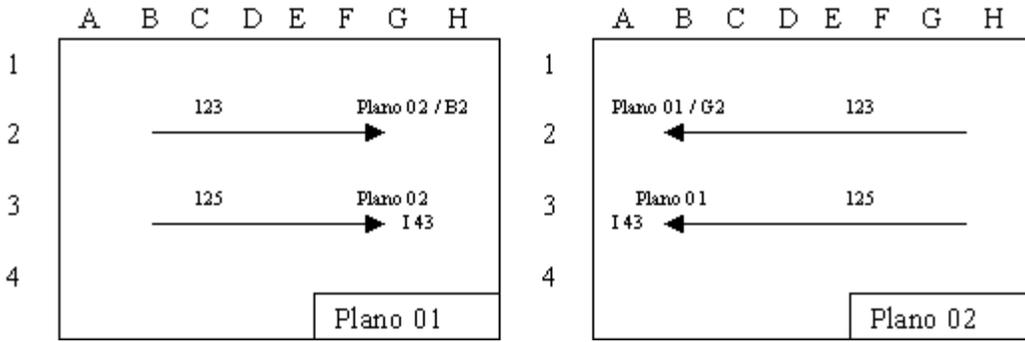
- **Información adicional** para representar la naturaleza de la corriente, sistema de distribución, tensión, frecuencia, número de conductores, sección de cada conductor o el material de construcción del conductor.

Identificación equipotencial de conductores

Es recomendable identificar todos los conductores mediante marcas identificadoras, especialmente en los circuitos que por su complejidad se hace obligatoria para facilitar la comprensión y el mantenimiento. Dichas marcas deberán identificar todos los conductores en el esquema con las mismas marcas que llevarán visibles físicamente los conductores en los montajes eléctricos. Cada conductor o grupo de conductores conectados equipotencialmente deberá llevar un número único igual en todo su recorrido y distinto de otras conexiones equipotenciales. Físicamente, dicha marca se pondrá en lugar visible fijada al conductor y cerca de todos y cada uno de los terminales o conexiones.

Las marcas inscritas en el esquema deben poderse leer en dos orientaciones separadas con un ángulo de 90°, desde los bordes inferior y derecho del documento. Se deben situar orientadas en el mismo sentido que el trazo del conductor (para trazos verticales de conductor, las marcas se escribirán de abajo a arriba en el sentido del trazo para poder leer desde el borde derecho del documento.)

Las conexiones equipotenciales entre hojas distintas se señalarán con una flecha de reenvío o de llegada (según el caso) en la que se indicará como mínimo el número de plano del punto de origen o final y además una identificación común de la relación origen-destino identificada en cada una de las flechas o bien un sistema de coordenadas por cuadrícula que nos aproxime a la zona de origen o destino.



formas ejemplo de reenvíos equipotenciales

Sólo se permite el reenvío equipotencial entre pares origen - destino, por lo que el reenvío de un cable desde un solo plano hacia varios planos deberá expresarse ramificando el circuito hasta conseguir tantos reenvíos como puntos de destino. Si por condiciones de presentación o de imposibilidad no se puede cumplir lo dicho, será necesario especificar mediante aclaraciones textuales, todos los puntos de destino de cada reenvío (multireenvío). A todos los efectos, un reenvío es una conexión equipotencial, por lo que todos los conductores asociados al mismo par origen-destino tendrán la misma identificación para indicar la continuidad eléctrica.

La identificación de los conductores se realizará generalmente mediante un número, aunque si se desea distinguir entre grupos de circuitos (como por ejemplo circuitos de potencia y circuitos de maniobra), se podrán usar caracteres alfanuméricos delante del número de identificación, siguiendo la siguiente regla:

- L = Conductor de fase
- N = Conductor de neutro
- PE = Conductor de tierra o de protección

Así;

- L10, L11, L12, etc. son conductores de fases
- N5, N6, N7, etc. son conductores de neutro
- PE1, PE2, PE3, etc. son conductores de tierra
- 10, 11, 12, etc. son conductores de circuitos sin especificar

Información adicional de conductores

Es habitual, sobre todo en conductores de potencia, la necesidad de identificar en los esquemas las características físicas de los conductores y el número de los mismos. Para ello se siguen las siguientes reglas:

- Al = Conductores de aluminio
- Cu = Conductores de cobre
- N = Conductores conectados a un punto neutro
- PE = conductores conectados a tierra

Identificación del número de conductores y sus secciones:

El número de conductores de fase se identifica mediante una cifra, seguida del símbolo 'x' y a continuación la sección de los conductores. Si además existen otros conductores (neutro o de tierra) se añadirán a la derecha intercalando el signo '+' en cada conductor.

Ejemplos:

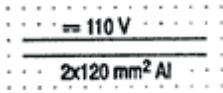
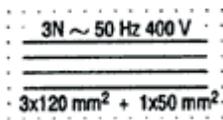
3x1x120 mm² + 1x70 mm²	Tres conductores unipolares de fase de 120 mm ² cada uno y un conductor neutro de 70 mm ² de sección
3G16	Tres conductores de 16 mm ² de los cuales uno es de protección (verde-amarillo)
3x(2x240 mm²) + 1x240 mm² 3x(2x240) + 240 mm² (forma resumida)	Dos conductores en paralelo por cada fase de 240 mm ² cada uno y un conductor neutro de 240 mm ² de sección
3x120 mm² + 1x70 mm²	Conductor multipolar con tres fases de 120 mm ² y un conductor neutro de 70 mm ² de sección

Identificación de las características de la red:

Ejemplos:

3+N ~400/230 V 50 Hz (forma 1)	Conjunto de conductores de 3 fases y neutro con tensión compuesta de 400V y tensión simple de 230V, corriente alterna a 50 Hz.
3N ~400/230 V 50 Hz (forma 2)	
3/N ~400/230 V 50 Hz (forma 3)	
3/N ~50 Hz / TN-S	Corriente alterna trifásica con neutro, 50 Hz; con esquema tipo TN-S
3 ~50 Hz 400 V	Sistema trifásico de corriente alterna a 50 Hz con tensión entre fases de 400 V

Esquemas ejemplo:

	Circuitos de corriente continua, 110V con dos conductores de aluminio de 120 mm ² de sección.
	Circuito de corriente alterna trifásica, 50 Hz a 400V entre fases, con tres conductores de fase de 120 mm ² cada uno y un conductor neutro de 50 mm ² de sección.

A	Conjuntos y subconjuntos funcionales de serie	Amplificador de tubos o transistores, amplificador magnético, regulador de velocidad, autómatas programables
B	Transductores de magnitudes eléctricas	Par termoelectrico, detector termoelectrico, detector fotoelectrico, dinamómetro eléctrico, transductores de presión o temperatura, detectores de proximidad.
C	Condensadores	
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización y de puesta en memoria	Operadores combinatorios, interruptores de décadas, línea de retardo, relés biestables, relés monoestables, grabador, memoria magnética.
E	Materiales varios	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla
F	Dispositivos de protección	Cortacircuitos fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima corriente, relé de protección de umbral de tensión.
G	Generadores, dispositivos de alimentación	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia,

		batería oscilador, oscilador de cuarzo, inversores.
H	Dispositivos de señalización	Piloto luminoso, señalizador acústico, led
K	Relés de automatismos y contactores en general	Relés y contactores. (se utiliza KA y KM en los automatismos importantes)
KA	Relés de automatismos y contactores auxiliares	Contactador auxiliar de temporización, todo tipo de relés
KM	Contactores de potencia	Contactores de motores o resistencias
L	Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo
M	Motores	
N	Subconjuntos que no sean de serie	
P	Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato registrador, contador, conmutador horario
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntores magnetotérmicos, seccionadores, interruptores diferenciales, interruptores de potencia, guardamotores.
R	Resistencias	Resistencias regulables, potenciómetro, reostato, shunt, termistancia
S	Aparatos mecánicos de accionamiento manual para conexión de circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, selector, conmutador
T	Transformadores	Transformador de tensión, transformador de intensidad
U	Moduladores y convertidores	Convertidores de frecuencia, variadores de velocidad electrónicos, discriminador, demodulador, codificador, convertidor-rectificador, ondulador autónomo
V	Tubos electrónicos semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga (ej.: neón), lámparas de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador.
W	Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X	Regleteros de bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, regletero de bornas, salida de soldadura
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Electrofreno, embrague, electroválvula, electroimán
Z	Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

Ejemplos de designación en catálogo comercial

1 conductor (NE)			2 conductores (AZ-MA)			4 conductores (AZ-GR-MA-NE)			5 conductores (AV-AZ-GR-MA-NE)		
1 x 1,5	1 x 2,5	1 x 4	2 x 1,5	2 x 2,5	2 x 4	4 x 6	4 x 10	4 x 16	5 G 1,5	5 G 2,5	5 G 4
1 x 6	1 x 10	1 x 16	2 x 6	2 x 10	2 x 16	4 x 25	4 x 35	4 x 50	5 G 6	5 G 10	5 G 16
1 x 25	1 x 35	1 x 50	3 conductores (AV-AZ-MA)			4 x 70	4 x 95	4 x 120	5 G 25	5 G 35	-
1 x 70	1 x 95	1 x 120	3 G 1,5	3 G 2,5	3 G 4	4 x 150	4 x 185	4 x 240			
1 x 150	1 x 185	1 x 240	3 G 6	3 G 10	3 G 16	**4 G 1,5	**4 G 2,5	**4 G 4			
1 x 300	1 x 400					**4 G 6	**4 G 10	**4 G 16			

Código de colores:

AV-Amarillo/Verde ; AZ-Azul ; GR-Gris ; MA-Marrón ; NE-Negro.

Nota: La "G", en lugar del signo "x", indica que incluye conductor de protección amarillo/verde.

Los conductores unipolares se designan anteponiendo siempre **1 x** ; Los cables multipolares que incluyen conductor de tierra incorporan la letra G (ground: tierra). Así, 3 G 6 significa una manguera de tres

conductores de 6 mm^2 , uno de los cuales es amarillo-verde. Los cables multiconductores que no incorporan tierra se designan simplemente **4 x**.

Así, una línea 3F + N realizada con conductores unipolares de 16 mm^2 se designaría:
 $4 \times 1 \times 16 \text{ mm}^2$

Si la misma línea se realizara con cable multipolar la designación sería:
 $4 \times 16 \text{ mm}^2$

Si la línea fuera 3F + N + PE, la designación sería:
 5 G 16

Atención a los cables enrollados

Un ejemplo doméstico ilustrativo es lo que nos encontramos en las inscripciones de los prolongadores. Si tomamos, por ejemplo, un enrollador de 15 m de 3G1,5 (H05VV-F) y leemos que totalmente desenrollado puede alimentar un receptor de 3000 W y por el contrario si el cable no se extiende nos dice que la carga máxima a conectar debe ser de 1000 W. Es decir la potencia se ha reducido ¡un 67 %!, y en la misma medida la intensidad admisible debido a la acumulación de vueltas de cable en contacto en el interior del enrollador de forma similar a lo que ocurriría en una canal protectora con varios cables en su interior.

Enrollador 15 m, 3G1,5 (H05VV-F)

