

Guía de ensamblado de un cuadro de distribución eléctrica

Guía técnica



Schneider
Electric



Schneider Electric, como especialista global en gestión de la energía y con operaciones en más de 100 países, ofrece soluciones integrales para diferentes segmentos de mercado, ostentando posiciones de liderazgo en energía e infraestructuras, industria, edificios y centros de datos, así como una amplia presencia en el sector residencial.

Energy University

Eficiencia Energética como proceso de mejora continua

La creciente preocupación por la sostenibilidad y el futuro del planeta ha hecho que nos replanteemos los patrones actuales de producción y consumo energético.

Siguiendo las tendencias actuales, el consumo energético en el año 2050 será el doble del actual. En cambio para el 2050 las emisiones de gases de efecto invernadero deberán haberse reducido hasta la mitad respecto a los niveles de 1990. Es por todo ello que la **Eficiencia Energética** es la forma más rápida, económica y limpia de asegurar el suministro energético mundial reduciendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Desde **Schneider Electric** entendemos la **Eficiencia Energética** como un proceso de mejora continua. En este proceso, la **formación** es un pilar básico que nos aporta conocimiento, fortalece y amplía las oportunidades laborales y nos conciencia de la gran repercusión de nuestras pequeñas acciones en beneficio del medio ambiente.

Schneider Electric presenta **Energy University**, el plan de formación on line global de **Eficiencia Energética** para compartir con uds. todo el conocimiento del especialista global en gestión de la energía.



www.schneider-electric.com/eficiencia-energetica/es

Schneider
Electric



La energía más
barata es la que
se aprende a
ahorrar

Acceda fácilmente a una formación creada por el líder en gestión energética y conozca cómo **ahorrar dinero, energía y respetar el medio ambiente** con **Energy University**, la solución perfecta en el momento adecuado.

Nuestra plataforma actual ofrece **cursos audiovisuales on line gratuitos** para su mayor comodidad y flexibilidad: 70 bloques didácticos disponibles, con la base de conocimiento necesario para el examen **Professional Energy Manager** del Institute of Energy Professionals.



Simple, accesible y gratis

¡Apúntese ahora!



www.schneider-electric.com/energy-university/es

**Energy
University**
by Schneider Electric



Estimado cliente,

Le presentamos una nueva edición de la guía de instalación y ensamblado de un cuadro de distribución.

Esta guía presenta e ilustra todas las prácticas recomendadas que deben aplicarse a la hora de construir cuadros de distribución de baja tensión, en conformidad con las normas IEC 61439-1 e IEC 61439-2.

La aplicación de estas reglas significa mantener una conformidad estricta, no únicamente con las normas y las regulaciones de aplicación, sino también con las recomendaciones del fabricante.

Esta guía ha sido actualizada para incorporar los cambios recientes en las normas y los últimos avances tecnológicos en relación con la instalación y el ensamblado de los cuadros de distribución. Constituye un compendio de la experiencia adquirida por Schneider Electric y sus clientes a lo largo de muchos años. Los destinatarios principales de la guía son los cuadristas que trabajan en taller o en las distintas sedes de instalación, así como los ingenieros de diseño que integran las reglas de diseño.

Está estructurada según el procedimiento lógico para la construcción de cuadros de distribución, desde la recepción de los componentes en el taller hasta el transporte y la instalación del cuadro de distribución completo in situ.

Esta nueva edición tiene apéndices adicionales en forma de hojas de trabajo extraíbles para los operadores de los talleres y capítulos adicionales que dan respuestas a solicitudes concretas de información técnica adicional.

Guía de ensamblado de un cuadro de distribución eléctrica

Contenido

- | | | |
|----------|---|-----|
| 1 | Ensamblado del cuadro de distribución
Información necesaria para ensamblar un cuadro de distribución | 1/1 |
| 2 | Apéndices / Hojas extraíbles
Una ayuda básica para los operadores del taller | 2/1 |
| 3 | Información complementaria
Información específica y técnica adicional relativa a: <ul style="list-style-type: none">• La norma IEC• La introducción a la guía de alimentación auxiliar (extracto)• Técnicas de conexionado• Técnicas de cableado• Gestión térmica | 3/1 |

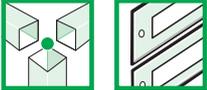
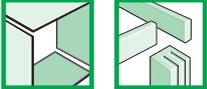
→ Ensamblado del cuadro de distribución

Información necesaria para ensamblar
un cuadro de distribución

Ensamblado del cuadro de distribución

Contenido

1 Ensamblado del cuadro de distribución

	Recepción / Almacenamiento	1/4
	Montaje de las envolventes	1/10
	Juego de barras de potencia	1/26
	Instalación de la aparatura	1/66
	Conexión de potencia	1/80
	Circuitos auxiliares y de baja potencia	1/114
	Etiquetado e identificación	1/150
	Control final en taller	1/164
	Embalaje	1/172
	Manipulación y transporte	1/182
	Instalación y puesta en servicio	1/190
	Apéndices / Hojas extraíbles	2/1
	Información complementaria	3/1

→ **Cómo utilizar
la guía**



Guía de ensamblado de un cuadro de distribución eléctrica

Cómo utilizar la guía

- Esta guía se estructura en 11 fases sucesivas que siguen el orden cronológico del ensamblado de un cuadro de distribución

Cada una de las fases del ensamblado en taller hasta el transporte al lugar de destino y la instalación se describe siguiendo un patrón de diseño de página a 3 columnas:

- 1 La columna de la izquierda indica la norma implicada
- 2 La columna central indica las prácticas comerciales en relación con aspectos teóricos o prácticos
- 3 La columna de la derecha ilustra estas reglas con ejemplos de las diversas gamas de cuadros de distribución de **Schneider Electric**

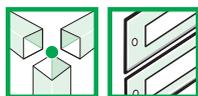
- Símbolos utilizados en esta guía

Pictogramas de navegación

Para ayudarle a utilizar la guía



1 - Recepción / Almacenamiento



2 - Montaje de las envolturas



3 - Juegos de barras de potencia



4 - Instalación de la aparatura



5 - Conexión de potencia



6 - Circuitos auxiliares y de baja potencia



7 - Etiquetado e identificación



8 - Control final en taller



9 - Embalaje



10 - Manipulación y transporte



11 - Instalación y puesta en servicio

Pictogramas de información

Para enfatizar la información importante



Sugerencia

Consejos útiles



Conforme



No conforme

Pictogramas de los distintos tipos de cuadros de distribución

Estos pictogramas se utilizan para ilustrar los párrafos de tipo "Ejemplo"



Cuadros de distribución ensamblados de taller y universales



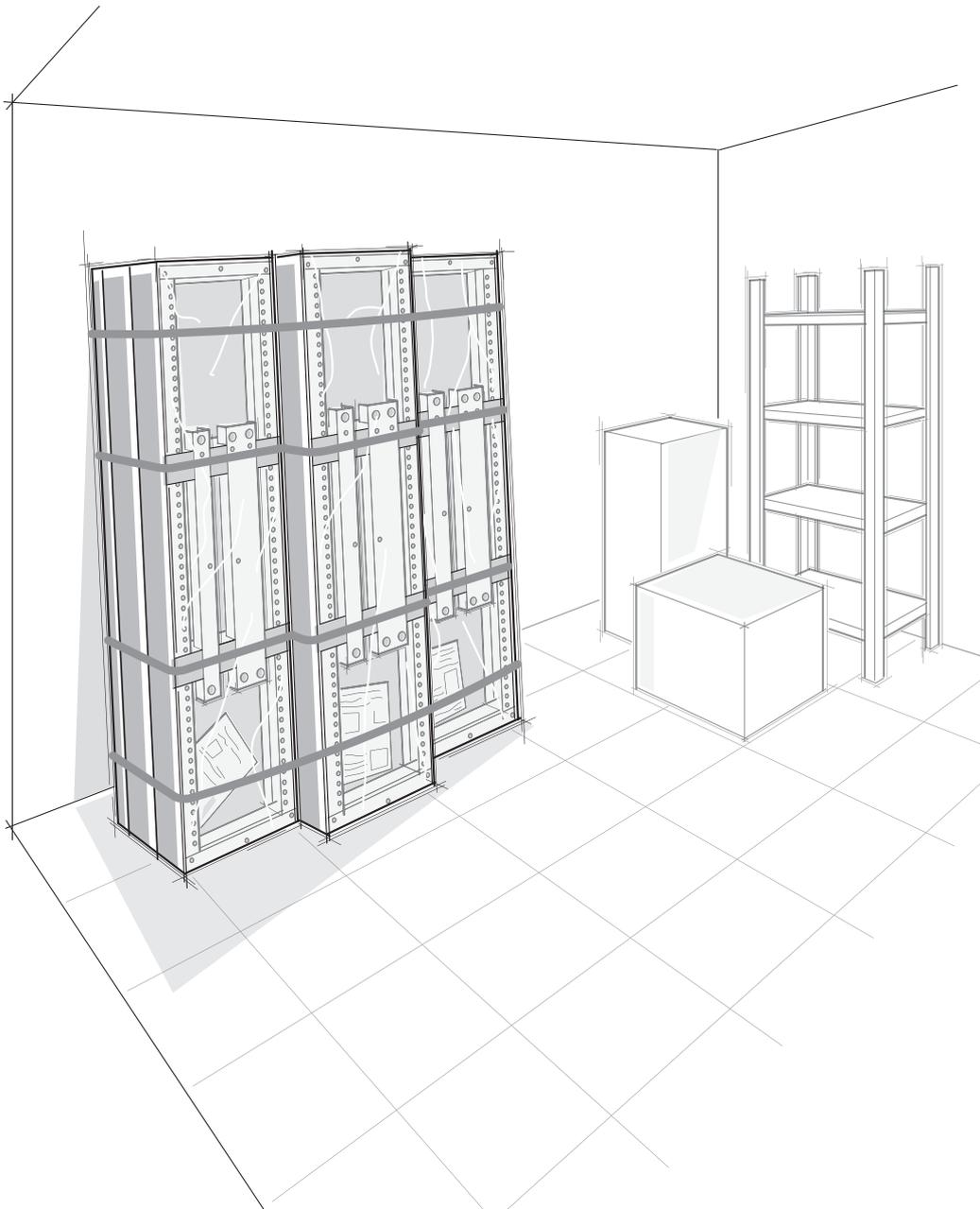
Cuadros de distribución para ensamblar, en forma de kit



Recepción / Almacenamiento

Contenido

Envío y organización	1/5
Almacenamiento	1/7
Preparación	1/8
Hoja de comprobación para control de calidad	1/9



Recepción / Almacenamiento

Envío y organización

Ensamblado del cuadro de distribución



Consejo práctico

Anote su ID de trabajo en el embalaje para optimizar su seguimiento.

Envío de los componentes

Práctica recomendada

1

Coteje la cantidad de paquetes recibidos con el albarán de envío. Asegúrese de que no se ha dañado el embalaje de un modo que haya podido perjudicar al equipo del interior. Si es necesario, envíe su reclamación por correo certificado al transportista. Si detecta algún daño material en alguno de los productos, debe confirmarlo antes de firmar el albarán al transportista.

Ejemplo



La mayoría de paquetes utilizan film de plástico para permitir la inspección visual del equipo y de la hoja de montaje. El sistema de kit Prisma Plus permite ganar espacio para el almacenamiento.

Organización del taller

Práctica recomendada

1

Para asegurar un trabajo eficaz y de alta calidad, intente mantener el taller limpio y ordenado.

Ejemplo



Recepción / Almacenamiento

Envío y organización (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Organización del taller (continuación)

Práctica recomendada

2

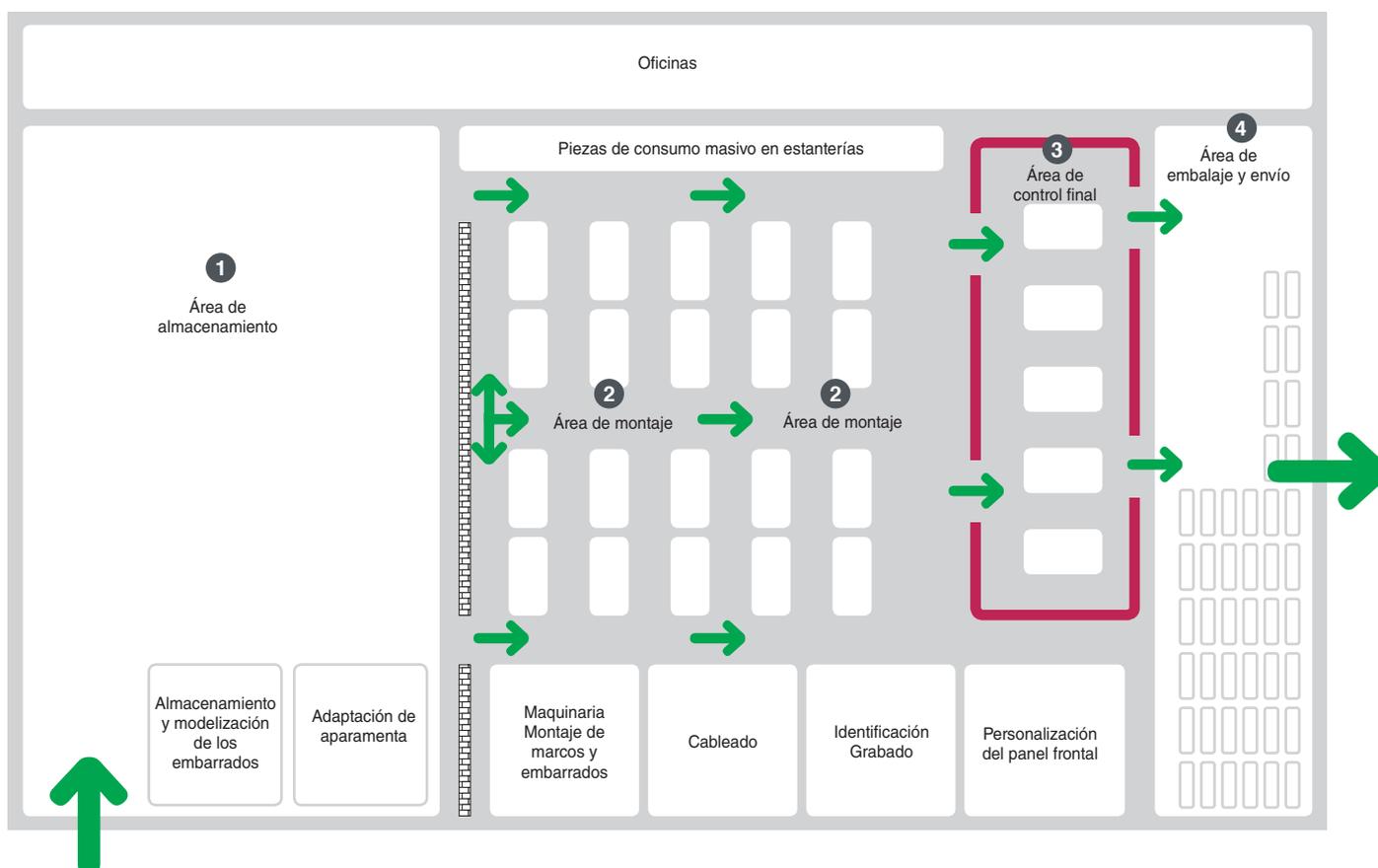
Para una óptima organización del taller, debe tener cuatro áreas distintas:

- 1 área de almacenamiento (1)
- 1 área de montaje (2)
- 1 área de control final (3)
- 1 área de embalaje y envío (4)

Ejemplo



Ejemplo de instalación:



Recepción / Almacenamiento

Almacenamiento

Ensamblado del cuadro de distribución

Almacenamiento de los componentes

Práctica recomendada

1 Los componentes deben almacenarse en un lugar ventilado y seco, protegido de la lluvia, el mal tiempo, posibles inundaciones, polvo, agentes químicos o contaminación.

2 Preferentemente, los componentes deben permanecer dentro de su embalaje hasta el momento de instalarlos. De este modo quedarán protegidos frente a todos los riesgos habituales en el taller o el lugar de instalación (salpicaduras, impactos, polvo, etc.). Si deben desembalarse para controlar el envío, la tapa de protección debe colocarse de nuevo hasta la instalación final del cuadro de distribución.

3 Almacene los paneles de forma que se evite cualquier riesgo de distorsión o deterioro de la pintura.

4 No apile los componentes, para evitar cualquier riesgo de deformación o deterioro.

5 No es recomendable almacenar determinados componentes (por ejemplo, embarrados de cobre o componentes electrónicos delicados).

Ejemplo



Temperatura de almacenamiento:
De -25 °C a +55 °C (hasta +70 °C para periodos inferiores a 24 horas).
Humedad relativa: De 55% a 95%

Ejemplo



Ejemplo



Ejemplo



Ejemplo



Los embarrados de cobre o los embarrados con un canal de cobre (embarrados de potencia Linergy LGY y LGYE) corren el riesgo de oxidarse, en función de las condiciones medioambientales.

Recepción / Almacenamiento

Preparación

Ensamblado del cuadro de distribución

Preparación antes del montaje

Práctica recomendada

1

El embalaje puede ser de distintos materiales, que sean fáciles de quitar (film de plástico, cartón, etc.), y que permitan ser reciclados. Mantenga contenedores específicos para cada tipo de residuo (cartón, metal, plástico, etc.).

Consejo práctico

A veces, algunos de ellos pueden reutilizarse para el transporte al lugar de destino tras el montaje.

2

Según la planificación de fabricación, colocar el equipo lo más cerca posible de las áreas de montaje. Asegurar la distribución y la identificación correcta de los componentes (proyecto, cliente, etc.).

3

Desembale los paquetes uno tras otro:

- Dependiendo de la organización del taller
- Según el proceso de montaje

4

Para la aparcamiento, siga las recomendaciones específicas que se incluyen en las hojas de instrucciones.

Ejemplo

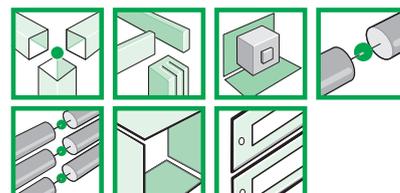


Contenedores para la recuperación de cobre

Ejemplo



Siga el orden de montaje que se define en la guía de montaje o en las guías relacionadas:



Recepción / Almacenamiento

Hoja de comprobación para control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control que se presenta no es exhaustiva.

En ella se enumeran las comprobaciones mínimas necesarias y puede completarse en función de la organización del taller y/o la recurrencia de los defectos detectados.

Comprobaciones mínimas necesarias 			
Puntos de control		Recursos de control	Control personal
<input checked="" type="checkbox"/>	> Conformidad del equipo recibido	> Orden de compra	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Número de componentes recibidos	> Nota de envío	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Estado general del equipo	> Inspección visual	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Inclusión de certificados de conformidad	> Inspección visual	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Registro de NC ⁽¹⁾	> Documento de procedimientos de NC	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Procedimiento de aceptación de chapa	> Selección de muestra o SQM ⁽²⁾	<input type="checkbox"/>

(1) Procedimiento de no conformidad.

(2) Gestión de calidad de los proveedores.

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



Objetivos

- Evite pérdidas de tiempo y sorpresas desagradables durante el montaje
- Identifique cualquier defecto de fabricación
- Cuando sea necesario, tome las medidas correctivas adecuadas



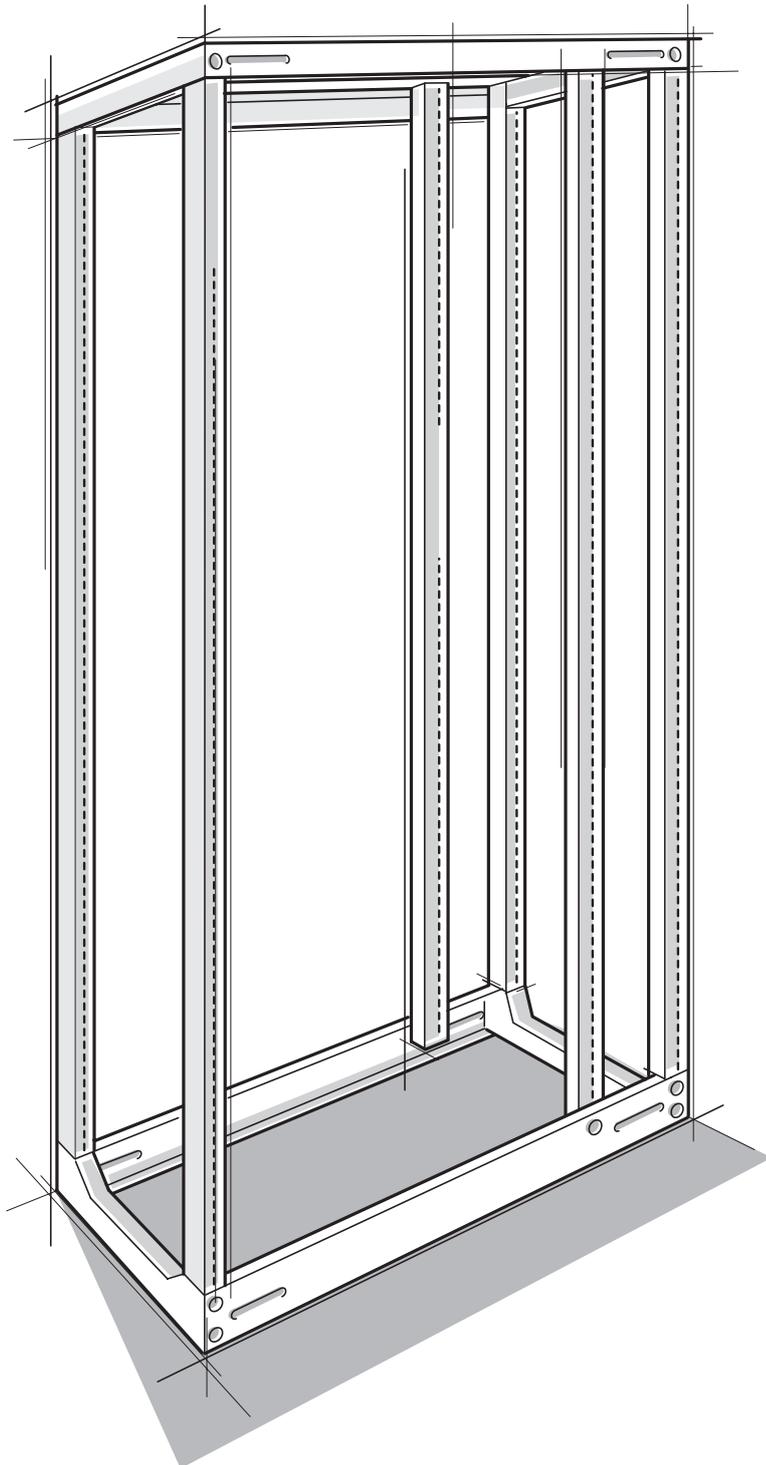


Montaje de las envolventes

Contenido



Grados de protección IP e IK	1/11
Montaje mecánico	1/17
Continuidad eléctrica	1/21
Hoja de comprobación para control de calidad	1/25



Montaje de las envolventes

Grados de protección IP e IK

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

Teoría

IEC 60529 e
IEC 62262

1 Las envolventes deben proteger el equipo frente a los riesgos medioambientales y a las personas contra el contacto accidental con una parte del equipo en tensión.

2 Las características de la sala en la cual se instalará el cuadro de distribución posibilitarán lo siguiente:

- Definir un grado de protección IK
- Definir un grado de protección IP
- Elegir un tipo de cuadro de distribución adecuado (kit, cuadro de distribución para aplicaciones críticas, envoltorio universal, etc.)

Nota: Consulte los datos técnicos de cada tipo de tabla.

Ejemplo



El grado de protección IK mínimo para las envolventes universales de **Schneider Electric** es IK10.

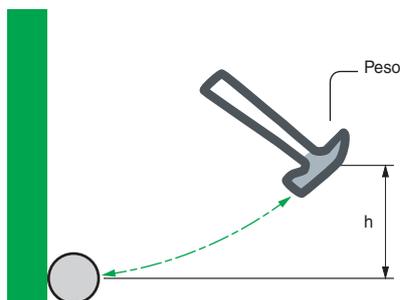
Grado de protección IK

Normas

Teoría

IEC 62262

1 La norma internacional IEC 62262 define un código de protección IK como la capacidad que tienen las envolventes de resistir los impactos mecánicos externos en toda su superficie. Cada código representa un valor de la energía de impacto por la caída de un peso desde una altura **h**.



Código IK	Energía de impacto		Equivalencia
	En julios (J)	En gramos (gr)	
01	0,15	200	Caída desde una altura de: 2,5 cm
02	0,23	200	10 cm
03	0,35	200	17,5 cm
04	0,5	200	25 cm
05	0,7	200	35 cm
06	1	300	20 cm
07	2	500	40 cm
08	5	1700	29,5 cm
09	10	5000	20 cm
10	20	5000	40 cm

Montaje de las envolventes

Grados de protección IP e IK (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Grado de protección IK (continuación)

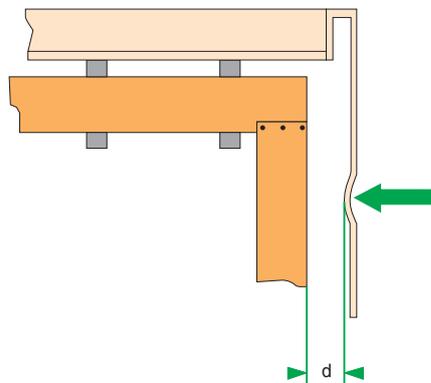
Normas

Práctica recomendada

IEC 62262

- 1 La resistencia mecánica de la envolvente se somete a una prueba de prestaciones de la resistencia mecánica estándar llevada a cabo en conformidad con las directrices de la norma. Verifica y valida las prestaciones de IK aportadas por el fabricante.

- 2 Cualquier deformación como consecuencia de una prueba IK no debe afectar de ningún modo la seguridad de un cuadro de distribución:
 - El índice de protección IP de la envolvente debe mantenerse
 - Deben conservarse los distancias de aislamiento entre las dos partes conductoras de la envolvente



d = distancia de aislamiento

Ejemplo

Se ha elegido una distancia de aislamiento de 20 mm para las pruebas de tipo IK durante el estudio de los tipos de cuadros de distribución de **Schneider Electric**. Si esta distancia no es posible, coloque una barrera aislante entre las piezas en tensión y las paredes de la envolvente (paneles, puertas, etc.).

Montaje de las envolventes

Grados de protección IP e IK (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Grado de protección IP

Normas

Teoría

IEC 60529

1

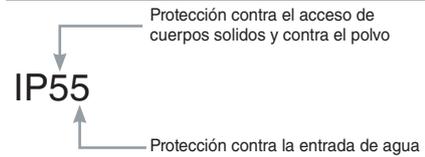
La norma IEC 60529 define un código que caracteriza el grado de protección IP proporcionado por una envolvente de equipo eléctrico contra lo siguiente:

- El acceso a partes peligrosas
- La penetración de cuerpos sólidos extraños
- La penetración de agua

El código IP se compone de dos dígitos de característica:

- El primer dígito caracteriza la protección de las personas y los equipos contra la entrada de cuerpos sólidos
- El segundo dígito caracteriza la protección contra la entrada de agua

Ejemplo



1r dígito		2º dígito	
Protección de las personas		Protección contra la penetración de partículas sólidas	
0	Ninguna protección	0	Ninguna protección
1	Protección contra el acceso con la palma de la mano	1	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm
2	Protección contra el acceso con un dedo	2	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm
3	Protección contra el acceso con una herramienta	3	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm
4	Protección contra el acceso con un cable	4	Protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm
5	Protección contra el acceso con un cable	5	Protección contra el polvo (sin depósitos nocivos)
6	Protección contra el acceso con un cable	6	Protección total contra el polvo
		0	Ninguna protección
		1	Protección contra la caída vertical de agua (condensación)
		2	Protección contra caídas de agua a un ángulo de hasta un 15° respecto a la posición vertical
		3	Protección contra la caída de gotas cayendo a un ángulo de hasta un 60° respecto a la posición vertical
		4	Protección contra salpicaduras de agua desde cualquier dirección
		5	Protección contra emisiones de agua desde cualquier dirección por una boquilla
		6	Protección contra emisiones de agua comparables a un mar agitado
		7	Protección contra los efectos de una inmersión temporal
		8	Protección contra los efectos de una inmersión continuada

Montaje de las envolventes

Grados de protección IP e IK (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Grado de protección IP (continuación)

Normas

Teoría

IEC 60529

2

El código IP siempre debe leerse y comprenderse dígito a dígito, no en conjunto.

3

Para mejorar la protección eficaz de las personas contra el acceso a partes peligrosas, el código IP debe completarse con una letra adicional. Esta letra define una protección superior a la especificada por el primer dígito del código IP:

Letra adicional	Protección equivalente
A	Protección contra el acceso con la palma de la mano
B	Protección contra el acceso con un dedo de 12 mm de diámetro
C	Protección contra el acceso con una herramienta de 2,5 mm de diámetro
D	Protección contra el acceso con un cable de 1 mm de diámetro

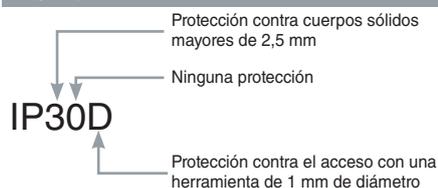
4

Cuando únicamente resulta necesario especificar la protección de personas, los dos dígitos de característica del código IP se sustituyen por una letra X (ejemplo, IPXXB).

Ejemplo

Una envolvente con un índice IP31 puede utilizarse en un entorno que requiera un índice de protección mínima de IP21. No obstante, una envolvente IP30 no resultará adecuado.

Ejemplo



Por encima y por debajo de las reglas, recomendaciones y normas existentes, **Schneider Electric** aconseja utilizar los cuadros de distribución, con un IP/IK a partir de lo establecido en la norma francesa UTE C15-103, en función de las aplicaciones ([ver el catálogo Prisma, cap 3](#)).

Montaje de las envolventes

Grados de protección IP e IK (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Asignación de un grado de protección IP

Normas

IEC 60529

Práctica recomendada

- 1 El grado de protección IP de un cuadro de distribución accesible a personal no cualificado siempre debe ser como mínimo de IP2X.

- 2 El grado de protección IP asignado a un cuadro de distribución queda sujeto a un acuerdo entre el fabricante y el usuario final:
 - El usuario final debe determinar el grado de protección deseado en función del entorno en el cual se instalará el cuadro de distribución
 - El fabricante debe instalar los componentes adecuados (envolventes, aparamenta, accesorios) y montarlos siguiendo las instrucciones proporcionadas por el fabricante para conseguir el grado de protección necesario

- 3 El suelo y las paredes no deben utilizarse como componentes de la envolvente para la atribución del grado de protección IP

- 4 El grado de protección IP de un cuadro de distribución debe validarse a partir de una serie de pruebas estándar que aseguren que el nivel de protección declarado se consiga de forma efectiva.

Según la norma IEC 61439-1, este grado de protección IP debe asignarse únicamente si la envolvente se ha sometido a esta serie de pruebas o si se utilizan montajes prefabricados y probados.

Ejemplo



Para las envolventes Prisma, el grado de protección IP es como mínimo IP30.



Ejemplo

El grado de protección definido por **Schneider Electric** para cada tipo de cuadro de distribución únicamente es válido bajo las condiciones de prueba especificadas por **Schneider Electric**. Es más, el grado de protección IP original únicamente se mantendrá si la aparamenta se monta y se instala siguiendo unas buenas prácticas profesionales.

Montaje de las envolventes

Grados de protección IP e IK (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Aplicación del grado de protección IP

Normas

IEC 60529

Práctica recomendada

1 Instale los componentes que posibiliten el cumplimiento de las condiciones del grado de protección IP utilizado. Estos componentes deben instalarse meticulosamente. Verifique siempre que:

- Dispone de todos los accesorios necesarios para el mantenimiento del grado de protección original de la envolvente: tapa de protección, placa prensaestopas, prensaestopas, etc.
- Todas las uniones están presentes y están aseguradas cuidadosamente
- Dispone del equipo necesario para el mantenimiento del grado de protección IP si está instalando aparata en una puerta

2 **Instalación de un cuadro de distribución in situ**

Tome las medidas necesarias para mantener el grado de protección IP definido al principio para el montaje, especialmente:

- Mediante la instalación de los accesorios adecuados (prensaestopas, placas prensaestopas, etc.)
- Volviendo a colocar cuidadosamente todos los elementos susceptibles de provocar la reducción del índice IP (paneles, tapas superiores, placas prensaestopas, etc.)

Al final de la instalación, lleve a cabo una comprobación visual para confirmar que el grado de protección IP se ha mantenido de forma eficaz.

3 El grado de protección IP de un cuadro de distribución tiene una relación directa en su capacidad de disipación de calor. Cuanto mayor sea el grado de protección, menos posibilidades tendrá el cuadro de distribución de evacuar el calor.

Por consiguiente debe tener en cuenta una posible decalaje de las prestaciones cuando seleccione los embarrados, el cuadro de distribución y la aparata. El factor de decalaje depende del grado de protección IP y de la temperatura ambiente alrededor de la tabla.

Nota: Este tema se desarrolla en el **capítulo 4 - "Instalación de la aparata"**.

! Sugerencia
El coeficiente de decalaje es el valor que se utiliza para calcular las prestaciones actuales de la aparata (embarrado, dispositivo, etc.) en un entorno determinado.

Ejemplo



Schneider Electric propone unas placas prensaestopas que posibiliten no deteriorar el grado de protección IP del montaje.



Ejemplo

Para las inserción de los cables, los agujeros no utilizados deben bloquearse cuidadosamente, ya que pueden modificar el índice IP de la envolvente.



En función del grado de protección IP deseado, debe utilizar los accesorios adecuados, como prensaestopas entre otros.



Prensaestopas



Placa prensaestopas

Ejemplo



Para cada caso específico, **Schneider Electric** proporciona tablas de decalaje (**ver el catálogo**):

Intensidad admisible para cuadro		Sección de la barra
IP ≤ 31	IP > 31	
1200	1080	1 barra, 50 × 10
1400	1250	1 barra, 60 × 10
1800	1600	1 barra, 80 × 10

Nota: los valores de corriente permitida para el embarrado se proporcionan para una temperatura ambiente de 35 °C alrededor del cuadro de distribución.

Ejemplo: para un cuadro de distribución con un grado de protección IP inferior o igual a 31, la corriente permitida en una barra de cobre plana de 50 × 10 mm es de 1200 A.

La corriente permitida en la misma barra instalada en un cuadro de distribución con un grado de protección IP de alrededor de 31 únicamente será de 1080 A.

Montaje de las envolventes

Montaje mecánico

Ensamblado del cuadro de distribución

Estructura de la envolvente

Normas

Práctica recomendada

1

Todos los cuadros de distribución deben montarse siguiendo las instrucciones del fabricante, utilizando el equipo adecuado, independientemente de su tipo (kit para ser montado, montaje de serie o destinado a instalaciones industriales de grandes dimensiones).

Ejemplo



El montaje de las envolventes suministradas como kits resulta fiable y especialmente rápido. Puede realizarse en taller o en el lugar de instalación. Simplifica el almacenamiento y el transporte.



Montaje utilizando 12 tornillos con un nivel de accesibilidad elevado

IEC 62208
(Norma de
envolventes vacíos)

2

Los componentes de la estructura de la envolvente, los componentes que contribuyen a la distribución de energía y la aparamenta deben suministrarse y probarse para resistir esfuerzos provocados por:

- El peso de la aparamenta
- Los esfuerzos mecánicos que provengan de un cortocircuito
- El transporte
- Las vibraciones
- El entorno del cuadro de distribución (temperatura ambiente, humedad)
- El riesgo de movimientos sísmicos
- El riesgo eléctrico (arco interno)

Estos detalles estructurales también conciernen a los diversos sistemas utilizados para asegurar el cierre de puertas, cajones, etc.

También debe garantizarse la protección de:

- Las personas
- La aparamenta frente a influencias externas

Montaje de las envolventes

Montaje mecánico (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Montaje de envolventes en forma de kit

Normas

Práctica recomendada

1 Realice el montaje en una superficie de trabajo que sea:

- Limpia y organizada
- Adecuada a la morfología de los operarios
- Adecuada al proceso organizado (montaje, tabla de montaje, tabla inclinada, etc.)
- Equipada con las herramientas y los consumibles necesarios para el montaje. Siga el orden de montaje descrito en los manuales técnicos

2 En función de la organización del área de trabajo, a menudo es posible montar otros componentes, como por ejemplo:

- Soportes de embarrado
- Placas soporte de aparamenta

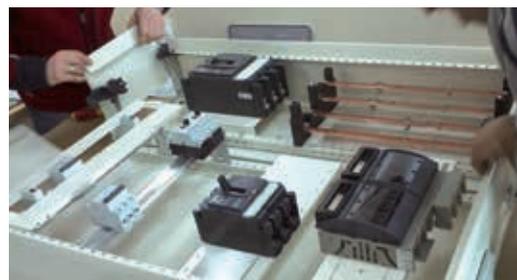
3 Tenga cuidado de no dañar el revestimiento de las piezas metálicas durante el montaje.

4 Utilice siempre los tornillos y las tuercas recomendados por el fabricante de la envolvente. Conseguirá unas conexiones mecánicas de excelente calidad si sigue las directrices proporcionadas por los fabricantes de la envolvente y de los tornillos y las tuercas, especialmente en relación con los pares de apriete que deben aplicarse. Un apriete incorrecto puede suponer el deterioro del sistema de sujeción de la pieza sometida a este proceso.

Ejemplo



Algunas envolventes han sido diseñadas para ser montadas y cableadas de forma horizontal en una zona de trabajo.



Ejemplo

Todos los tornillos y las tuercas proporcionados por **Schneider Electric** son de la clase 8.8 propia. De este modo se garantiza una sujeción mecánica excelente que mantendrá su nivel de ajuste por mucho tiempo. Los pares de apriete adecuados para los distintos diámetros de los tornillos y las tuercas se han determinado mediante pruebas, con una precisión de $\pm 10\%$.

Montaje de las envolventes

Montaje mecánico (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Montaje de envolventes en forma de kit (continuación)

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Los tornillos autorroscantes tienen como característica especial el hecho de no producir limaduras tras su uso.

5

Pueden utilizarse diversas técnicas para montar marcos, en función de los productos utilizados:

- Tuercas, tornillos
- Tornillos autorroscantes
- Remaches con rotura de vástago

Lea las instrucciones que se proporcionan con los productos (planos, hoja de montaje, etc.) para utilizar estos cierres.

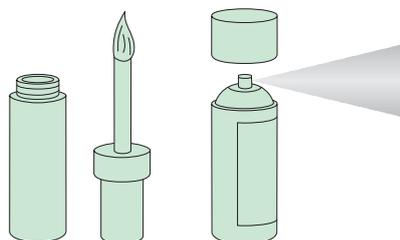
6

A la hora de realizar troquelados de un componente de la envolvente (puerta, panel, tapa superior, etc.), tome las precauciones necesarias para evitar rasguños en el revestimiento o cortes en la pintura:

- Utilice herramientas afiladas y sometidas a un mantenimiento correcto
- Coloque el componente en una base plana, limpia y no abrasiva
- Elimine todas las impurezas
- Lleve a cabo los retoques adecuados de pintura o barniz en las partes desgarnecidas por los cortes, para evitar cualquier posible corrosión posterior

Ejemplo

Schneider Electric comercializa kits de retoque para realizar este tipo de tareas en sus envolventes ([ver el catálogo](#)).



Montaje de las envolventes

Montaje mecánico (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Envolventes universales (UE)

Normas

IEC 62208

Práctica recomendada

1 Las envolventes universales se suministran ya montadas. Debe retirar los paneles para efectuar el cableado interior en este tipo de envoltente. Tome las precauciones necesarias para no dañar la pintura o los tornillos y las tuercas durante el montaje y el desmantelamiento de los paneles.

2 Almacene los paneles de forma que se evite cualquier riesgo de deformación o deterioro de la pintura.

3 Siga las instrucciones del fabricante en relación a la manipulación y el transporte de las envolventes.

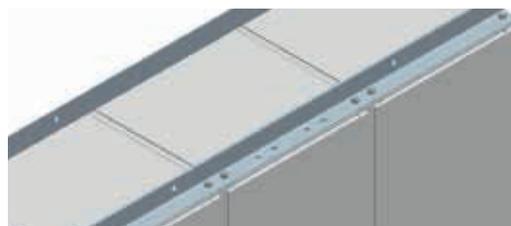
Ejemplo



Ejemplo



Se proporciona un conjunto de soportes para la elevación y el transporte de los cubículos montados. La sujeción se lleva a cabo en el marco del cubículo, en el eje de las unidades.



Combinación de envolventes

Normas

Práctica recomendada

1 Es necesario conectar las envolventes de forma mecánica (cantidad y tipo de sujeciones) siguiendo las recomendaciones del fabricante.

2 En función del grado de protección IP, es posible que sea necesario instalar un precinto entre las envolventes para garantizar que se mantiene estrictamente el grado de protección IP una vez finalizado el montaje de la unidad.

Ejemplo



Existen disponibles lotes de combinación de envolventes. Se utilizan para conectar de forma mecánica las envolventes entre ellas.

Montaje de las envolventes

Continuidad eléctrica

Ensamblado del cuadro de distribución

Teoría

Normas

IEC 60364
IEC 61439-1 y -2

Teoría

1

La norma requiere la continuidad real de las piezas conductivas en tensión del cuadro de distribución:

- Entre ellas mismas
- Entre ellas y el conductor de protección principal PE (enlace equipotencial)

Todas las masas del cuadro de distribución deben estar conectadas al circuito con conexión a tierra, excepto aquellas que no supongan un peligro potencial para los usuarios (cierres pequeños, como tornillos o remaches).

En caso de duda, debe medirse la continuidad eléctrica de la conexión a tierra.

Nota: Este tema se desarrolla en el capítulo 3 - "Juegos de barras de potencia".

Ejemplo



Existen disponibles lotes de combinación de envolventes. Se utilizan para conectar de forma mecánica las envolventes entre ellos. En la mayoría de casos, la continuidad eléctrica se obtiene por los tornillos, las tuercas o el diseño del montaje.

Para ello, deben seguirse estas indicaciones:

- Utilizar exclusivamente componentes, tornillos, tuercas y accesorios recomendados por el fabricante
- Seguir la instrucciones de montaje que se proporcionan en los manuales técnicos
- Apretar los tornillos al par recomendado

Continuidad eléctrica de las piezas físicas

Normas

Práctica recomendada

1

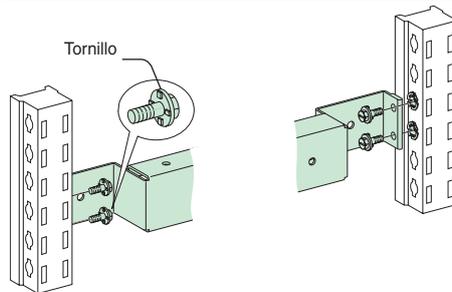
Si no se utiliza ningún sistema específico, la pintura o un recubrimiento aislante como el barniz afectará a la continuidad eléctrica entre dos piezas montadas.

Debe utilizar tornillos con arandelas (arandelas con puntas o de estrella). Este sistema rasca la pintura para poner el metal en contacto y por lo tanto se asegurará una continuidad eléctrica excelente.

! Sugerencia

El montaje de los tornillos y las arandelas se detalla en el capítulo "Información complementaria - Técnicas de montaje".

Ejemplo



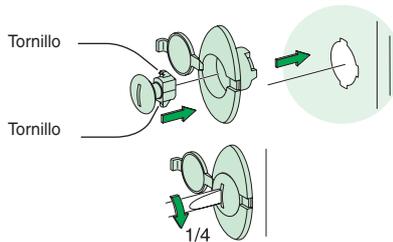
Tornillos + tuerca enjaulada

2

Existen otros sistemas para asegurar la continuidad eléctrica sin utilizar arandelas específicas ni añadir trenzas de conexión a tierra:

- Tornillos de 1/4 de giro
- Clips
- Tornillos autorroscantes (con abanico bajo la cabeza)

Ejemplo



Tornillo de 1/4 de giro

Montaje de las envolventes

Continuidad eléctrica (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Continuidad eléctrica de las piezas móviles

Normas

IEC 60364

IEC 61439

Práctica recomendada

- 1 Debe ajustarse un conductor de conexión a tierra en todas las piezas móviles metálicas (puerta, paneles, placas frontales con bisagras) compatibles con componentes eléctricos con tensiones de funcionamiento superiores a 50 V. La norma IEC 60364-5-54 define la sección mínima de la conexión en función de los conductores en tensión de la aparatamenta instalada en la parte móvil.

! Sugerencia

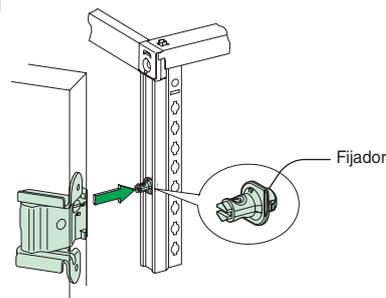
Nunca conecte a tierra una aparatamenta de clase 2.

- 2 El conductor de conexión a tierra puede ser un cable de conexión a tierra o una trenza de conexión a tierra:
 - Si el cuadro de distribución no incluye equipos "sensibles" en términos de compatibilidad electromagnética, utilice un simple cable de conexión a tierra
 - Si el cuadro de distribución incluye equipos "sensibles" en términos de compatibilidad electromagnética, utilice una trenza de conexión a tierra, que proporciona mayor protección CEM y protección equipotencial

Ejemplo



El diseño de las envolventes de kit garantiza la continuidad eléctrica de las piezas móviles a través de las bisagras.



Ejemplo

Se suministra un cable de conexión a tierra como característica estándar para las puertas que incorporan componentes eléctricos de tipo IHM (Interface Hombre Máquina).



Cable de conexión a tierra



Trenza de conexión a tierra

Montaje de las envolventes

Continuidad eléctrica (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Continuidad eléctrica de las piezas móviles (continuación)

Normas

IEC 60364

IEC 61439

Práctica recomendada

3

Existen tres técnicas para la sujeción y la conexión a tierra de los cables o trenzas en una pieza pintada:

- Tornillo + arandela de contacto
- Inserción
- Taco soldado

Coloque siempre una arandela de contacto entre el terminal del cable con conexión a tierra y la pieza pintada.

4

Caso especial: conexión por cable o trenza de conexión a tierra en un taco soldado

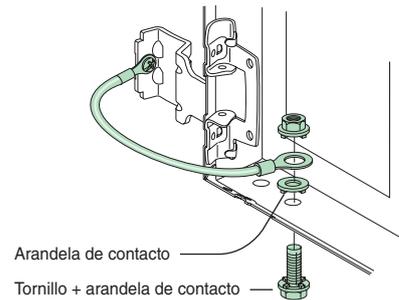
Proteja el taco con un manguito durante la operación de pintado.

Ejemplo



Los montajes se realizan:

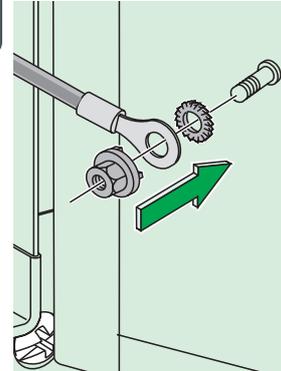
- Utilizando tornillos con tuercas enjauladas en la cara metálica pintada
- Con tuercas y tuercas enjauladas en el terminal trenzado de conexión a tierra



Ejemplo



La conexión se lleva a cabo utilizando una tuerca con una arandela de contacto en cada lado.



Para la oferta de la envolvente de montaje en pared o en suelo con aislamiento medioambiental (IP55), la conexión se lleva a cabo en un taco de autolimpieza mediante una arandela de tipo ventilador y un juego de tornillo + arandela de contacto.

Continuidad de los cajones

Normas

Práctica recomendada

1

La continuidad eléctrica se obtiene a través del contacto mutuo entre las piezas instaladas en la parte móvil del cajón (zapatas, ruedas o carriles) y las piezas instaladas en la parte fija del cajón, independientemente de la posición del cajón.

Montaje de las envolventes

Hoja de comprobación para control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control que se presenta no es exhaustiva.

En ella se enumeran las comprobaciones mínimas necesarias y puede completarse en función de la organización del taller y/o la recurrencia de los defectos detectados.

 Comprobaciones mínimas necesarias	 Recursos de control	 Control personal
Puntos de control	Recursos de control	Control personal
> Identificación del proyecto	> Planos del montaje	<input type="checkbox"/>
> Cantidad e identificación de las columnas	> Planos del montaje	<input type="checkbox"/>
> Conformidad con los planos del panel frontal	> Planos del montaje	<input type="checkbox"/>
> Dimensiones	> Planos del montaje	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Calidad de la pintura ⁽¹⁾	> Inspección visual	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Grado de protección ⁽²⁾	> Inspección visual y documentación técnica	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Continuidad eléctrica ⁽³⁾	> Inspección visual y guía de instalación	<input type="checkbox"/>

(1) Homogeneidad, ausencia de rasguños, deformaciones, etc.

(2) Calidad de las arandelas

(3) Tornillos, tuercas enjauladas, etc.



Objetivos

- ➔ Ver los proyectos en curso
- ➔ Ahorrar tiempo (evitar tener que repetir alguna operación, no olvidar ningún detalle desde el principio del proceso, etc.)
- ➔ Comprobar la conformidad con los planos
- ➔ Comprobar la conformidad con las normas de montaje

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla

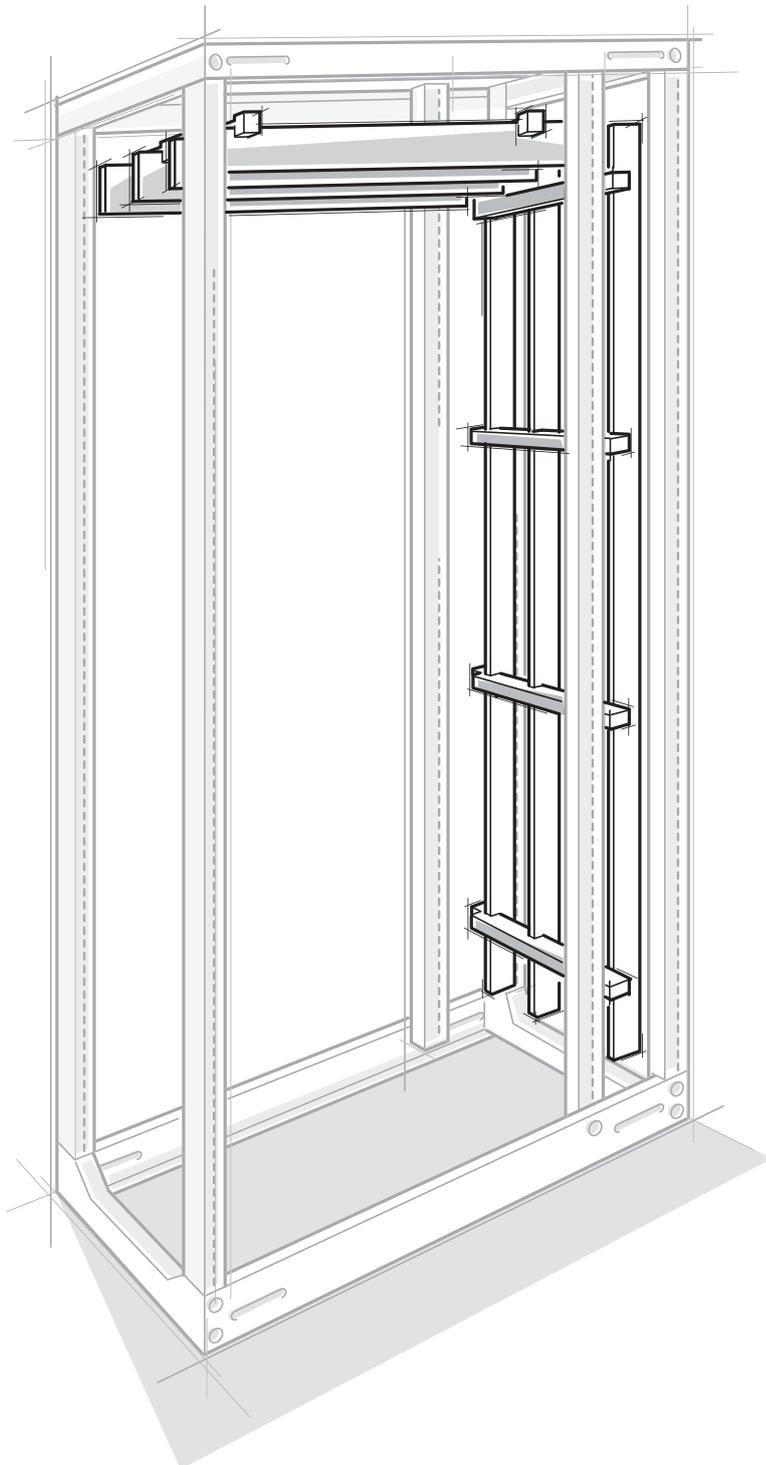




Juego de barras de potencia

Contenido

Introducción	1/27
Definición de un juego de barras de potencia	1/29
Compartimentación de un cuadro de distribución	1/40
Enlace equipotencial	1/47
Transformadores de corriente	1/54
Tratamientos anticorrosión	1/58
Protección contra arcos internos	1/63
Hoja de comprobación del control de calidad	1/65



Juego de barras de potencia

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

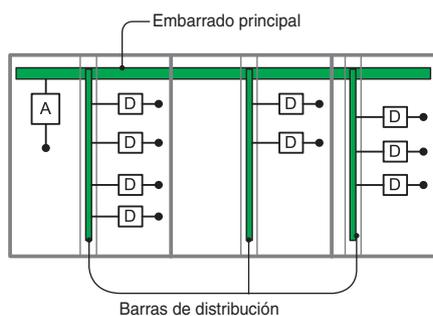
Teoría

Ejemplo

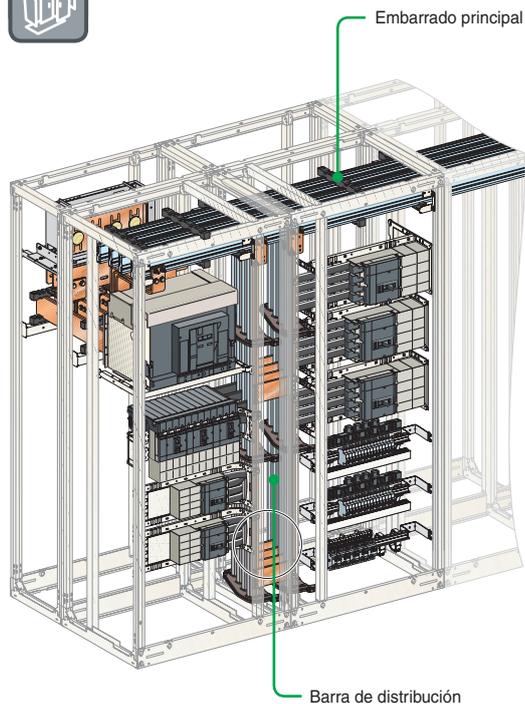
1

La potencia se distribuye en cuadros de distribución a través de los siguientes medios:

- Un **embarrado principal** que distribuye la potencia horizontalmente entre las distintas columnas del cuadro de distribución. Puede instalarse en la parte superior, en el centro o en la parte inferior del cuadro de distribución dependiendo del tipo de cuadro, de las especificaciones del cliente y de las prácticas locales
- **Barras de distribución conectadas al embarrado principal**. Suministran la potencia a la aparatada de salida



A: Aparatada de entrada
D: Aparatada de salida



IEC 61439-1

2

A la hora de seleccionar un juego de barras de potencia se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Características ambientales del cuadro de distribución (temperatura ambiente, grado de protección IP, grado de contaminación)
- Tipo de cuadro de distribución instalado teniendo en cuenta la prueba de validación
- Características del suministro de potencia del cliente: en la parte superior, en el centro o en la parte inferior
- Corriente asignada de cortocircuito: I_{cw} (kA/1 s)

La instalación de un juego de barras de potencia se lleva a cabo en los siguientes pasos:

- Se selecciona el material del embarrado
- Se mide (sección del embarrado, número de barras por fase) y se define su posición en el cuadro eléctrico basada en la aparatada de entrada del cliente
- Se instala según las distancias de las líneas de aislamiento de fuga de la norma
- Se fija conforme a las reglas básicas del arte

Nota: Este tema se desarrolla en la sección "**Definición del juego de barras de potencia**" de este capítulo.

Juego de barras de potencia

Introducción (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción (continuación)

Normas

Teoría

3

La instalación debe garantizar la protección de las personas:

- Contra el contacto directo, mediante la instalación de compartimentos

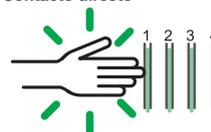
Nota: Este punto se expone en detalle en la sección "**Compartimentación de un cuadro de distribución**" de este capítulo.

- Contra contacto indirecto mediante la creación de un enlace equipotencial dentro del cuadro de distribución (PE/PEN conductor de protección y conexión a tierra de los conductores de electrodos de puesta a tierra)

Nota: Este punto se expone en detalle en la sección "**Enlace equipotencial**" de este capítulo.

Ejemplo

Contacto directo



Contacto de personas con piezas en tensión de materiales eléctricos (conductores o piezas activas).

Contacto indirecto



Contacto de personas con piezas conductoras alimentadas de forma accidental a consecuencia de un fallo de aislamiento.

4

La intensidad de un juego de barras de potencia se mide utilizando un transformador de corriente (TC) como por ejemplo una barra que transmita un transformador de corriente.



El papel principal del transformador de corriente es la reducción del valor de corriente que ha de ser medido a un valor que sea aceptable para la aparatenta de medida (normalmente entre 1 y 5 A).

Nota: La elección y las reglas para la instalación de los transformadores de corriente se describen en la sección "**Transformadores de corriente**" de este capítulo.

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia

Ensamblado del cuadro de distribución

Elección de material

Normas

Práctica recomendada

1 Los materiales que se emplean con más frecuencia son el cobre y el aluminio porque ofrecen las siguientes características:

- Excelente conductividad eléctrica
- Excelente disipación del calor
- Buena resistencia a la corrosión
- Instalación sencilla

NFA 51-118
NFA 51-419
EN 1652
ISO 1634

2 **Elección de barras de cobre**
Solo se debe utilizar el cobre Cu-ETP que cumple con las siguientes especificaciones:

Norma	Descripción
Descripción general del material	
EN 13599	Cu ETP R240
Norma internacional equivalente	
ISO 1634	Cu ETP HB

Las barras deben ser:

- Rectilíneo
- Sin arañazos, marcas de impacto o de otra clase, u óxido
- Cualificado y con un certificado de conformidad

Ejemplo



Las barras de cobre de **Schneider Electric** son de tipo Cu-ETP (H12) y están certificadas conforme a la norma.

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Elección de material (continuación)

Normas

Práctica recomendada

3 Elección de las barras de aluminio

Cuando se elijan las barras de aluminio, se debe prestar especial atención a:

- La calidad del aluminio, que debe proporcionar un equilibrio entre la resistencia mecánica y la conductividad eléctrica: el aluminio es más resistente y tiene una resistencia mecánica menor que el cobre de dimensiones similares
- La calidad del revestimiento superficial (estañado) que garantiza un contacto eléctrico excelente y resistencia a la corrosión
- La tensión térmica: la temperatura de empleo máxima es menor que la del cobre (90 °C para aluminio sin revestimiento, 105 °C para aluminio estañado y 140 °C para cobre)
- Restricciones de conexión

Dimensionamiento de los juegos de barras

Normas

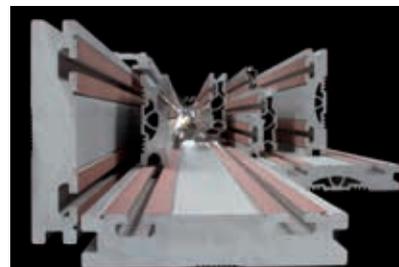
Práctica recomendada

- ### 1
- Los embarrados de potencia deben tener las dimensiones adecuadas para soportar el calor y el esfuerzo dinámico que resulta de las corrientes de cortocircuitos que no sobrepasen el valor de la corriente de cortocircuito asignada.
- La resistencia al esfuerzo electrodinámico depende principalmente de los siguientes puntos:
- La intensidad de la corriente de fallo
 - La forma y la sección de las barras
 - Su ubicación en el cuadro de distribución
 - El método de sujeción

Ejemplo



- Schneider Electric** propone una nueva e innovadora gama de barras, que presentan las siguientes ventajas:
- Mejor funcionamiento (una única barra puede soportar hasta 4000 A)
 - Son 50% más ligeras que las barras de cobre que alcanzan secciones similares
 - Robustas y flexibles: ofrecen una mayor resistencia a corrientes de cortocircuitos (100 kA/1 s)
 - Menos costes en la instalación y montaje
 - Instalación vertical u horizontal
 - Se dispone de gran variedad de perfiles



Embarrados Linergy LGYE

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Dimensionamiento de los juegos de barras (continuación)

Normas

Práctica recomendada

IEC 61439-1
§ 8.6.1

Sugerencia

Las distintas asignaciones y denominaciones que se deben tener en cuenta aparecen definidas en las normas IEC 60947-2 e IEC 61439-1.

La definición de la temperatura ambiente en el entorno del cuadro de distribución se menciona en el capítulo "Información complementaria: Gestión térmica de un cuadro de distribución".

La corriente asignada I_{cw} se define en la norma IEC 61439-1 con un período de duración de 1 segundo.

2

Los fabricantes de embarrados normalmente proporcionan la información necesaria para medir el embarrado de potencia.

Estas cifras se deben utilizar para calcular la sección de la barra.

La sección depende de:

- La corriente asignada " I_n " que se ha de utilizar en la barra
- La corriente asignada de cortocircuito (corriente nominal de corta duración permisible): " I_{cw} "
- La temperatura ambiente entorno al cuadro de distribución
- El índice de protección IP de la envolvente
- El factor de diversidad asignada (RDF)
- El espacio de reserva
- La restricción definida por el tiempo de activación de la aparatura de protección



Atención: nunca se debe medir a la baja un embarrado (existe riesgo de sobrecalentamiento).

Ejemplo



Schneider Electric dispone de tablas derivadas de cálculos y pruebas estándar. Estas tablas proporcionan las secciones de las barras que se han de utilizar dependiendo de la corriente permisible y del ambiente del cuadro (temperatura ambiente alrededor del cuadro y el índice de protección IP exigido). Permiten una medida óptima, rápida y fácil de las barras.

Tipo de barras	Corriente asignada I_n (A)											
	Temperatura ambiente alrededor de la unidad											
	25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		50 °C	
Sección/fase	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31
1 barra de 50 × 10 mm	1330	1220	1260	1160	1200	1080	1130	1010	1060	940	990	●
1 barra de 60 × 10 mm	1550	1400	1470	1320	1400	1250	1320	1160	1240	1070	1160	●
1 barra de 80 × 10 mm	1990	1800	1890	1700	1800	1600	1700	1500	1600	1390	1500	●
2 barras de 50 × 10 mm	2270	2090	2160	1980	2050	1850	1930	1740	1810	1610	1690	●
2 barras de 60 × 10 mm	2550	2270	2420	2140	2300	2000	2170	1870	2030	1720	1900	●
2 barras de 80 × 10 mm	3110	2820	2970	2660	2820	2500	2660	2330	2500	2160	2330	●
2 barras de 100 × 10 mm	3650	3280	3490	3100	3300	2900	3130	2720	2950	2510	2750	●

● No es posible la conexión debido a las restricciones de funcionamiento de la temperatura de la aparatura.

Ejemplo: Para garantizar el transporte de una intensidad asignada I_n de 2300 A con un grado IP < 31 y una temperatura ambiente de 35 °C en el entorno del cuadro de distribución, debe elegir 2 barras con una sección de 60 × 10 mm para cada fase. Esta tabla se calculó para una corriente de cortocircuito permisible de 85 kA/1 s.

IEC 61439-1
§ 3.8.10
§ 5.3.3
Anexo E
IEC 61439-2
§ 5.3.3

3

En general, no toda la aparatura conectada a un embarrado se utilizan a carga completa o de forma simultánea.

Por lo tanto, no es necesario medir continuamente el embarrado para transportar el total de intensidades asignadas de toda la aparatura.

La corriente asignada " I_n " en el embarrado se ha de calcular:

- Añadiendo las intensidades asignadas de toda la aparatura conectada
- Multiplicando el resultado del factor de diversidad (RDF) definido por la norma IEC 61439-1

El valor del factor de diversidad depende del número de aparatura conectada al embarrado:

Número de aparatos	Factor de diversidad
2 y 3	0,9
4 y 5	0,8
6 hasta 9	0,7
10 +	0,6

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Posición del juego de barras en el cuadro de distribución

Normas

Práctica recomendada

1 Es necesario utilizar siempre guantes cuando se manejan barras de cobre para prevenir el deterioro químico que se produce a consecuencia del contacto con la piel (transpiración).

2 Siempre que sea posible, instale las barras en el lateral para favorecer la disipación de calor mediante la convección.
Cuando las barras se instalan en plano, las intensidades se deben reducir (decalaje). Se han de utilizar los elementos de cálculo definidos por las barras laterales aplicando el coeficiente de decalaje recomendado por el fabricante.

3 Instale el embarrado principal preferentemente en la parte superior del cuadro de distribución. Si lo instala en la parte inferior, debe tener en cuenta el hecho de que esta posición hace que se caliente el equipo ubicado por debajo de dicho embarrado. Además, por motivos de seguridad, debe cubrirlo para protegerlo de posibles caídas de objetos metálicos

Nota: véase la sección "Compartimentación de un cuadro de distribución".



Si está instalado en el medio del cuadro, es preciso asegurarse de que las guías del fabricante autorizan este tipo de montaje.

4 Normalmente, el orden de las barras es N, L1, L2 y L3:

- Desde la parte frontal a la parte trasera del cuadro
- Desde la parte izquierda a la parte derecha del cuadro

Este orden no viene impuesto por la norma. Se recomienda por los siguientes motivos:

- Seguridad
- Facilidad de conexión de la aparatenta
- Fácil acceso a la barra de neutro

En cualquier caso, se recomienda seguir el orden establecido en las guías técnicas.

Las barras se deben identificar, independientemente de cual sea el orden seleccionado.

Nota: Véase el capítulo 7 – "Etiquetado e identificación".

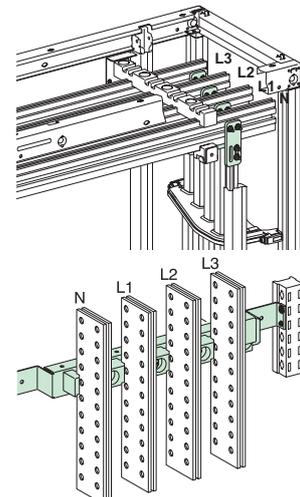
Ejemplo

Cuando se utilicen las barras planas, es decir, las derivaciones de aparatenta de entrada en los embarrados, **Schneider Electric** recomienda una decalaje del juego de barras de 0,8.

En temperaturas ambientales similares, dos barras de 80×5 mm pueden transportar:

- Hasta 1600 A si las barras se colocan lateralmente
- Hasta 1280 A ($1600 \times 0,8$) si las barras se colocan en plano

Ejemplo



Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

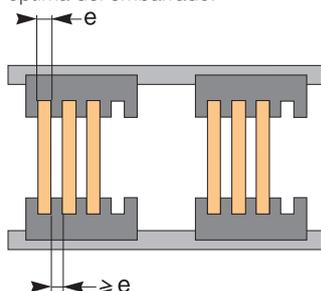
Ensamblado del cuadro de distribución

Posición del juego de barras en el cuadro de distribución (continuación)

Normas

Práctica recomendada

- 5** Si la instalación precisa de varias barras por fase, deje espacio suficiente entre ellas (como mínimo el grosor de la barra) para permitir la ventilación óptima del embarrado.



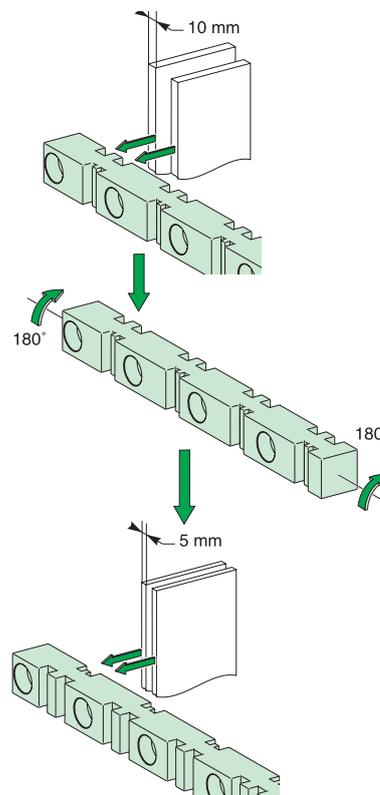
Dependiendo de la instalación de los sistemas, se pueden aplicar otras opciones técnicas. Se han hecho pruebas para su validación.

Ejemplo



Schneider Electric proporciona soportes de aislamiento que se han diseñado especialmente para barras con un grosor de 5 o 10 mm.

El mismo soporte sirve para los grosores de las dos barras. Para ajustarlos al grosor de la barra, simplemente se han de rotar 180°.



IEC 61439-1

- 6** Las barras (aisladas o sin revestimiento) se han de instalar de forma que eliminen todo riesgo de cortocircuitos, en particular cumpliendo con:
- La distancia de aislamiento
 - Las líneas de fuga
 - El número de soportes que se van a instalar
 - Las reglas para fijar estos soportes

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Distancia de aislamiento y líneas de fuga

Normas

Teoría

IEC 60664-1

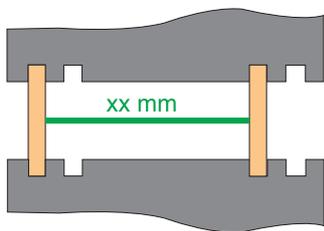
IEC 61439-1

1

La norma IEC 61439-1 define los requisitos aplicables a las distancias de aislamiento dentro de un cuadro. Estos requisitos están basados en los principios de la norma IEC 60664-1 y permiten la coordinación de las distancias de aislamiento en el interior del cuadro de distribución.

La distancia de aislamiento mínima en el aire:

- Entre dos conductores activos
- Entre un conductor activo y la tierra



IEC 61439-1

Tabla 1

! Sugerencia

El grado de contaminación 3 se define con precisión en la norma

2

La norma proporciona una tabla con la distancia de aislamiento mínima que se ha de cumplir para observar la tensión asignada soportada al impulso U_{imp} declarada por el fabricante para un circuito. Los valores proporcionados en la tabla están establecidos según los campos eléctricos no homogéneos y un grado de contaminación de 3 (en las condiciones más desfavorables). Estos valores garantizan que las tensiones de impulso se pueden soportar en un rango de altitud de 0 a 2000 m.

Tensión asignada soportada al impulso U_{imp} (kV)	Distancia de aislamiento mínima (mm)
< 2,5	1,5
4,0	3,0
6,5	5,5
8,0	8,0
12,0	14,0

Interpretación de la tabla:

- Puesto que un juego de barras de potencia tiene una tensión de distancia de aislamiento asignada U_i de 1000 V, la tensión asignada soportada al impulso U_{imp} establecida es 12 kV. Por lo tanto, la distancia de aislamiento mínima debe ser de 14 mm
- Puesto que un separador tiene una tensión de distancia de aislamiento asignada U_i de 750 V, la tensión asignada soportada al impulso U_{imp} establecida es 8 kV. Por lo tanto, la distancia de aislamiento mínima debe ser de 8 mm

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Distancia de aislamiento y líneas de fuga (continuación)

Normas

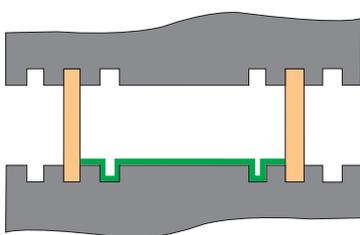
Teoría

IEC 60664-1

IEC 61439-1

3 La norma IEC 61439-1 define los requisitos aplicables a las líneas de fuga dentro de un cuadro. Estos requisitos están basados en los principios de la norma IEC 60664-1 y permiten la coordinación de la distancia de aislamiento en el interior del cuadro de distribución. La línea de fuga es la distancia mínima a lo largo de la superficie de un aislamiento entre:

- Dos conductores activos
- Entre un conductor activo y la superficie que limita



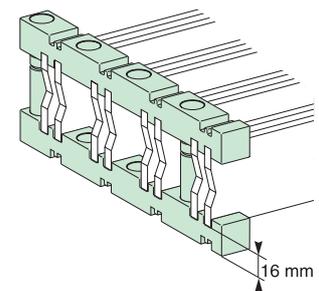
IEC 61439-1

4 La norma define las líneas de fuga dependiendo de:

- La tensión de la distancia de aislamiento asignada U_i de la tabla
- El tipo de material aislante (que define el grupo de material)
- El grado de contaminación en el ambiente

Ejemplo

Prisma El índice de resistencia a caminos conductores (IRC) del material es 175 V. El grupo del material es por lo tanto IIIA. Para un grado de contaminación 2, la norma recomienda una línea de fuga de como mínimo 16 mm para una tensión de distancia de aislamiento asignada de hasta 1600 V.



Tensión asignada de aislamiento U_i (V)	Línea de fuga mínima (mm)								
	Grado de contaminación	2				3			
		Grupo de material	I	II	IIIa y IIIb	I	II	IIIa	IIIb
32		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
800		2,4	4	5,6	8	10	11	12,5	
1000		3,2	5	4,1	10	12,5	14	16	
1250		4,2	6,3	9	12,5	16	18	20	
1600		5,6	8	11	16	20	22	25	

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Distancia de aislamiento y líneas de fuga (continuación)

Normas

Práctica recomendada

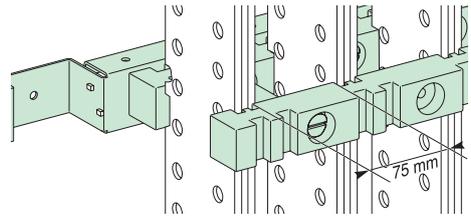
IEC 61439-1

- 1 La distancia entre las dos fases varía de acuerdo con la arquitectura del cuadro de distribución (el equipo que se ha instalado dentro del cuadro, el espacio disponible, etc.). El diseñador del cuadro de distribución debe optimizar esta distancia con el fin de:
 - Facilitar las conexiones
 - Garantizar que la distancia de aislamiento y las líneas de fuga mínimas recomendadas por la norma se han comprobado en todas las partes del cuadro

Ejemplo

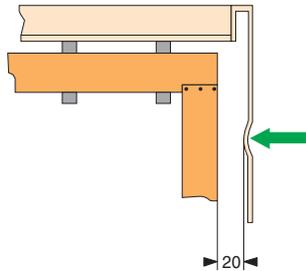


Las barras se montan en soportes aislados y la distancia entre cada fase es de 75 mm.



Schneider Electric propone dos niveles de embarrados para facilitar las conexiones.

- 2 Para una tensión de servicio de hasta 1000 V, la distancia de aislamiento entre una pieza sin revestimiento alimentada (barra de cobre) y un panel con revestimiento que es susceptible de deformación tras un impacto (por ejemplo, la prueba de grado de protección IK), debe ser como mínimo de 20 mm. Si esto no es posible, se ha de colocar una barrera aislante entre ellos.



Ejemplo



Schneider Electric ha realizado pruebas en envoltorios de acuerdo con su grado de protección contra impulsos IK. Estas pruebas han garantizado que se mantuvo la distancia de aislamiento.

IEC 61439-1
§ 8.3.2
Anexo F

- 3 Es necesario asegurarse de que las distancias de aislamiento y las líneas de fuga cumplen con la norma. Estas se han de medir utilizando los métodos que aparecen en el Anexo F de la norma.

Ejemplo



Para un embarrado con una tensión asignada U_i de 1000 V y una tensión asignada soportada al impulso U_{imp} de 12 kV, tiene que haber una distancia de como mínimo 14 mm.

IEC 61439-1

- 4 La deformación de la envoltorio o de las divisiones internas que puede ser el resultado de un cortocircuito no deben reducir de forma permanente las distancias de aislamiento ni las líneas de fuga a valores inferiores a los que se han especificado en la norma.

- 5 En la instalación de un embarrado de potencia, siempre se han de tener en cuenta las divisiones y los paneles con revestimiento cuando se observen las distancias de aislamiento.

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Juego de barras de sujeción

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

La función principal de los soportes es prevenir cortocircuitos para evitar su movimiento relativo.

Los soportes móviles contribuyen a la resistencia contra cortocircuitos de la misma forma que los soportes fijos.

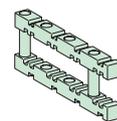
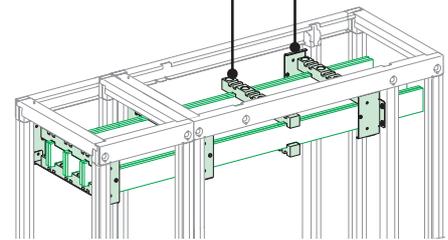
- 1 Los grandes esfuerzos electrodinámicos generados como resultado de cortocircuitos y los daños consiguientes (sustitución de barras, interrupción de la instalación) justifican la importancia de sujetar los embarrados de forma correcta. Para garantizar que los embarrados se mantienen en su lugar, se deben sujetar utilizando soportes aislados. Los soportes deben ser de una clase, una forma y un material similares. Cuando la posición de los soportes no permite la sujeción en el marco, se ha de sustituirlos por soportes voladizos.

Ejemplo

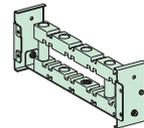


Soporte voladizo

Soporte fijo sujeto a la estructura



Soporte voladizo



Soporte fijo

- 2 La distancia entre ejes y el número de los soportes que deben ser instalados depende de:
- El tipo de estructura (anchura y profundidad de la envolvente, tipo de envolvente)
 - Características dimensionales de las barras (sección y anchura)
 - Distancia entre ejes de la barra
 - Corriente asignada soportada de corta duración admisible I_{cw} (kA/1 s)

Dados los esfuerzos electrodinámicos relevantes que se generan durante un cortocircuito, debe cumplir con las distancias entre ejes y números recomendada por el fabricante en las guías técnicas.

Ejemplo



Schneider Electric ha desarrollado soportes de barras específicos para cada tipo de cuadro de distribución. **Schneider Electric** proporciona las tablas que especifican el número de soportes que se deben utilizar en cada configuración.

Estas tablas se han creado conforme a los esfuerzos electrodinámicos generados durante un cortocircuito, y validados mediante pruebas realizadas conforme a la norma IEC 61439-1.

(Ver capítulo "Juego de barras"; en catálogo Prisma Plus en vigor).

- 3 Para garantizar el esfuerzo electrodinámico de las barras en caso de cortocircuito, se han de seguir las instrucciones que figuran en la guía técnica en relación con la distancia máxima entre el centro del último soporte y el final de la barra.

Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Juego de barras de sujeción (continuación)

Normas

Práctica recomendada

4 Para garantizar el cumplimiento de las distancias de aislamiento mínimas para las piezas con revestimiento metálico (puertas, paneles, etc.), en algunos casos, puede que necesite anclar la barra al soporte. Se han de seguir las instrucciones dadas en las guías técnicas.

5 En el caso de un embarrado plano en vertical, no se tiene en cuenta el soporte inferior cuando se calcula el número de soportes necesarios. De ninguna forma contribuirá a mejorar la resistencia electrodinámica en caso de un cortocircuito y solo se debe utilizar para bloquear el embarrado.

Ejemplo



En algunos casos (el embarrado Linergy proporcionado por **Schneider Electric**), el soporte inferior está diseñado para contribuir a la resistencia electrodinámica de embarrados en caso de un cortocircuito. Se debe incluir en el cálculo del número de soportes necesarios.



Juego de barras de potencia

Definición de un juego de barras de potencia (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

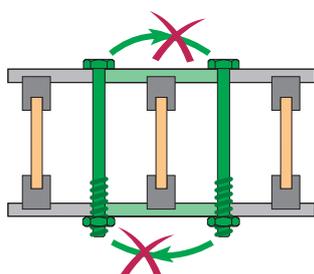
Juego de barras de sujeción (continuación)

Normas

Práctica recomendada

6

La corriente que circula en las barras genera corrientes inducidas (corrientes de Foucault) en conductores y metales del entorno. Dado que la alta intensidad de la corriente que circula en las barras, este fenómeno puede llevar a un calentamiento significativo de estos materiales.



! Sugerencia

No todos los tornillos de acero inoxidable son no magnéticos. Debe comprobar esta propiedad con el proveedor.

Para evitar este fenómeno, debe cortar el bucle de corriente inducida. Utilice una de las siguientes soluciones:

- Soportes en materiales aislados
- Contrasoportes de aluminio
- Tornillos de fijación de acero inoxidable no magnéticos

Si no se cumplen estas recomendaciones podrá suceder lo siguiente:

- Sobrecalentamiento de los soportes
- Contrasoportes y tornillos de sujeción
- Vibraciones que pueden romper los soportes

7

Antes de apretar los tornillos, asegúrese de que el soporte y el contrasupporte están alineados correctamente. Comprobar la conformidad del montaje.

Se ha de cumplir siempre con los pares recomendados en las guías técnicas.

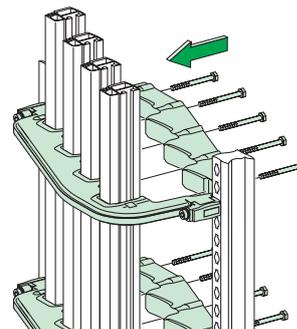
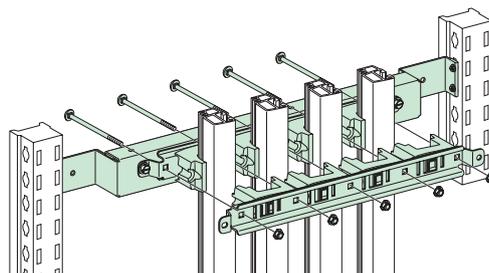
Si no hay instrucciones, aplique el par definido por la norma conforme al diámetro del tornillo.

Ejemplo



Schneider Electric ha desarrollado soportes de barras específicos para cada tipo de embarrado.

Los contrasoportes de los embarrados Linergy inferiores están hechos de metal pero los tornillos de fijación son de materiales no magnéticos.



Los soportes de los de los embarrados Linergy laterales están completamente aislados.

Juego de barras de potencia

Compartimentación de un cuadro de distribución

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio

Normas

Teoría

1 Hay varias razones para la compartimentación de un cuadro:

- Protege a las personas contra el contacto directo con piezas peligrosas. El grado de protección mínimo debe ser IPXXB,
- Protege el cuadro contra la intrusión de materiales sólidos extraños

El mínimo grado de protección debe ser IP2X:

- Limitar de propagación de un arco eléctrico dentro del cuadro separando las barras, el equipo y las conexiones
- Facilitar las operaciones de mantenimiento de las actualizaciones del cuadro

IEC 61439-2
§ 8.101

2 Las normas acerca de la compartimentación se definen en la norma IEC 61439-2. La definición de la compartimentación depende de las condiciones de uso, de mantenimiento y actualización del cuadro de distribución.

Esta definición está sujeta al acuerdo entre el fabricante del cuadro de distribución y el usuario final.

Se basa en tres puntos esenciales:

- La utilización de productos o componentes que cumplen con la norma, las diversas configuraciones de estos han sido probadas
- El cumplimiento de las normas y directrices establecidas en los diversos documentos de los fabricantes, especialmente los que tratan de la elección y protección
- La distancia de aislamiento entre los conductos, la continuidad vinculante con una inspección final registrada en un documento contractual.

La plena conformidad con estas recomendaciones puede ser validada mediante un certificado de conformidad

IEC 61439-2

3 La norma define 4 niveles de compartimentación (formas) para garantizar la protección de personas contra el contacto directo. La forma es una solución que responde a un requisito de protección IP y a una necesidad del cliente (Operación, Mantenimiento, Actualización).

Juego de barras de potencia

Compartimentación de un cuadro de distribución (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio (continuación)

Normas

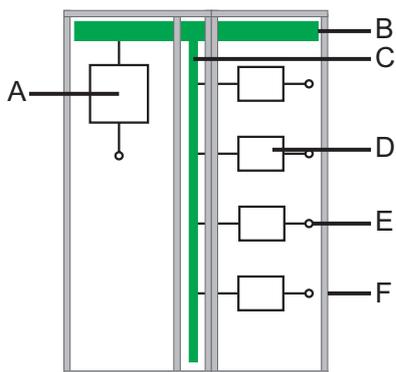
Teoría

IEC 61439-2

4

Forma

No existe separación dentro del cuadro de distribución.



- A = Aparamenta de entrada
- B = Embarrado principal
- C = Barra de distribución
- D = Aparamenta de salida
- E = Terminales para conductores externos
- F = Envoltorio mínimo IP2X

Ejemplo

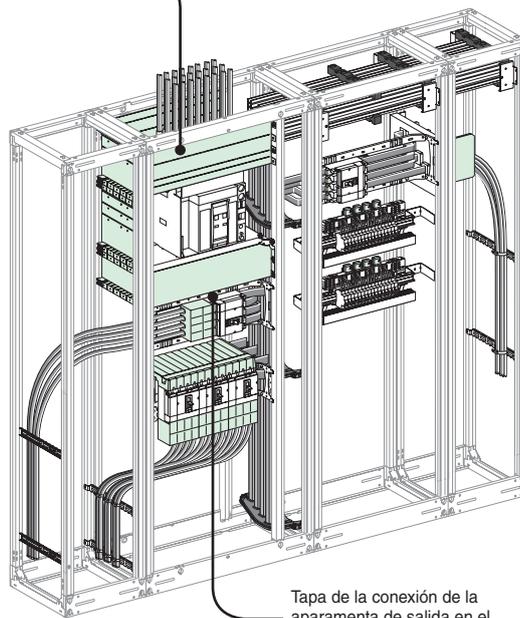


Schneider Electric propone instalaciones que van más allá de las recomendaciones de la normativa.

La protección de las personas y de los equipos se garantiza desde el principio gracias a:

- La presencia de placas frontales que solo se pueden abrir con una herramienta específica
- El bloqueo de las puertas que dan acceso a las piezas en tensión
- La instalación sistemática de cubrebornes en los interruptores automáticos Compact NSX, así como en los interruptores Interpact INS y INV
- Cubrir las conexiones aguas arriba y aguas abajo de la aparamenta de entrada, para garantizar la seguridad del operario en todos los puntos del cuadro de distribución cuando la aparamenta está abierta

Cubierta de las conexiones de la alimentación de entrada



Tapa de la conexión de la aparamenta de salida en el lateral de la barra

Juego de barras de potencia

Compartimentación de un cuadro de distribución (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio (continuación)

Normas

Teoría

IEC 61439-2

5

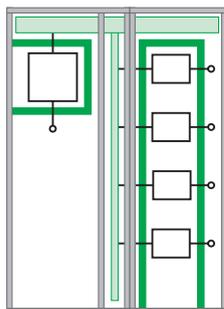
Forma 2

Separación de los embarrados y de las unidades funcionales en el interior del cuadro de distribución:

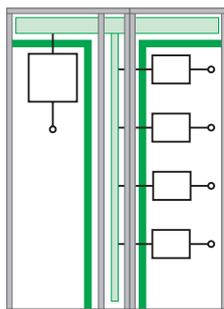
- Protección de personas contra el contacto con piezas en tensión aguas arriba de aparataje de salida
- Protección contra la entrada de cuerpos sólidos extraños

Existen dos variantes de la forma 2:

Forma 2a: los terminales para conductores externos no están separados de los embarrados.



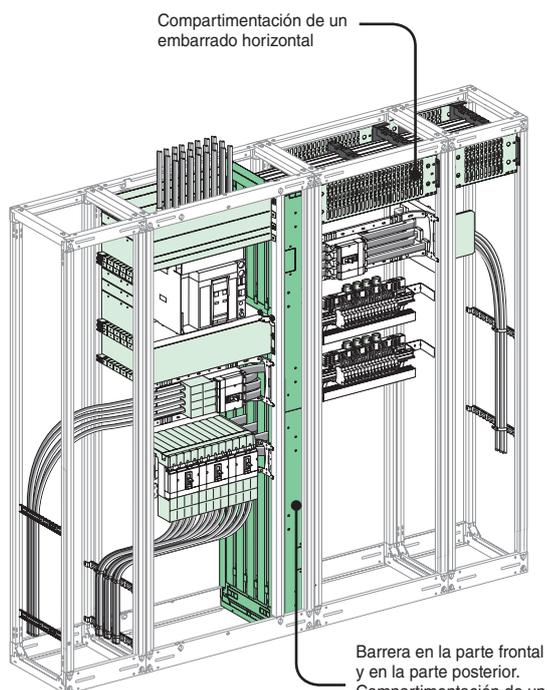
Forma 2b: los terminales para conductores externos están separados de los embarrados.



Ejemplo



Schneider Electric propone una forma 2b que proporciona más seguridad que una forma 2a, puesto que los terminales de conexión están separados de los embarrados.



Compartimentación de un embarrado horizontal

Barrera en la parte frontal y en la parte posterior. Compartimentación de un embarrado vertical

Juego de barras de potencia

Compartimentación de un cuadro de distribución (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio (continuación)

Normas

Teoría

IEC 61439-2

6

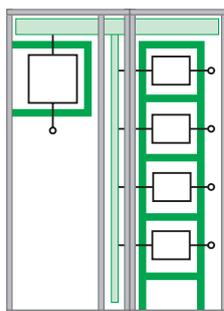
Forma 3

Forma 2 + Separación en el interior del cuadro de distribución de todas las unidades funcionales, entre sí:

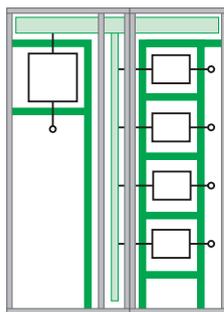
- Protección de personas contra el contacto con piezas en tensión aguas arriba de dispositivos de salida
- Limitación del riesgo de fallos entre cada una de las unidades funcionales (propagación de arcos eléctricos)

Existen dos variantes de la forma 3:

Forma 3a: los terminales para conductores externos no están separados de los embarrados.



Forma 3b: los terminales para conductores externos están separados de los embarrados.

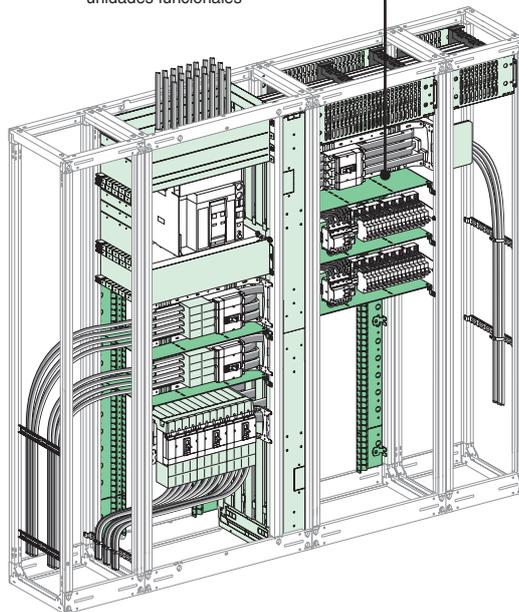


Ejemplo



Schneider Electric propone una forma 3b que proporciona más seguridad que una forma 3a, puesto que los terminales de conexión están separados de los embarrados.

Compartimentación de unidades funcionales



Juego de barras de potencia

Compartimentación de un cuadro de distribución (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio (continuación)

Normas

Teoría

IEC 61439-2

7

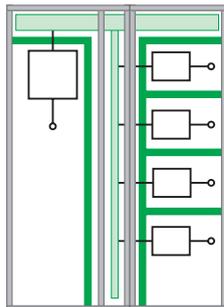
Forma 4

Forma 3 + Separación en el interior del cuadro de distribución de los terminales para conductores externos que son una pieza integral de cada unidad funcional:

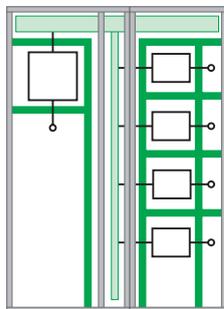
- Protección de personas contra el contacto con piezas en tensión aguas arriba de dispositivos de salida
- Limitación del riesgo de fallos entre cada una de las unidades funcionales (propagación de arcos eléctricos)

Existen dos variantes de la forma 4:

Forma 4a: los terminales para conductores externos están en la misma envoltente que la unidad funcional a la que están asociados.



Forma 4b: los terminales para conductores externos no están en la misma envoltente que la unidad funcional a la que están asociados, sino que están en espacios protegidos o compartimentos individuales que están separados y cerrados.

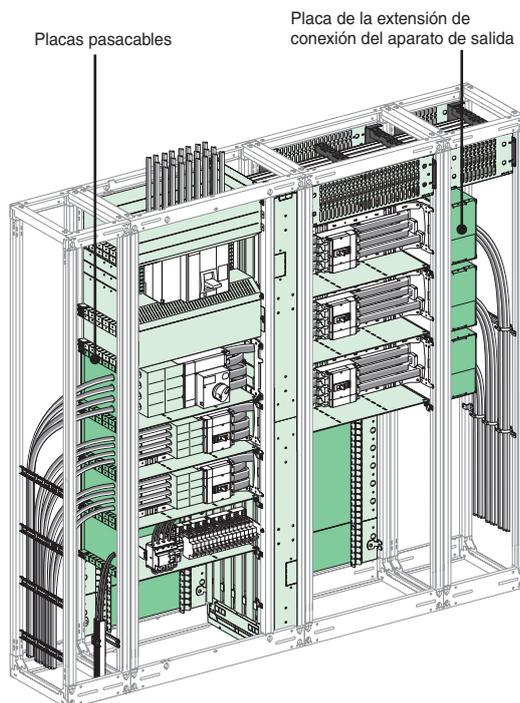


Ejemplo



Schneider Electric propone:

- Adaptar la envoltente con placas pasacables para crear la forma 4a
- Cubrir la extensión de conexión del aparato de salida para crear una forma 4b



La envoltente de la izquierda representa la forma 4a.
La envoltente de la derecha representa la forma 4b.

Juego de barras de potencia

Compartimentación de un cuadro de distribución (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Instalación de compartimentos

Normas

IEC 61439-1
IEC 61439-2

Práctica recomendada

1

La compartimentación se puede obtener gracias al aislamiento de las piezas en tensión:

- Utilizando separadores, barreras metálicas, placas frontales, tapas o cubrebornes
- Utilizando apartamenta con cajas moldeadas

El cuadro de distribución al completo ha de tener un grado de protección de IP2X de acuerdo con la norma IEC 61439-1 y 2.

Si se utilizan barreras metálicas, asegúrese de que se cumplen las distancias de aislamiento y líneas de fuga.

Ejemplo



Schneider Electric propone diferentes compartimentaciones para crear las separaciones en el interior de las envolventes y, de esta forma, obtener cuadros de distribución con Formas 2, 3 y 4.

Configuración de la Forma 2: los embarrados están separados de la apartamenta.



2

La colocación de compartimentaciones en un cuadro de distribución reduce la disipación del calor de este.

Por lo tanto, es importante tener este hecho en cuenta a la hora de definir la solución de gestión del calor para el cuadro de distribución.

Ejemplo

Un cuadro de distribución de forma 4 disipa menos calor que uno sin compartimentación de forma 1.

IEC 61439-1

3

Las barreras deben ser lo suficientemente robustas como para garantizar que un posible esfuerzo mecánico en estos componentes (una reducción en la distancia de aislamiento mínima o incluso debido al contacto accidental con piezas en tensión) no cause un accidente.

Juego de barras de potencia

Compartimentación de un cuadro de distribución (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Instalación de compartimentaciones (continuación)

Normas

Práctica recomendada

IEC 61439-1

4 Si un embarrado se instala en la parte inferior del cuadro de distribución, debe utilizar una forma 2 para protegerlo de una posible caída de un objeto metálico. Es importante no olvidarse de colocar una etiqueta de aviso ("prohibido caminar" y "peligro eléctrico") en la parte superior de la forma.



"Prohibido caminar" "Peligro eléctrico"

IEC 61439-1

5 Si se utiliza un dispositivo desconectable, es importante no olvidar la instalación de barreras que evitarán cualquier acceso de las piezas en tensión tras la extracción del dispositivo (p. ej., para una operación de mantenimiento).

Ejemplo



Schneider Electric propone obturadores aislados que bloquean el acceso de forma automática a las abrazaderas de conexión cuando el aparato está en la posición "retirado" o "en prueba" (grado de protección: IP20). Cuando se extrae el aparato de su marco, no se puede tener acceso a las piezas en tensión.

Juego de barras de potencia

Enlace equipotencial

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio

Normas

Teoría

IEC 61439-1

- 1 Cada cuadro de distribución debe incluir un enlace equipotencial para proteger a las personas y al equipo contra los efectos de un choque eléctrico (por ejemplo, tras un fallo en la distancia de aislamiento). Esta unión se consigue mediante un conductor de protección (PE/PEN) que conecta todas las piezas conductoras del cuadro al terminal de tierra del edificio. Se deben conectar los siguientes elementos al conductor de protección (PE/PEN):
 - Todas las piezas conductoras del cuadro de distribución
 - Los conductores de tierra de los cables de entrada y salida
 - El circuito secundario de transformadores de corriente

Juego de barras de potencia

Enlace equipotencial (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conductor de protección PE

Normas

Teoría

IEC 61439-1

Anexo B

1

El conductor de protección PE contribuye a que todas las piezas conductoras del cuadro de distribución tengan el mismo potencial. Ha de ser lo suficientemente medido y fijado en el cuadro para resistir el calor y los esfuerzo electrodinámicos generados por una corriente de fallo de una duración entre 0,2 y 5 s. La norma IEC 61439-1 proporciona un método para calcular la sección del conductor PE:

$$S_p = \sqrt{I^2 t / k}$$

Dónde:

- S_p : es la sección del conductor PE en mm²
- I : es el valor efectivo de la corriente de fallo de fase a tierra = 60 % de la corriente de fallo de fase a fase
- t : duración de la corriente de fallo en segundos
- k : un factor que depende del material del conductor de protección

Ejemplo: $k = 143$ para un conductor de cobre con aislamiento de PVC.

2

La sección del conductor PE debe ser constante en todo el cuadro de distribución, en especial de una columna a la siguiente. En caso de que un cuadro esté compuesto de varias columnas, todos los embarrados de PE deben estar conectados entre ellos (eclisas, tornillos, etc.).



Precaución: la sección de las eclisas debe ser al menos igual a la del conductor PE.

3

El conductor PE nunca debe incluir una aparamenta aislante.

Ejemplo



Schneider Electric propone una tabla para escoger el conductor PE derivada de la fórmula establecida en la norma:

I _{cw} (kA eff/1 s)	Perfil Linergy Corriente permitida	Barra plana Sección
< 40	630 A	25 × 5 mm
40 < I _{cw} < 85	800 A	50 × 5 mm

I_{cw} = corriente admisible de corta duración asignada (kA/1 s). Además del método de cálculo, se llevan a cabo pruebas tipo para garantizar el rendimiento del conductor de protección.

IEC 61439-1
§ 8.4.3.2.3

Juego de barras de potencia

Enlace equipotencial (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

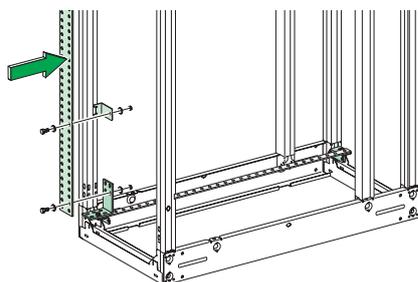
Conductor de protección PE (continuación)

Normas

Práctica recomendada

1 El conductor PE se instala normalmente en el compartimento del cable para facilitar la conexión de la aparatada de entrada y de salida. Se puede generar utilizando:

- Una barra vertical plana de cobre



- Una barra de cobre plana horizontal, fijada a la parte superior o inferior del cuadro de distribución (opuesta al embarrado principal)

2 El conductor PE debe:

- Ser de fácil acceso para facilitar las conexiones en taller y en la instalación
- Estar lo más próximo posible a las extensiones de la conexión de dispositivos de entrada y salida
- Estar identificado con una marca visible en el medio y en ambos extremos
- Estar protegido contra un posible deterioro (mecánico, químico, etc.)
- No dificultar la instalación o la colocación de cables de conexión del cliente

3 Para evitar las deformaciones que puedan surgir por un cortocircuito, es necesario asegurar el conductor PE al marco mediante la aplicación de las mismas normas que afectan a los embarrados.

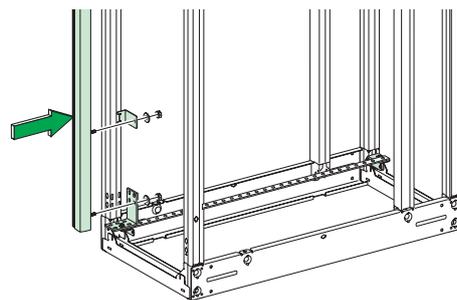
4 Es necesario asegurarse de que la continuidad eléctrica del conductor PE es constante en todo el cuadro de distribución, en especial de una columna a la siguiente.

5 En caso de un ambiente corrosivo, se ha de proteger el cobre del conductor PE con un revestimiento apropiado (una barra niquelada, por ejemplo).

Ejemplo



El conductor PE también se puede generar por un embarrado Linergy.



Ejemplo

El conductor de protección se identifica de forma clara con una etiqueta (PE) y una marca amarilla y verde.



Juego de barras de potencia

Enlace equipotencial (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conductor de protección PEN

Normas

Teoría

IEC 61439

- El conductor de protección PEN** es un conductor en tensión que actúa como conductor PE (conexión a tierra) y como un conductor neutro. Este se ha de medir como un conductor neutro. Su sección depende de la de los conductores de alimentación del cuadro:

 - **Para circuitos monofásicos o trifásicos con una sección de cobre de $\varnothing 16 \text{ mm}^2$** , la sección debe ser igual a la del conductor de fase
 - **Para circuitos trifásicos con una sección de cobre superior a $\varnothing 16 \text{ mm}^2$** , la sección es igual a la del conductor de fase

Aunque el diámetro puede ser inferior, en los siguientes casos:

- La corriente que fluirá a través del neutro en condiciones de operación normales es inferior que la corriente admisible en el conductor
- La potencia de las cargas monofásicas no excede el 10% de la potencia total

- La sección del conductor PEN debe ser constante en todo el cuadro de distribución, en especial de una columna a la siguiente.

Juego de barras de potencia

Enlace equipotencial (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conductor de protección PEN (continuación)

Normas

Práctica recomendada

1 El conductor PEN se genera normalmente utilizando una barra de cobre plana. Para facilitar la circulación en el cuadro de distribución (p.ej., para secciones de barras grandes), se puede instalar el conductor PEN en lugar del neutro. Se instala normalmente en el compartimento del cable para facilitar la conexión de la aparamenta de entrada y de salida.

2 El conductor PEN debe:

- Ser de fácil acceso para facilitar las conexiones en taller y en la instalación
- Estar lo más próximo posible a las extensiones de la conexión de la aparamenta de entrada y salida
- Estar identificado con una marca visible en el medio y en ambos extremos
- Estar protegido contra un posible deterioro (mecánico, químico, etc.)

3 Los conductores PEN tienen requisitos adicionales:

- Su sección debe ser de al menos 10 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio
- Su sección no puede ser inferior que la que se requiere para un conductor neutro
- No hay obligación de aislarlo de piezas conductoras (excepto en instalaciones en las que existe riesgo de incendio o de explosión como consecuencia de posibles chispas)
- Las piezas estructurales no se deben utilizar como conductores PEN
- En la entrada del cuadro de distribución, el punto de conexión del conductor PEN debe estar cerca de la extensión de conexión de la aparamenta de entrada
- La transición de un sistema de conexión a tierra TN-C a un TN-S se debe hacer en un único punto en el cuadro, a través de una barra de desconexión de neutro marcada, accesible y extraíble para facilitar las mediciones de impedancia de bucle de fallos
- Está prohibido recrear un sistema TN-C desde el punto de transición al sistema TN-S

4 Se recomienda instalar el conductor PEN en aislantes para evitar corrientes de fuga desde el marco. En este caso, debe conectarlo al conductor PE con una eclisa extraíble (utilizando una herramienta especial) a la que solo puede acceder el personal autorizado.

Ejemplo



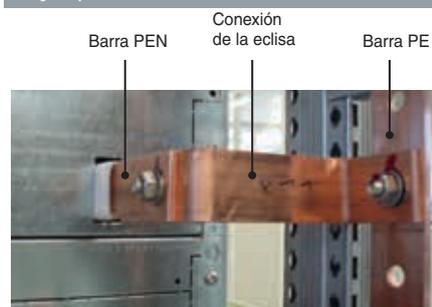
El conductor PEN también se puede generar utilizando un embarrado Linergy.

IEC 61439-1
IEC 61439-2

! Sugerencia

Si el conductor PEN no se aísla, pasa a ser conductor PE.

Ejemplo



Juego de barras de potencia

Enlace equipotencial (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conexión a piezas conductoras

Normas

Práctica recomendada

IEC 61439-1

- 1** Todas las piezas conductoras accesibles del cuadro de distribución debe conectarse al circuito de conexión a tierra:
- Por diseño. Se proporciona continuidad mediante los sistemas de ajuste (placa, cierres pertinentes, ganchos)
 - O vía un conductor de protección con una sección elegida de la siguiente tabla:

Corriente nominal de empleo I_o	Sección mínima de un conductor de protección
A	mm ²
$I_o \leq 20$	S ⁽¹⁾
$20 < I_o \leq 25$	2,5
$25 < I_o \leq 32$	4
$32 < I_o \leq 63$	6
$63 < I_o$	10

(1) S es la sección del conductor de fase (mm²)

Ejemplo



Cable de conexión a tierra

IEC 61439-1
§ 8.4.3.2.2

- 2** Las piezas conductoras del cuadro de distribución que no representan un peligro necesitan estar conectada a un conductor de protección. Características de estas piezas conductoras:
- No se pueden tocar en superficies grandes o coger con la mano
 - Son de pequeñas dimensiones (menores que 50 mm × 50 mm)
 - Están configuradas de manera tal que eliminan cualquier riesgo de contacto con conductores en tensión

Ejemplo: remaches, placas de características.

Juego de barras de potencia

Enlace equipotencial (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conexión a piezas conductoras (continuación)

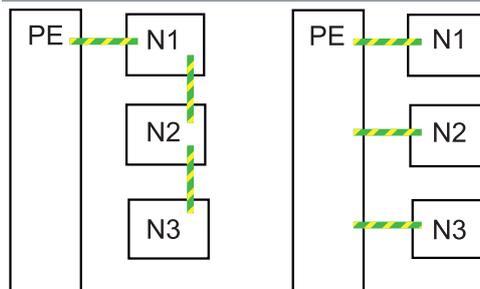
Normas

Práctica recomendada

- Conectar el enlace equipotencial de tal forma que nunca pueda romperse (por ejemplo, durante una operación de mantenimiento).

- Conectar un único cable de toma de tierra por conexión a la barra PE.

Ejemplo

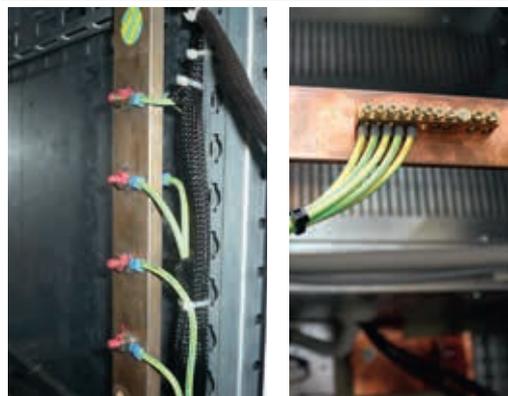


Si el dispositivo N1 se desconecta para una operación de mantenimiento, se rompe el enlace equipotencial: los dispositivos N2 y N3 ya no están protegidos.



Un dispositivo puede desconectarse sin romper el enlace equipotencial.

Ejemplo



2 cables por conexión



Un único cable por conexión

Juego de barras de potencia

Transformadores de corriente

Ensamblado del cuadro de distribución

Elección de un transformador de corriente

Normas

Teoría

1

Definir el ratio de transformación
Corriente principal / Corriente secundaria.
Corriente principal: el valor de corriente estándar del transformador ha de ser inmediatamente superior que el valor de la corriente principal que se ha de medir.

Corriente secundaria: el valor de la corriente secundaria depende de las características, la aparamenta de medida y la distancia entre el transformador y la aparamenta que se está alimentando.

2

Determinar la potencia del transformador en VA.
Se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- La potencia que consume la aparamenta de medida conectada al transformador
- Las pérdidas de potencia en VA en los cables conectados a la aparamenta de medida

3

Seleccionar la clase de precisión que se requiere para la medida según la aplicación.



Es importante tener en cuenta el error inducido por la propia aparamenta de medida.

4

Seleccione el modelo de transformador según el tipo y la sección del conductor principal en el que se debe instalar: embarrado o cables.



Sugerencia

Alguna aparamenta de Schneider Electric dispone de transformadores de corriente integrados.



Masterpact NT 630 a 1600 A

Todos los interruptores automáticos Masterpact vienen equipados con una unidad de control Micrologic.

Las unidades de control Micrologic E miden los valores de eficacia reales (RMS) de las corrientes.

Proporcionan medidas continuas de corriente que van desde 0,2 a 1,2 × I_n con una precisión de un 1,5% (sensores incluidos).

Juego de barras de potencia

Transformadores de corriente (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Normas para la instalación de un transformador de corriente

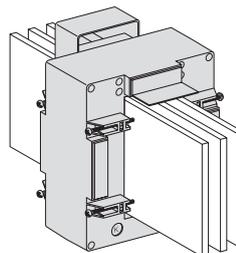
Normas

Práctica recomendada

- 1 Por un transformador de corriente se pueden cruzar:
- Una o varias barras rígidas
 - Una barra flexible aislada
 - Un cable

Ejemplo

Los transformadores de **Schneider Electric** se pueden montar en los juegos de barras. Algunos modelos se pueden adaptar para su instalación en los embarrados Linergy.



- 2 Instalar siempre un transformador de corriente:
- En una ubicación que sea de fácil acceso
 - En una eclisa, una unión de cobre o una barra que se pueda extraer con facilidad con el mínimo de limitaciones posibles
 - Teniendo en cuenta las distancia de aislamiento mínimas

Ejemplo



Conexiones verticales desmontables

- 3 Ubique el transformador de corriente de forma tal que la placa de características y la marca de identificación (en especial la marca de fase) estén siempre visibles.

- 4 Seguir la dirección de montaje del transformador de corriente. La dirección convencional de la corriente principal se determina según el caso. Aunque la inversión de la dirección de montaje no causará daños en el transformador, evitará que se haga una lectura de la aparamenta de medida.

Juego de barras de potencia

Transformadores de corriente (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Normas para la instalación de un transformador de corriente (continuación)

Normas

Práctica recomendada

5



Debe seguir las normas abajo establecidas para la conexión del circuito secundario de un transformador de corriente:

- Los cables deben tener una sección de al menos 2,5 mm²
- Los cables no deben pasar muy cerca de los embarrados de potencia y se deben sujetar con cuidado
- El circuito secundario se debe poner a tierra utilizando un cable de tierra
- Cumplir siempre con las distancias de aislamiento aplomadas sobre los tornillos de sujeción del transformador así como en las conexiones del circuito secundario

6



El circuito secundario de un transformador de corriente nunca se debe abrir cuando el principal esté en tensión.

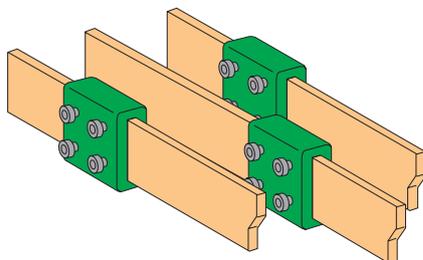
Las altas tensiones se pueden producir en los bornes de los circuitos secundarios. Pueden ser peligrosas para el personal y pueden ocasionar el deterioro del transformador.

Se han de utilizar siempre conectores coaxiales para conectar el circuito secundario y así reducir el riesgo de interrupción accidental de este circuito.

7

Alternar transformadores de corriente grandes:

- Para garantizar que se cumplen las distancias de aislamiento
- Para evitar realizar cambios en el juego de barras (p.ej. plegado)



Juego de barras de potencia

Transformadores de corriente (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Casos excepcionales

Normas

Práctica recomendada

- 1 Cuando se instalen barras verticales, se ha de bloquear el transformador de corriente con un perno o asegurar a un soporte para garantizar que no se desplaza hacia abajo.

Ejemplo



- 2 Cuando se utilizan diversas barras por fase, se ha de colocar una cuña entre las barras para:
 - Apoyar el par de los tornillos de apriete del transformador cuando se instale
 - Evitar fluencia en las barras
 - Limitar las vibraciones que deterioran o desajustan los transformadores

Las cuñas deben contener materiales aislantes para evitar el deterioro en caso de caída y deben ser lo suficientemente resistentes al calor para soportar la temperatura máxima de los embarrados.

Juego de barras de potencia

Tratamientos anticorrosivos

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio

Normas

Teoría



Sugerencia

En una atmósfera normal, la oxidación de cobre en forma de óxidos o carbonatos crea una capa protectora que evita la corrosión de la conexión a tierra.

1

La corrosión es un proceso físico-químico que tiene lugar en la interfaz de un material, normalmente un metal, con su ambiente (oxidante gaseoso o líquido), produciendo una alteración en este material.

Los ejemplos más conocidos son:

- Alteraciones químicas de metales en el aire como herrumbre de hierro y acero (transformación en óxido de hierro)
- O la formación de herrumbre verde en el cobre y sus aleaciones (bronce, latón)

Un fenómeno común y natural, la corrosión de metales y sus aleaciones es la prueba de su tendencia natural de volver a su estado original de minerales debido a la acción de agentes atmosféricos.

En el ámbito de los cuadros de distribución, hay tres tipos de atmósferas que aceleran especialmente el proceso de corrosión:

- **Atmósfera salina y húmeda**
- **Atmósfera industrial:** presencia más o menos relevante de óxido sulfuroso o sulfuro de hidrógeno en el aire
- **Atmósfera urbana:** presencia de polvo conductor o polvo que puede convertirse en conductor en un ambiente húmedo (p.ej.: el polvo producido por la calefacción o el tráfico urbanos)

Juego de barras de potencia

Tratamientos anticorrosivos (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio (continuación)

Normas

Teoría

! Sugerencia

En instalaciones en las que no se detecta la presencia de anhídrido sulfuroso o ácido sulfhídrico, no hay motivo para realizar un tratamiento anticorrosivo.

2

Los principales contaminantes químicos atmosféricos que pueden alterar el cobre y afectar negativamente al funcionamiento adecuado de los cuadros de distribución son:

- **Óxido sulfuroso (SO₂)**

El óxido sulfuroso se descarga principalmente durante la combustión de las fuentes fósiles que contienen sulfuro (aceite crudo, carbón, petróleo, etc.). Se libera más concretamente en industrias como las químicas y las petroleras, en fundiciones, calderas y centrales eléctricas

- **Sulfuro de hidrógeno (H₂S)**

Se libera más concretamente en industrias como altos hornos, fábricas de papel, refinerías o centrales de tratamiento de aguas

Cuando entran en combinación con la humedad, estos dos compuestos químicos se vuelven extremadamente corrosivos porque se transforman en ácidos. Los efectos corrosivos pronto se hacen visibles (en apenas unos meses):

- **Degradación de los conductores de cobre:**

corrosión del plateado de las barras y crecimiento de hilos de presión plateados, desmenuzamiento del hilo de cobre en determinados lugares (efecto polvo)

- **Alteración de la superficie del cobre sin**

revestimiento: es necesario realizar una preparación meticulosa para establecer contactos atornillados. Un contacto deficiente, como consecuencia de una preparación insuficiente, aumenta la resistencia de contacto, que aumenta la temperatura y que a su vez sigue aumentando la resistencia de contacto.

Esto produce una fuga térmica irreparable:

- Alteración de los contactos deslizantes de la aparata extraíbles que se vuelven negros y se produce un sobrecalentamiento (plateado)
- Alteración de las piezas en tensión de la aparata (auxiliares, interruptores automáticos, contactores, etc.) produciendo averías
- Corrosión de cables en las áreas desguarnecidas que producen cortes en el contacto

Juego de barras de potencia

Tratamientos anticorrosivos (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio (continuación)

Normas

IEC 60721-3-3
Tabla 4

Práctica recomendada

Sugerencia

Las guías y los catálogos técnicos del fabricante ofrecen información sobre la resistencia del equipo en un ambiente corrosivo.

1 En lugares en los que la presencia de óxido sulfuroso (SO₂) o sulfuro de hidrógeno (H₂S) se puede detectar, incluso de forma discontinua, el ambiente se puede considerar como corrosivo y se recomienda encarecidamente aplicar un protector anticorrosivo. La norma IEC 60721-3-3 define las categorías correspondientes a los valores máximos de óxido sulfuroso (SO₂) y sulfuro de hidrógeno (H₂S) que no se deben sobrepasar para garantizar que el equipo resiste en un ambiente corrosivo. Por regla general, se recomienda encarecidamente efectuar un tratamiento anticorrosivo cuando la concentración de SO₂ o H₂S es mayor que 0,5 ppm.

2 Un tratamiento anticorrosivo consiste en colocar todas las medidas cuyo objetivo es reducir y eliminar la corrosión de los materiales metálicos para protegerlos.

La medida más frecuentemente utilizada para proteger los embarrados consiste en aplicar un revestimiento:

- Metálico (metal)
- Orgánico (pinturas)
- Mixto (metal + pinturas)

Para que sea efectivo, un revestimiento anticorrosivo debe tener:

- Una buena resistencia a los vapores ácidos
- Una buena adherencia a la superficie que se va a tratar
- Grosor suficiente
- Una buena resistencia a la humedad ⁽¹⁾

(1) Teniendo en cuenta que la humedad es un factor que agrava el fenómeno de la corrosión, también se recomienda comprobar la humedad en el cuadro de distribución.

Nota: Véase el apartado "Gestión térmica".

3 Desguarnecimiento de superficies

Antes de aplicar una protección anticorrosiva debe preparar la superficie del metal. Esto se debe a que el mejor tratamiento aplicado en una superficie mal desguarnecida o poco limpia será efectiva solo durante un corto periodo de tiempo.

Para garantizar que el revestimiento se adhiere bien a la superficie que se trata, **es fundamental hacer lo siguiente:**

- Desengrase todas las superficies para eliminar los restos de grasa
- Desguarnecer todas las superficies para eliminar todos los restos de herrumbre

Los recursos utilizados pueden ser:

- Mecánicos: cepillado, limpieza con chorro de arena, con granalla, etc.
- Químicos: solventes, detergentes, etc.

Juego de barras de potencia

Tratamientos anticorrosivos (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Revestimientos

Normas

Práctica recomendada

Sugerencia

Las piezas revestidas se deben almacenar lejos de humedades y manipular con guantes.

1 Los revestimientos que normalmente se utilizan en interruptores eléctricos son:

Metálicos: estaño (Sn), níquel (Ni) y plata (Ag)
Según su tipo, estos metales son muy resistentes a la corrosión y tienen otras ventajas determinantes para la instalación de cuadros de distribución:

- Fiabilidad y resistencia en el tiempo de la calidad de contactos eléctricos en el caso del Sn y de la AG
- Alta resistencia a la corrosión en el caso del Ni

Orgánicos (pintura epoxídica)
Además de la protección contra la corrosión, la pintura epoxídica mejora la disipación del calor, a través de la radiación de las barras, y limita la propagación de cualquier arco interno.
En un ambiente con un grado de contaminación 3 definido por la norma IEC 61439-1 (condiciones ambientales del cuadro de distribución: presencia de contaminación conductora o de contaminación seca no conductora que se convierte en conductora debido a la condensación), el uso de pintura epoxídica limita totalmente el riesgo de chispas.

Mixtos (metal + pintura).
Es posible tener dos revestimientos: pintura epoxídica en una protección metálica.

 **Nota:** debe distinguir entre las piezas en tensión conectadas mediante cierres permanentes (tornillos) y las que están sujetas mediante contactos deslizantes.

2 **Revestimiento de estaño**

Caso de uso	Revestimiento recomendado	Decalaje de temperatura
Conexiones atornilladas (embarrados, extremos de barras, barras de transferencia, eclisas, conductores de protección PE/PEN)	Estaño de grosor 12 µm	Ninguno o conforme a las recomendaciones del fabricante

Se han de seguir las instrucciones dadas en las especificaciones del fabricante.

 El depósito de estaño está prohibido en barras en las que la aparamenta con contactos deslizantes que supuestamente están conectados (unidades extraíbles ajustadas con mordazas).

3 **Revestimiento de níquel**

Caso de uso	Revestimiento recomendado	Decalaje de temperatura
Contactos deslizantes (módulos extraíbles)	Níquel de grosor 20 µm	20%

Se han de seguir las instrucciones dadas en las especificaciones del fabricante.

Juego de barras de potencia

Tratamientos anticorrosivos (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Revestimientos (continuación)

Normas

Práctica recomendada

4

Revestimiento de plata de barras de cobre

La norma ISO 4521 recomienda un grosor de entre 2 y 5 μm . Una capa con un grosor inferior a 2 μm es porosa, no proporciona la protección esperada y puede producir una pérdida en la conducción eléctrica.

La plata protege al conductor de cobre de la herrumbre, pero este es atacado por componentes que contienen azufre o sulfuros. Bajo estas condiciones, la plata se deslustra.

Aunque la conductividad no se ve afectada por el ligero deslustre, la continua decoloración es un síntoma de que hay una gran cantidad de azufre en el aire ambiental. En este caso, existe un gran riesgo de que la conductividad se deteriore.



Nunca se ha de aplicar un revestimiento de plata en piezas si hay sulfuro de hidrógeno (H_2S) en el aire ambiental.

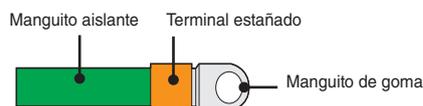
Bajo estas condiciones, **se observa la formación de Ag_2S que cubre los contactos y deteriora el rendimiento** (aumento en la resistencia eléctrica) o **produce averías** en caso de contactos que apenas se manipulan.

5

Caso especial de cables

Protección de cables de potencia

- Utilizar cables de cobre con manguitos aislantes
- Utilizar terminales estañados (terminales tubulares). Los terminales tubulares laminados solo se pueden utilizar con cables estañados
- Colocar un manguito de goma que cubra tanto la parte engastadas del terminal como la protección, para mantener la pieza de cobre alejada del aire entre el aislador de cable y el terminal



Protección de cables de mando-control

Los cables estañados se deben utilizar para circuitos de mando y control.

Juego de barras de potencia

Protección contra arcos internos

Ensamblado del cuadro de distribución

Protección contra arcos internos

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Resistencia a las condiciones ambientales conforme a las clases definidas en la norma IEC 60721-3-3: 3K6 / 3Z2 / 3Z5 / 3Z83C23S3.

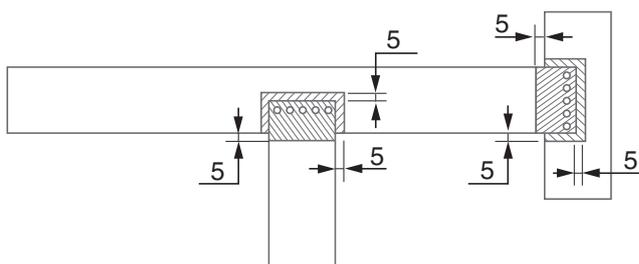
1 Revestimiento de los juegos de barras con pintura epoxídica

Cuando se requiere resistencia a un arco interno, una de las soluciones consiste en aplicar un revestimiento de pintura epoxídica en embarrados de cobre:

- Material: termoestable epoxi sobre cobre CuETP
- Grosor: $120 \pm 30 \mu\text{m}$
- Temperatura máxima de funcionamiento: $150 \text{ }^\circ\text{C}$
- Adherencia de la pintura: conforme a ISO 4628-1 a 6
- Limpieza de las superficies protegidas para garantizar un contacto eléctrico adecuado
- No se proporciona decalaje si solo se utiliza el revestimiento epoxídico

2 Procedimiento de pintura de barras

- Desengrase químico de la barra
- Protección de las superficies de contacto (piezas con escotillas) con tapa adhesiva



- Revestimiento con una pintura epoxídica (grosor del revestimiento igual a $120 \mu\text{m} + 30 \mu\text{m}$)
- Secado en horno entre 190 y $200 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 20 minutos
- Extracción del adhesivo y limpieza completa de las piezas protegidas que se podrían oxidar durante el secado (uso de una cinta abrasiva de color rojo 3M o un equivalente)
- Una vez ha finalizado las conexiones, instale las protecciones para cubrir las piezas que se han quedado sin revestir

Juego de barras de potencia

Hoja de verificación del control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control presentada no es exhaustiva.

Enumera las verificaciones mínimas requeridas y se puede completar dependiendo de la organización en el taller o de las recurrencias de los defectos encontrados.

Espacio mínimo requerido			
Puntos de control		Recursos de control	Autocontrol
<input checked="" type="checkbox"/>	> Sección del embarrado y número Nota: a realizar preferentemente cuando los embarrados estén instalados	> Archivo de fabricación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Calidad de fabricación ⁽¹⁾ Nota: a realizar preferentemente cuando los embarrados estén fabricados	> Guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Orden e identificación de fases	> Documentación técnica	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Línea de fuga	> Inspección visual y guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Distancias de aislamiento	> Inspección visual y guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	> Sujeción de los embarrados ⁽²⁾	> Documentación técnica	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Circuito de protección ⁽³⁾	> Archivo de fabricación, inspección visual, guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	> Conformidad de las formas de compartimentación	> Documentación técnica, archivo de fabricación	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	> Conformidad e instalación (transformador de corriente)	> Archivo de fabricación, guía de instalación	<input type="checkbox"/>

(1) Formación de barras (perforación, plegado, corte, etc.)

(2) Número de soportes, distancia central, etc.

(3) Sección, identificación, continuidad vinculante, etc.



Objetivos

- ➔ Evitar riesgos de aumento de temperatura
- ➔ Evitar riesgos eléctricos
- ➔ Evitar riesgos provocados por esfuerzos electrodinámicos
- ➔ Garantizar la protección de las personas
- ➔ Evitar el deterioro/la destrucción del equipo

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla

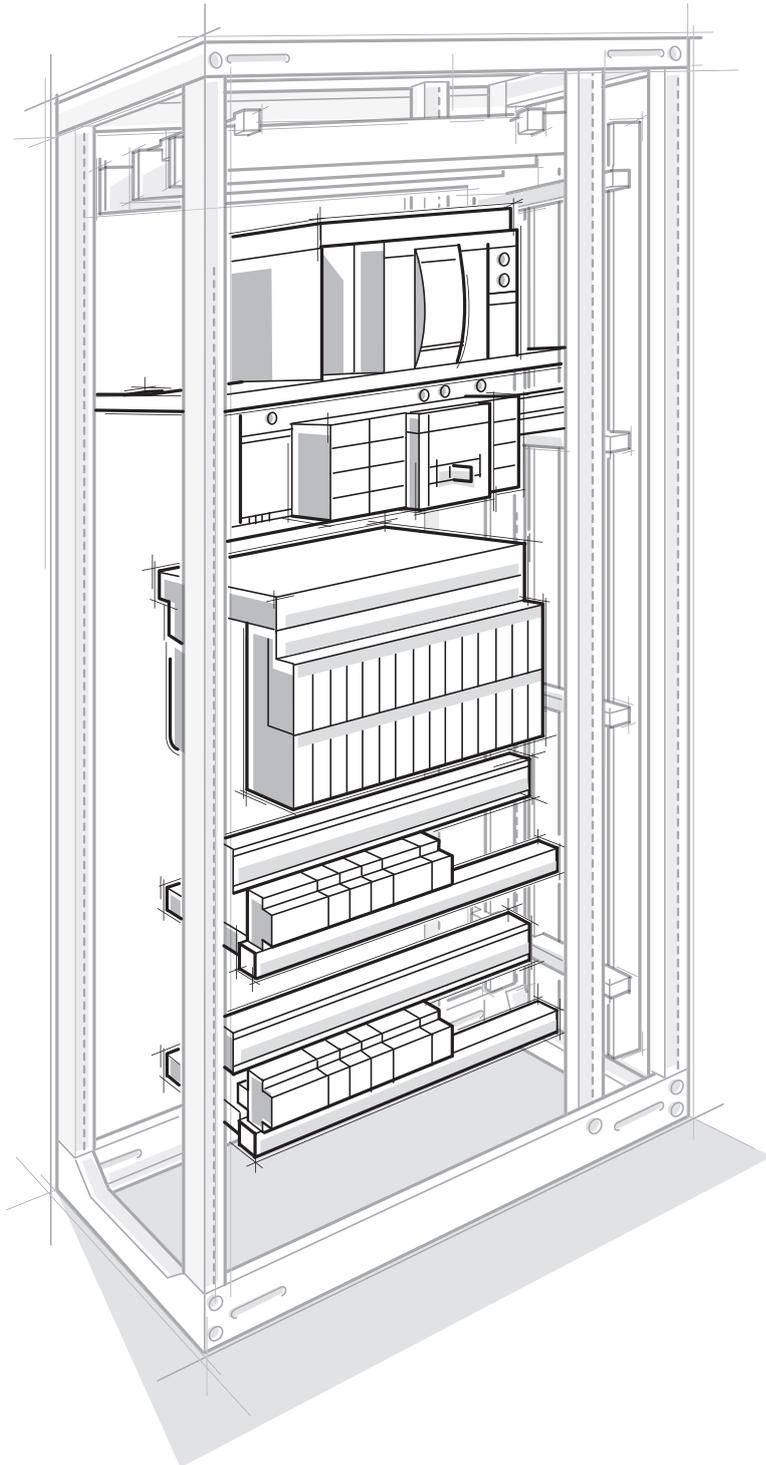




Instalación de la aparamenta

Contenido

Introducción	1/67
Disposición de la aparamenta	1/68
Montaje de la aparamenta	1/74
Protección contra los contactos directos	1/77
Hoja de comprobación para control de calidad	1/79



Instalación de la aparatenta

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

Teoría

- 1 La disposición de la aparatenta debe diseñarse teniendo en cuenta lo siguiente:
 - La dirección de entrada/salida (desde la parte superior o desde la parte inferior) de los cables del cliente
 - El espacio disponible en el cuadro de distribución
 - Las restricciones térmicas en el interior del cuadro de distribución

Nota: Vea el apartado "**Disposición de la aparatenta**" de este capítulo.

- 2 La aparatenta del cuadro de distribución debe montarse siguiendo de forma escrupulosa las instrucciones que se proporcionan en la guía del fabricante. Deben adoptarse precauciones especiales a la hora de colocar la aparatenta en puerta.

Nota: Vea el apartado "**Montaje de la aparatenta**" de este capítulo.

- 3 Las operaciones en los cuadros de distribución deben ser ejecutadas por personal cualificado que cumpla todas las medidas de seguridad necesarias. Es obligatorio garantizar la protección de los operarios frente a posibles contactos directos accidentales.

Nota: Vea el apartado "**Protección contra los contactos directos**" de este capítulo.

IEC 61439-1
§ 8.4

Instalación de la aparamenta

Disposición de la aparamenta

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas de colocación

Normas

IEC 61439-1
Tabla 6

Práctica recomendada

- 1 Defina la disposición de la aparamenta en la columna en base a la restricciones relacionadas con los elementos siguientes:
 - Los puntos de entrada y salida del cableado del cliente (desde la parte superior, la parte inferior de la columna u otra configuración específica) y la posición de los embarrados principales para disponer de unas conexiones lo más cortas posibles
 - El direccionamiento de las conexiones o los cables prefabricados en la entrada o la salida del cuadro de distribución
 - El espacio necesario para que el aparato funcione correctamente (volumen del aparato, distancia de aislamiento de seguridad, extensiones de conexión, radio de curvatura de los cables, unidades de control, etc.)
 - La accesibilidad de las distintas unidades de control y zonas de conexión (lateral, posterior, etc.) de los aparatos
 - La disipación de calor de la aparamenta, que contribuye a aumentar la temperatura interna de la columna
 - La influencia térmica y electromagnética mutua entre los embarrados principales y la aparamenta
 - El mantenimiento o la actualización del sistema (por ejemplo, habilitar la apertura del control supervisado de un interruptor)

La disposición resultante de los aparatos también debe ser estudiada para optimizar las zonas de conexión, los embarrados, los tamaños de las envolventes, etc.

Ejemplo

Las unidades funcionales establecidas por **Schneider Electric** han sido definidas, diseñadas y probadas para funcionar de forma conjunta.

Schneider Electric propone enlaces prefabricados para la mayoría de conexiones del cliente. Estos enlaces han sido probados y optimizados (longitud y sección) para reducir las restricciones de aumento de temperatura.

IEC 60480

- 2 Coloque los aparatos con un nivel de disipación de calor elevado en la parte superior del cuadro de distribución, para:
 - Evitar el calentamiento de toda la aparamenta instalada en la columna
 - Mantener las prestaciones de los aparatos de menor potencia situados en la parte inferior para mantener el decalaje al nivel más bajo posible
 - Permitir una mayor transparencia de la disposición eléctrica

Ejemplo



Schneider Electric recomienda que, siempre que sea posible, los aparatos se coloque en la columna, desde arriba hacia abajo, del más potente al menos potente.



Instalación de la aparamenta

Disposición de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas de colocación (continuación)

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Para mantener la temperatura interna del cuadro de distribución dentro de los límites operativos de la mayoría de la aparamenta (<70 °C), es posible que sea necesaria una ventilación obligatoria de las envolventes, para sustituir el decalaje, de cara a optimizar el volumen de cobre y reducir el coste de la aparamenta.

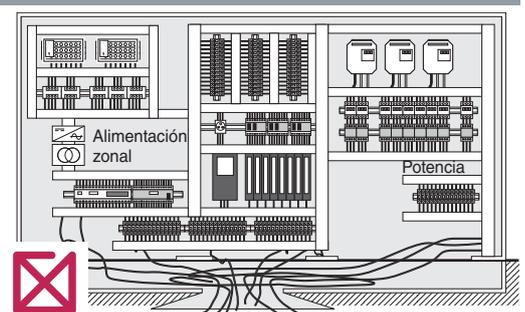
- 3
- Varios aparatos con un elevado nivel de disipación de calor pueden instalarse en la misma columna, siempre que:
- Se respete la temperatura interna máxima (por debajo de las recomendaciones del fabricante)
 - Se respete la capacidad de los embarrados para transportar la corriente asignada (ver las tablas de decalaje)
 - Se alcancen las prestaciones previstas de cada aparato (ver las tablas de decalaje)

IEC 61439-1
Tabla 6

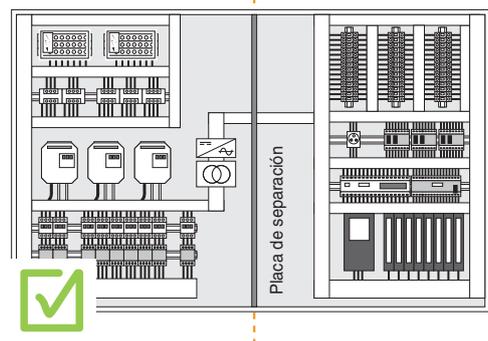
- 4
- Conformidad con los límites de aumento de temperatura recomendados por la norma IEC 61439-1.
- Nota:** Vea el capítulo "Información complementaria - Gestión térmica de un cuadro de distribución".

- 5
- Para evitar funcionamientos incorrectos graves, no debe instalarse aparamenta sensible a posibles aumentos de temperatura (por ejemplo, aparatos de comando/control) junto a otra aparamenta con un nivel de disipación de calor elevado. Se recomienda separar el cuadro de distribución en dos zonas (aparamenta de potencia elevada y aparamenta de potencia baja) para mejorar la eficacia de la instalación.

Ejemplo



Potencia Nivel bajo



Instalación de la aparamenta

Disposición de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Distancia de aislamiento de seguridad

Normas

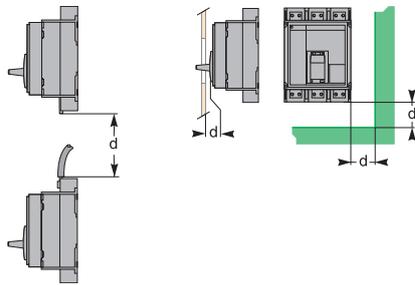
IEC 61439-1
IEC 60947-x

Práctica recomendada

! Sugerencia

Para las tablas con una tensión de funcionamiento elevado de 690 V, es posible que tenga que instalar barreras adicionales para reducir el riesgo de chispas en caso de producirse un cortocircuito.

- 1 Mantenga las distancias de aislamiento de seguridad definidos por el fabricante para cada aparamenta y asegúrese de que funcionan correctamente:
- La distancia mínima entre dos aparatas
 - La distancia mínima de la aparamenta respecto a los componentes de su entorno (marco, placa, etc.)
 - La distancia mínima respecto a las barras en tensión



! Sugerencia

La distancia de aislamiento de seguridad puede reducirse añadiendo una tapa, un cubrebornes, una barrera, etc.

- 2 La distancia de aislamiento de seguridad normalmente lo indica el fabricante en los catálogos o el manual técnico de la aparamenta.

- 3 La distancia de aislamiento de seguridad es una zona en la cual está prohibido realizar las acciones siguientes:
- Direccionar cables que no sean los específicos de la conexión de la propia aparamenta
 - Instalar otra aparamenta

- 4 Conecte la aparamenta con precaución. En especial:
- No deje al descubierto en exceso las barras flexibles y los cables de conexión, para evitar cualquier riesgo de chispas entre las fases en caso de producirse un cortocircuito
 - Coloque los terminales correctamente en las extensiones de conexión
 - Si es necesario, instale barreras, cubrebornes o manguitos aislantes entre cada fase

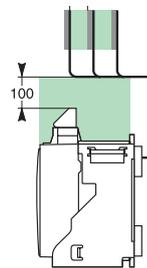


Los manguitos utilizados para marcar los cables no funcionan como aisladores.

Ejemplo

Se han probado y validado las distintas configuraciones de instalación propuestas por **Schneider Electric**. Los interruptores de **Schneider Electric** son todos de clase 2. Por lo tanto pueden colocarse uno al lado de otro sin necesidad de tomar precauciones específicas.

Ejemplo



Ejemplo de distancia de aislamiento de seguridad para un interruptor de la gama Masterpact de aparato fijo: la distancia mínima del aparato respecto a un embarrado descubierto en tensión, para una tensión de funcionamiento inferior a 690 V, es de 100 mm.

Instalación de la aparamenta

Disposición de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Ergonomía

Normas

Práctica recomendada

IEC 61439-1
§ 8.5.5

- 1 Coloque los aparatos de tal modo que las unidades de control (tiradores, botones pulsadores, etc.) estén situadas a una altura entre 0,2 m y 2 m respecto al suelo.

IEC 61439-1
§ 8.5.5

- 2 Deje espacio suficiente adyacente a las conexiones de la borna para permitir la sujeción y la preparación de los conductores (colocación de marcas, engastado de conductores, etc.). Excepto en el caso de los terminales conductores de protección, coloque siempre los terminales al menos a 0,2 m respecto del suelo.

IEC 61439-1
§ 8.5.5

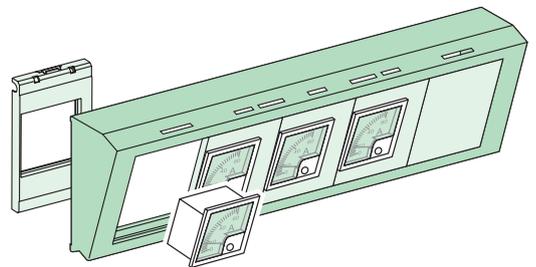
- 3 Coloque la aparamenta de medida que requiera una inspección visual a una altura entre 0,2 m y 2,2 m respecto al suelo. Su posición exacta debe determinarse tras consultarla con el usuario del cuadro de distribución.

IEC 61439-1
§ 8.5.5

- 4 Coloque los botones pulsadores de emergencia de tal manera que siempre estén accesibles y a una altura entre 0,8 m y 1,6 m respecto al suelo.

Ejemplo

Para facilitar la lectura desde el panel frontal, **Schneider Electric** propone visores que permitan una inclinación de 30° de la aparamenta de medida.



Instalación de la aparamenta

Disposición de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Troquelados

Normas

Teoría

IEC 61439-1

1 La norma IEC 61439-1 define los espacios disponibles en los montajes.

Concepto	Definición
Espacio libre	Espacio vacío en una columna
Espacio sin equipar	Parte de una columna que únicamente contiene embarrados
Espacio equipado parcialmente	Parte de una columna con el equipo completo, excepto las unidades funcionales. Se definen por el número de módulos y por el tamaño
Espacio equipado completamente	Parte de una columna equipada completamente con unidades funcionales sin un uso específico asignado

Troquelados

Normas

Práctica recomendada

1 Por regla general, deje espacio libre suficiente para permitir actualizaciones a la instalación. Le recomendamos que deje un 30% de espacio libre.

Instalación de la aparamenta

Disposición de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Capacidad de mantenimiento / Escalabilidad

Normas

IEC 61439

Práctica recomendada

- 1 La disposición de los aparatos debe permitir la realización de las acciones futuras (mantenimiento y escalabilidad del sistema), como:
- Instalación de un circuito auxiliar
 - Adición y sustitución de un aparato de salida
 - Acceso sencillo a puntos de conexión para detectar posibles aumentos de temperatura

Ejemplo



El diseño del sistema, la instalación y la conexión de los aparatos de **Schneider Electric** permiten la realización de todas las acciones de mantenimiento necesarias durante la operativa:

- Un acceso rápido a las unidades de ajuste del aparato gracias a las tapas frontales, que se abren con tornillos de un cuarto de giro
- Integración sencilla de los aparatos
- Sustitución o adición de aparatos de salida facilitada por el uso de accesorios de conexión: repartidores, peines

! Sugerencia

Las acciones de mantenimiento pueden organizarse de dos formas complementarias:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

- 2 No olvide tener en cuenta las restricciones de mantenimiento a partir de la implementación. Consulte los manuales del fabricante para tener en cuenta las restricciones de acceso relacionadas con:
- Los ajustes
 - Las operaciones de mantenimiento correctivo (sustitución del aparato o de un aparato adyacente)
 - Compruebe la cámara de arco del interruptor para el mantenimiento preventivo
 - La sustitución de los componentes (cartuchos, fusibles, etc.)
 - La sustitución de un bobina de contactor
 - Etc.

Instalación de la aparamenta

Montaje de la aparamenta

Ensamblado del cuadro de distribución

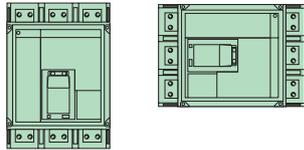
Reglas generales

Normas

IEC 60947-x

Práctica recomendada

- 1** Monte los aparatos siguiendo las instrucciones proporcionadas en los manuales técnicos del fabricante, en conformidad con:
- Las recomendaciones de montaje
 - Las instrucciones de seguridad
 - La dirección de montaje de los aparatos (horizontal o vertical)



IEC 61439-1
§ 8.8 + tabla A1

- 2** Asegúrese de que la sección de los cables del cliente (entrada/salida) sea compatible con la capacidad de las extensiones de conexión de los aparatos en cuestión.

IEC 61439-1
§ 8.3.2

- 3** Instale los aparatos en las placas adecuadas. El montaje en una placa dentro de la columna hace posible garantizar que los aparatos ocuparán el espacio óptimo en el suelo y que funcionarán de forma óptima. En particular, estas placas deben:
- Tener la rigidez suficiente para soportar el peso del aparato y sus conexiones
 - Estar diseñadas e instaladas de tal forma que mantengan las distancias de aislamiento recomendadas por la norma IEC 61439-1 después de la conexión
 - Resistir los efectos de un cortocircuito
 - Permitir la conexión sencilla del aparato
 - Soportar las vibraciones generadas durante un cortocircuito

IEC 61439-1
§ 8.3.2

- 4** Asegúrese de que las unidades de control puedan moverse libremente durante la operativa. Un aparato extraíble no debe:



Bloquear el cierre de la puerta, reducir las distancias de aislamiento por debajo de los límites recomendados por la norma IEC 61439-1 cuando la puerta está cerrada.

Ejemplo

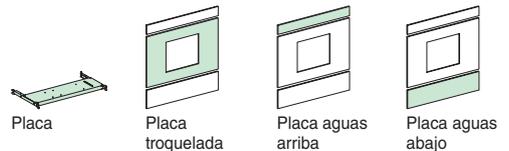
Está prohibido el montaje plano de los contactores.

Ejemplo



Schneider Electric ha desarrollado una unidad funcional alrededor de cada aparamenta que incluya:

- Una placa específica para la instalación de la aparamenta
- Un panel frontal para evitar el acceso directo a las piezas en tensión
- Enlaces prefabricados al embarrado
- Sistemas adecuados para la conexión in situ



Ejemplo

La aparamenta de potencia de **Schneider Electric** se extrae a través del panel frontal. El aparato extraíble no debe evitar que se pueda cerrar la puerta.

Instalación de la aparamenta

Montaje de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Aparamenta montada en puerta

Normas

Práctica recomendada

1 La aparamenta para montar en puerta debe elegirse en función del grado de protección IP de la tabla.
Instale los accesorios necesarios para el mantenimiento del grado de protección IP.

 **Toda la aparamenta montada en puerta no debe reducir el grado de IP original.**

Nota: Vea el contenido del capítulo 2 – "Montaje de las envolventes".

2 La aparamenta montada en puerta (y especialmente los puntos de conexión accesibles cuando la puerta está abierta) deben tener un índice de protección IP superior a IP2X, excepto en los casos con una tensión de funcionamiento que no supere los 50 V.

Nota: Vea el contenido del capítulo 2 – "Montaje de las envolventes".

3 La puerta y su sistema de sujeción (bisagras) deben tener la rigidez necesaria para resistir el peso de la aparamenta.
Mantenga la conformidad con el peso permitido en una puerta. Consulte los manuales de los fabricantes de aparamenta para saber los pesos de la aparamenta y sus restricciones de instalación.

4 Es preferible instalar los aparatos más pesados en el lado de la puerta donde están las bisagras.

5 Asegúrese de que exista una continuidad eléctrica entre el marco y la puerta equipada.

Nota: Vea el contenido del capítulo 2 – "Montaje de las envolventes".

Ejemplo



Voltímetro con tapa

EN 50-298

Instalación de la aparamenta

Montaje de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Aparamenta montada en puerta (continuación)

Normas

Práctica recomendada

- 6** Asegúrese de que los aparatos montados en las puertas no impidan el funcionamiento correcto de otros aparatos instalados dentro del cuadro de distribución.
Compruebe que al cerrar las puertas no se obstruyen los movimientos de las unidades de control del aparato.

IEC 61439-1
§ 8.3.2

- 7** Compruebe que se respetan las distancias de aislamiento mínimas recomendadas por la norma IEC 61439-1.

- 8** Cuando se utiliza una puerta como componente de una forma, debe instalarse un sistema de bloqueo que obligue a abrir la puerta.



Una llave no se considera una herramienta.

Instalación de la aparamenta

Protección contra los contactos directos

Ensamblado del cuadro de distribución

Protección contra los contactos directos

Normas

Práctica recomendada

- 1 Compruebe las instrucciones del fabricante de cara a suministrar los sistemas de protección para instalar alrededor de la aparamenta (barreras, cubrebornes, separadores de fase, etc.) para:
 - Prohibir el acceso a las piezas en tensión
 - Reducir el riesgo de chispas (distancia de aislamiento y distancia de aislamiento de seguridad)

- 2 El trabajo en el interior de un cuadro de distribución en tensión está sujeto a unas normativas. Debe llevarlo a cabo personal cualificado y requiere la instalación de tapas con una rigidez suficiente alrededor de las piezas en tensión. Estas tapas no deben impedir la circulación adecuada de aire alrededor de los aparatos.

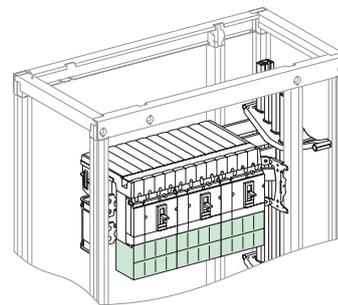
- 3 Para que la seguridad de los operarios sea todavía mayor, la aparamenta puede instalarse tras una placa frontal de protección (que puede desmontarse con una herramienta) dejando únicamente las unidades de control, prueba y ajuste al descubierto.

Ejemplo



Schneider Electric recomienda el uso de cubrebornes para cumplir los requisitos de protección contra los contactos directos.

El uso de cubrebornes puede ser obligatorio en algunas configuraciones de montaje (optimización de los distancias de aislamiento de seguridad, tensión de funcionamiento elevada ≥ 690 V).



Conexión frontal: cubrebornes del aparato

Instalación de la aparamenta

Hoja de comprobación para control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control que se presenta no es exhaustiva.

En ella se enumeran las comprobaciones mínimas necesarias y puede completarse en función de la organización del taller y/o la recurrencia de los defectos detectados.

Comprobaciones mínimas necesarias			
	Puntos de control	Recursos de control	Control personal
☑	> Conformidad de la aparamenta ⁽¹⁾ (colocación del equipo y conformidad del panel frontal)	> Archivo de fabricación	<input type="checkbox"/>
☑	> Operaciones mecánicas	> Guía de la aparamenta	<input type="checkbox"/>
☑	> Accesibilidad de la aparamenta (mantenimiento y operativa)	> Guía de la aparamenta	<input type="checkbox"/>
☑	> Fijación de la aparamenta	> Guía de la aparamenta y el sistema	<input type="checkbox"/>
☑	> Conexión del cliente	> Archivo de fabricación	<input type="checkbox"/>
☑	> Conformidad con las distancias de aislamiento	> Guía de la aparamenta	<input type="checkbox"/>
☑	> Grado de protección IP	> Archivo de fabricación (conformidad IP), guía de instalación	<input type="checkbox"/>

(1) Tipo, calibre, número de polos, accesorios, etc.

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



Objetivos

- ➔ Garantizar que la instalación cumple las especificaciones del proyecto
- ➔ Comprobar que el equipo funciona correctamente
- ➔ Asegurar la sostenibilidad de la instalación
- ➔ Evitar los riesgos de deterioro mecánico
- ➔ Facilitar las conexiones del cliente in situ
- ➔ Asegurar la protección de personas y bienes

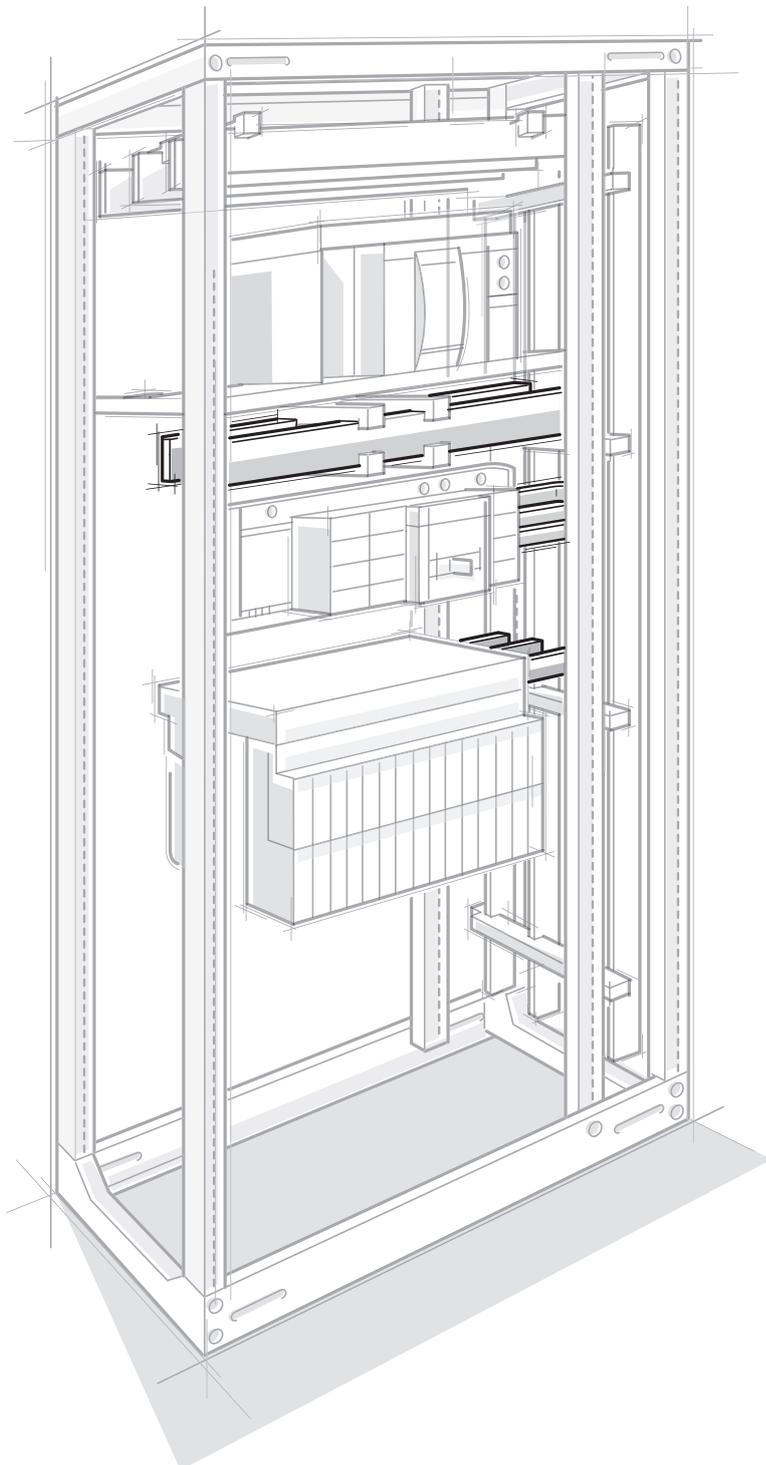




Conexión de potencia

Contenido

Introducción	1/81
Preparación de las barras rígidas	1/84
Conexión de las barras rígidas	1/90
Barras flexibles aisladas	1/94
Conexión con cables	1/106
Conexión a la aparamenta	1/110
Hoja de comprobación para control de calidad	1/113



Conexión de potencia

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

Teoría

1

La conexión de potencia puede obtenerse a través de:

- Barras rígidas (embarrados principales horizontales y verticales, barras de transferencia)
- Barras flexibles aisladas
- Cables

Convencionalmente, los circuitos de potencia se conectan a los conductores con una sección de unos 6 mm².

Los medios de conexión se eligen en función de las características de la aparamenta eléctrica: (potencia eléctrica) y espacio disponible en la columna.

Nota: Ver las guías técnicas o las hojas de datos del fabricante para instalar los conductores adecuados.

2

Todas las conexiones deben estar suficientemente dimensionadas para resistir los esfuerzos térmicos y eléctricos.

No se olvide de tener en cuenta lo siguiente:

- El entorno de instalación (grado de contaminación, temperatura ambiente, etc.)
- El grado de protección IP del cuadro de distribución

La sección del conductor y el tipo de conexión deben determinarse en función de:

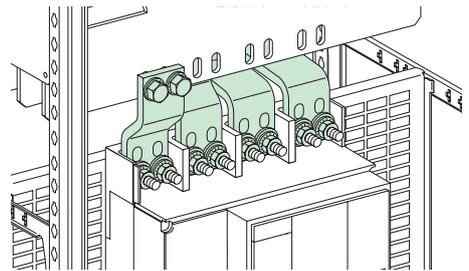
- Las características de la aparamenta que debe conectarse
- La longitud de la conexión
- El entorno térmico de la conexión

Nota: Ver:

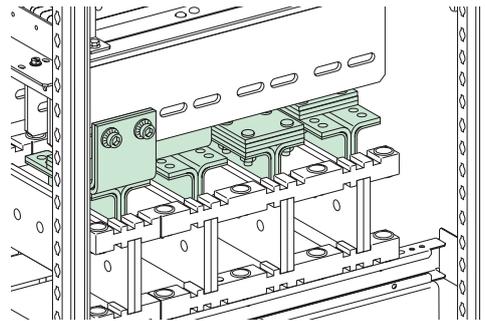
- Las guías técnicas o las hojas de datos del fabricante para dimensionar adecuadamente los conductores
- El capítulo "**Información complementaria – Gestión térmica del cuadro de distribución**"
- El capítulo 2, "**Montaje de las envolventes**"

Ejemplo

Schneider Electric ofrece diversas conexiones prefabricadas para la conexión de embarrados principales y aparatos de entrada y salida. Todas estas conexiones han sido probadas y validadas.



Entrada directamente en el aparato mediante una canalización eléctrica prefabricada



Entrada directamente en los embarrados mediante una canalización eléctrica prefabricada

Conexión de potencia

Introducción (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción (continuación)

Normas

Teoría

Sugerencia

La dimensión adecuada de un embarrado rígido se desarrolla en el capítulo 3 - Juegos de barras de potencia.

3 Los requisitos de creación de embarrados rígidos (corte, punzado, perforación con taladro y torsión) hacen necesario disponer de experiencia real para no debilitar o dañar las características intrínsecas de las barras.

4 Los embarrados rígidos deben montarse siguiendo unas reglas específicas para garantizar la calidad de los contactos eléctricos. La calidad de un contacto eléctrico depende de:

- El estado y el tamaño de las superficies de contacto
- La presión de contacto

5 Las barras flexibles aisladas se utilizan principalmente para dirigir la conexiones entre los embarrados de transferencia y la aparamenta. Su definición e instalación requiere las mismas atenciones que para los embarrados rígidos.

Una elección y/o una instalación incorrecta puede:

- Comportar un aumento de temperatura
- E interrumpir e incluso dañar los aparatos conectados o adyacentes

Conexión de potencia

Introducción (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción (continuación)

Normas

Teoría

- 6 Pueden utilizarse cables para toda conexión de potencia. No obstante, la conexión se hace más difícil tras una potencia determinada, producto de:
- El espacio limitado del interior del cuadro de distribución
 - La sección de cable grande
 - El requisito de radio mínimo de curvatura que debe cumplirse
 - El número de cables a instalar
 - El espacio necesario para los terminales

Conexión de potencia

Preparación de las barras rígidas

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio

Normas

Práctica recomendada

1

Las barras rígidas se forman utilizando:

- Cizallas o sierras de péndulo
- Punzonadoras
- Máquinas de torsión

Verifique siempre que:

- Las máquinas se hayan ajustado correctamente y que no queden espacios libres cuando se utilizan
- Las herramientas estén en buen estado y bien afiladas
- Las herramientas no deformen el juego de barras durante la creación de la forma

Sección de las barras rígidas

Normas

Práctica recomendada

1

Mediciones

Mida la longitud que debe cortarse preferentemente con un tope ajustable.



Si tiene que doblar la barra, defina la longitud de desarrollo sin olvidar tener en cuenta la tolerancia de flexión.

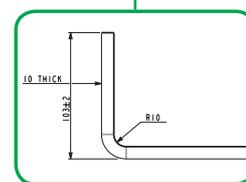
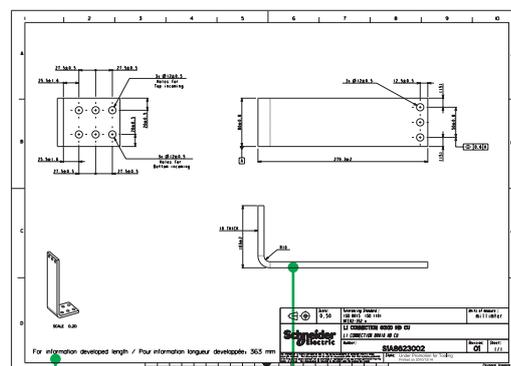
! Sugerencia

Se utiliza un tope ajustable para realizar el corte a la longitud deseada. Facilita la acción de cortar.

Ejemplo



Los planos de barra proporcionados por **Schneider Electric** aportan la longitud desarrollada, y tienen en cuenta la tolerancia de flexión.



For information developed length / Pour information longueur développée: 363 mm

Conexión de potencia

Preparación de las barras rígidas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Sección de las barras rígidas (continuación)

Normas

Práctica recomendada

2 Herramientas necesarias

Corte la barra utilizando una máquina o una herramienta elegida en función de las características de la barra (material, sección). La herramienta de corte debe estar afilada y no debe generar deformaciones de la barra, esfuerzos parásitos o aumentos de temperatura. Asegúrese de que el espacio de trabajo esté limpio.



La acción de serrar produce virutas o limaduras que pueden proyectarse hacia el área adyacente.

Las partículas que se emiten al cortar pueden diseminarse fácilmente a través del calzado y la ropa de los operarios. Por lo tanto, es mejor llevar a cabo esta operación fuera del taller donde se realiza el cableado.

3 Instalación

Instale una guía perpendicular a la herramienta de corte para garantizar que se encuentre alineada y se mantenga en su posición durante la operación de corte. Se utiliza un soporte con rodillos para dejar la barra en el lado opuesto de la herramienta de corte. Se utiliza un segundo soporte con una regla y un tope para cortar la barra a la longitud deseada. Corte la barra limpiamente y sin que queden rebabas. La superficie de la barra debe quedar libre de deformaciones.

El corte debe formar un ángulo mínimo de 90° respecto a la superficie de la barra.

Esta precaución hace que sea posible:

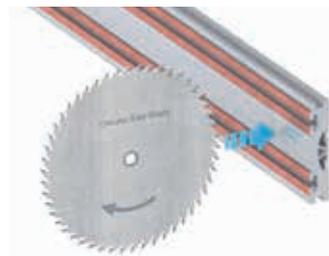
- Mantener una alineación constante de los agujeros durante la perforación
- Evitar la alineación incorrecta de las barras cuando se montan

Si se respetan estas precauciones se facilitará la introducción de la conexión atornillada.

Ejemplo

Barras Linergy LGYE y LGY

Las barras deben cortarse empezando por el lado donde se encuentra el canal de contacto de cobre HVOF.



Tras serrar, compruebe que queden destellos o alteraciones en el canal de contacto de cobre



Limaduras y rebabas: no conforme



Superficies de contacto limpias: conforme

4 Limpieza

Tras serrar, elimine con cuidado todas las rebabas que hayan quedado en los extremos de la barra. Si quedan restos de óxido en las superficies de contacto, se recomienda pulirlas con una bayeta microabrasiva.

Conexión de potencia

Preparación de las barras rígidas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Perforación con taladro o punzón de las barras rígidas

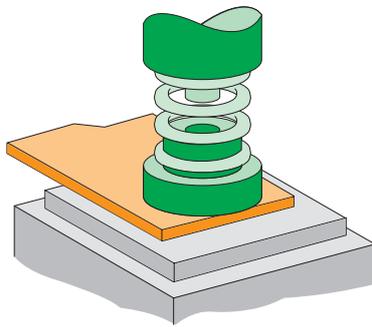
Normas

Práctica recomendada

1

Herramientas necesarias

Es preferible utilizar una punzonadora. La barra debe perforarse con una herramienta adecuada con un soporte de trabajo que permita que la perforación se produzca sin deformar la barra.



La punzonadora debe estar en buen estado y perfectamente afilada. Compruebe con regularidad que el punzón se mantenga afilado y el espacio libre de trabajo del punzón/troquel para evitar que se produzcan rebabas o que se deforme el cobre por deslizamiento.

No obstante, puede utilizar un taladro para realizar el agujero.

Debe utilizar el dispositivo correcto para realizar la sujeción. Este dispositivo debe:

- Guiar el taladro
- Garantizar la seguridad del operario sujetando la barra durante la perforación
- Evitar la deformación de la barra

Conexión de potencia

Preparación de las barras rígidas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Perforación con taladro o punzón de las barras rígidas (continuación)

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

La conexión en línea tiene la ventaja de limitar las zonas que no quedan sujetas a una presión de contacto correcta para garantizar que el vacío existente entre 2 puntos de conexión no pasa a ser una fuente de corrosión ni de aumento de temperatura si existe humedad (FEM de contacto).

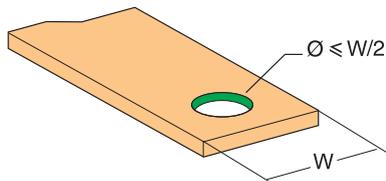
2 Diámetro de perforación

! Respete los planes de taller en relación con las perforaciones (número, diámetro y ubicación).

El diámetro de perforación y el número de agujeros que deben realizarse depende de los cierres utilizados y de la longitud de la barra:

Diámetro de los cierres	Diámetro máximo de perforación (en mm)
M6	7
M8	10
M10	12
M12	14

- El diámetro de perforación siempre debe ser inferior a la mitad de la longitud **W** de la barra



- Para mantener una superficie de contacto suficientemente grande, no perfore los agujeros demasiado cerca de los extremos de la barra, ya que esta acción podría deformar y debilitar la barra, así como reducir la superficie de contacto
- Si es necesario, elimine cuidadosamente todas las rebabas tras la perforación
- Todas las barras con unos agujeros demasiado grandes como resultado de errores de perforación deben desecharse

Ejemplo



✗ Las barras deben desecharse si se producen errores de perforación

Conexión de potencia

Preparación de las barras rígidas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Perforación con taladro o punzón de las barras rígidas (continuación)

Normas

Práctica recomendada

3 **Marcado de las ubicaciones de los agujeros**

Cuando se utilizan máquinas que no tienen controles digitales, debe marcarse y precisarse la ubicación del agujero que debe perforarse:

- Utilice un rotulador. Si utiliza un puntero, tenga cuidado de no deteriorar la superficie de contacto durante el grabado

 **No utilice lápices o marcadores de grafito, especialmente al dibujar o cortar las ubicaciones de perforación en soportes aislantes utilizados para unir las barras entre ellas.**

- Marque la posición de los agujeros de forma muy precisa para evitar posibles dificultades al insertar los tornillos, especialmente cuando el montaje que va a construirse incluye varias barras por fase

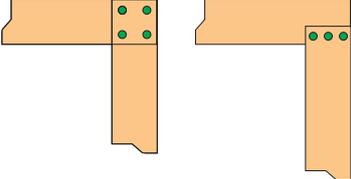
4 **Instalación**

Coloque la barra en una base plana, limpia y no abrasiva. Para facilitar la conexión eléctrica, realice la perforación en una fila:

- De manera que se produzca una distribución de la presión de forma uniforme en toda la superficie de contacto
- De manera que se facilite la inserción y el apriete de las tuercas de los terminales

No obstante, en algunos casos puede ser necesario recubrir completamente las barras para mantener la fuga mínima o cumplir determinadas restricciones de contacto.

Un montaje correctamente diseñado y montado tiene la misma resistencia que un conductor ininterrumpido y no genera un punto caliente.



- Elimine con precaución todas las rebabas sin originar bordes excesivamente biselados. Si el bisel es excesivamente grande, reducirá la superficie de contacto en justa proporción, bajo el supuesto que la presión de contacto óptima se ejerce principalmente alrededor de la cabeza del tornillo

Ejemplo



Dentro de la gama de Prisma, para conectar dos embarrados planos (horizontal-vertical), los puntos de montaje deben colocarse en diagonal y trasladarse de una barra a la otra para mantener la conformidad con la fuga y permitir que se monten en embarrados que ya hayan sido montados.

Conexión de potencia

Preparación de las barras rígidas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Torsión de las barras rígidas

Normas

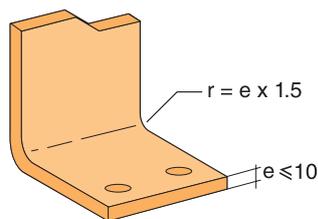
Práctica recomendada

1 Herramientas necesarias

La torsión debe llevarse a cabo con precaución utilizando la herramienta adecuada, de buena calidad y en buen estado. La herramienta no debe poder provocar rasguños o cualquier otro tipo de deformación en la barra que va a torsionarse.

2 Radio de torsión

Por regla general respecto al cobre, debe mantenerse un radio que tenga como mínimo 1,5 veces el grosor de la barra, para evitar posibles roturas o fisuras en la parte posterior de la torsión.



Respecto al aluminio, debe proporcionarse un radio de curvatura que tenga como mínimo el doble del grosor de la barra.

3 Tenga cuidado de no realizar nunca una torsión al nivel de un agujero o cerca del mismo. Esta acción podría debilitar la barra, con el consiguiente riesgo de aumento de temperatura en la parte sometida a torsión.

4 Nunca invierta la torsión de una barra para volver a utilizarla, aunque tenga pensado realizar la nueva torsión en el mismo punto.

5 Tras la torsión

- Compruebe visualmente el estado del cobre (sin fisuras, roturas o desgarros) en la parte torsionada. En caso de duda, los criterios de comprobación se establecen en la norma NF A51-118
- Elimine cualquier rastro de lubricante o grasa y del marcador

Ejemplo

La calidad del cobre (Cu-ETP H12) recomendada por **Schneider Electric** posibilita la realización de la torsión con un radio que sea como mínimo igual al grosor de la barra (5 mm ó 10 mm).

NF A51-118

Conexión de potencia

Conexión de las barras rígidas

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio

Normas

Práctica recomendada

1

La calidad de la conexión de una barra rígida depende de:

- La calidad de los cierres utilizados
- La conformidad con la superficie de contacto
- La limpieza de la superficie de contacto
- La presión de contacto entre las dos barras
- El apriete al par recomendado

Compruebe que:

- Las barras estén alineadas
- Los agujeros de conexión mantengan la conformidad y estén alineados con los agujeros de conexión
- No existan restricciones en los soportes de las barras

En caso de conexión a la apartament, asegúrese de que no existan restricciones en las extensiones de conexión.

Cierres

Normas

Práctica recomendada

1

- Monte las barras de cobre utilizando los tornillos dicromáticos amarillos galvanizados sin engrasar (Zn8C), Clase 8.8
- Elija la dimensión, la calidad y el número de tornillos en función de las dimensiones de las barras que deben conectarse y de la intensidad de la corriente que circula por las barras
- Debe mantenerse la conformidad del número, el diámetro, la distancia del centro y el par de apriete del montaje. Siga las instrucciones que se proporcionan en las guías técnicas del fabricante
- Si es necesario desmontar una conexión tras apretar los cierres, utilice cierres nuevos cuando tenga que volver a realizar el montaje



Conexión de potencia

Conexión de las barras rígidas (continuación)

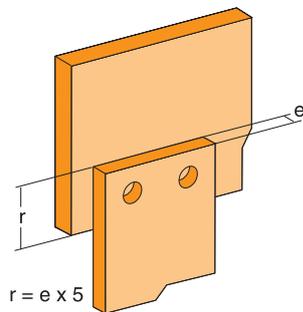
Ensamblado del cuadro de distribución

Superficie de contacto

Normas

Práctica recomendada

- 1** Para las barras de cobre de hasta 10 mm de grosor, puede aplicarse la regla siguiente: la distancia de superposición r debe tener entre 3 y 5 veces el grosor e de la barra secundaria. Esta es una regla general. Su objetivo principal es mantener el mismo aumento de temperatura que en el caso de una barra completa, garantizando a la vez la conexión eléctrica a lo largo del tiempo.



Ejemplo

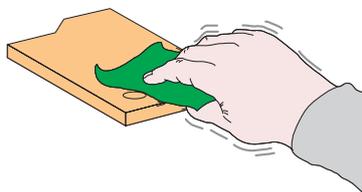
Schneider Electric ofrece soluciones de recubrimiento de las barras. Todas estas conexiones han ido probadas, validadas y optimizadas. Se han ejecutado pruebas tipo en conformidad con la norma IEC 61439-1, así como bajo condiciones extremas que reproducen el envejecimiento del punto de contacto.

- Para las barras de cobre rígidas con un grosor de 10 mm, se ha optimizado un revestimiento equivalente a 4 veces el grosor
- Los embarrados Linergy LGYE y LGY se conectan a embarrados planos utilizando conexiones de cobre prefabricadas y probadas, y ofrecen una superficies de cobertura optimizadas

2 Limpieza de las superficies de contacto

Las superficies de contacto deben estar limpias, secas, lisas y sin rebabas o rasguños importantes y/o restos de óxido.

Utilice alcohol desnaturalizado para eliminar los restos de lubricante o grasa de la barra. Si es necesario, rebaje levemente las superficies de contacto utilizando una bayeta microabrasiva suave, frotando las barras de forma longitudinal.



No utilice productos que necesiten enjuagarse.

Ejemplo

En el caso de las barras Linergy LGYE y LGY de **Schneider Electric**, ya no es necesario rebajar las superficies de contacto. Su superficie rugosa y dura garantiza la calidad de la conexión eléctrica debido a la multiplicación de puntos de contacto.

Conexión de potencia

Conexión de las barras rígidas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Presión de contacto

Normas

Práctica recomendada

1

La presión de contacto depende de:

- El número de puntos de apriete
- El tipo de cierres utilizados (calidad, diámetro)
- El par de apriete aplicado a los cierres

Adapte el número de puntos de apriete de la barra al tamaño de la superficie de contacto, bajo el supuesto que la presión de contacto óptima se ejerce principalmente alrededor de la cabeza del tornillo.

2

Durante el montaje, compruebe la posición de las barras entre ellas, así como la alineación de los agujeros.

3

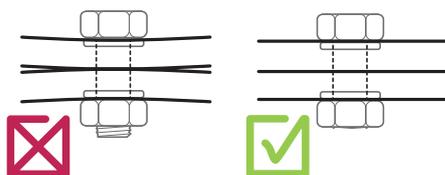
Utilice una llave dinamométrica para garantizar la presión de contacto. El par de apriete depende del diámetro y la calidad de los tornillos.



Deben respetar escrupulosamente los valores de par de apriete que deben aplicarse.

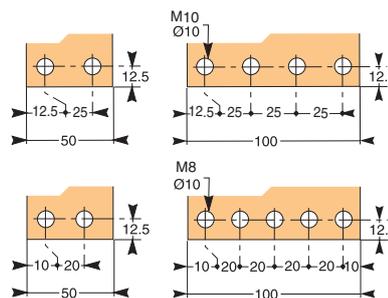
Precaución: un par de apriete excesivo o un número insuficiente de puntos de apriete pueden suponer:

- Un deslizamiento en las barras, que conducirá a una distribución desigual de la presión de contacto
- Un aumento de temperatura anómalo de la conexión
- La superación del límite de elasticidad del tornillo y el riesgo consiguiente de elongación de la cabeza del tornillo, o incluso su rotura



Ejemplo

Schneider Electric ha definido diversos puntos de apriete en la fila de una barra secundaria, con cierres M8 o M10. La calidad de la conexión eléctrica obtenida con los tornillos de Clase 8.8 se ha probado y validado mediante pruebas de laboratorio.



Conexión de potencia

Conexión de las barras rígidas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conformidad del montaje

Normas

Práctica recomendada

- 1 Tras apretar el par, el operario debe aplicar un barniz acrílico tintado que sea indeleble y resistente al calor. Esto significa que ha llevado a cabo una comprobación personal completa del montaje, es decir, que ha verificado y validado:
- Las características de los tornillos utilizados
 - La conformidad del montaje (superficies de contacto, dirección de las arandelas, etc.)
 - La longitud de los tornillos

La fijación de esta marca certifica que se ha llevado a cabo la comprobación personal. El uso de barniz también posibilita la identificación de cualquier pieza aflojada.



No ajuste el apriete después de aplicar barniz al tornillo. Si debe desmontarse el montaje, sustituya los tornillos por tornillos nuevos.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas

Ensamblado del cuadro de distribución

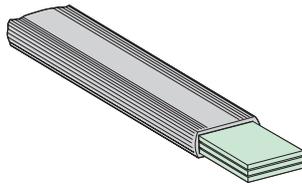
Principio

Normas

Teoría

1 Las barras flexibles aisladas se utilizan principalmente para dirigir la conexiones entre los embarrados de transferencia y la aparamenta. Hacen posible la adaptación sencilla a todas las configuraciones. No obstante, pueden ser difíciles de instalar y pueden requerir precauciones especiales.

2 Las barras flexibles aisladas están hechas a partir de un conjunto de láminas de cobre, cuya durabilidad queda protegida por un aislador especial o un aislador de silicona libre de elementos halógenos.



La calidad del aislador es un factor clave que caracteriza la barra flexible aislada. Las barras flexibles aisladas están sometidas a esfuerzos durante la instalación. Un aislador alterado o dañado puede comprometer la integridad de la barra.

3 Las barras flexibles aisladas tienen las ventajas siguientes por encima de los cables:

- Una mayor resistencia térmica del aislador (barra flexible aislada 125 °C, cable 105 °C)
- Una mayor superficie de intercambio y por lo tanto una mayor disipación de calor
- Para las secciones equivalentes, un calibre de intensidad superior al de los cables y las barras rígidas
- Una limitación de las corrientes parásitas gracias a su estructura laminar
- Una mayor rigidez que proporciona una mejor resistencia electrodinámica a las corrientes de cortocircuito
- Ninguna pieza intermedia (terminales) lo cual significa que existe una conexión directa entre el dispositivo y los embarrados, lo cual comporta menos aumentos de temperatura y riesgos de errores
- Una implementación rápida de las conexiones prefabricadas de referencia, ya cortadas a la longitud deseada, preformadas y perforadas

Ejemplo

Respecto al nivel de corriente (normalmente por encima de 125 A), **Schneider Electric** recomienda el uso de barras flexibles aisladas. Esto es debido a que las corrientes de esta magnitud requieren el uso de cables con secciones grandes que son más difíciles de instalar en el interior de un cuadro de distribución, debido a:

- El radio mínimo de curvatura y el tamaño de los terminales, que requieren un mayor espacio disponible en el interior de la columna
- La necesidad de utilizar terminales de conexión

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio (continuación)

Normas

Teoría

IEC 60332-1

- 4 Las barras flexibles aisladas deben cumplir los requisitos de la norma IEC 60332-1, garantizando en particular:
- Las características eléctricas del núcleo conductor
 - La resistencia térmica y frente a incendios del aislador

- 5  **Nunca** utilice barras flexibles aisladas para crear un juego de barras de potencia principal o conexiones entre los embarrados.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Sección de las barras flexibles aisladas

Normas

Práctica recomendada

IEC 61439-1

- 1** La sección de las barras flexibles aisladas depende de las condiciones de uso y la instalación. Para obtener un cuadro de distribución que mantenga la conformidad con la norma IEC 61439-1, la sección debe elegirse en función de:
- Las características del cuadro de distribución en el cual debe realizarse la conexión (potencia disipada, instalación vertical u horizontal, aparato fijo o extraíble, aumento de temperatura generado por el aparato)
 - La longitud de la barra necesaria
 - La instalación del entorno o el dispositivo que debe conectarse (posición en la envolvente, dimensiones del resto de circuitos, temperatura ambiente alrededor del cuadro de distribución, sistema de ventilación del cuadro de distribución, factor de diversidad (RDF))



Deben seguirse estrictamente las instrucciones proporcionadas por el fabricante de la aparata.

Un dimensionamiento incorrecto puede comportar unos aumentos de temperatura incompatibles con los aisladores y puede interrumpir o incluso deteriorar los aparatos conectados o adyacentes.

Ejemplo



Las barras flexibles aisladas de **Schneider Electric** han sido probadas en entornos de compatibilidad con un cuadro de distribución. Tienen en consideración la arquitectura del cuadro de distribución en situaciones en las que a menudo se encuentran cerca de un aparato de protección (interruptor o fusible) que disipa calor.

Se ha creado una tabla con las opciones de referencia por tipo de aparato, a partir de los conocimientos adquiridos sobre el cuadro de distribución y la arquitectura de la aparata de conexión.

- Barras flexibles de cobre L = 1800 mm bajo cubierta aislante
- Tensión nominal de aislamiento: $U_i = 1000 \text{ V}$

Las secciones de barra flexible que se presentan a continuación tienen en cuenta los aumentos de temperatura debidos a la potencia disipada de los aparatos **Schneider Electric** en un cuadro de distribución Prisma Plus.

Conexión entre aparatos y juegos de barras

Las barras flexibles se determinan teniendo en cuenta la aparata conectada, independientemente de la temperatura interna del cuadro de distribución.

Las secciones de barra señaladas a continuación tienen en consideración las curvas de decalaje de los aparatos.

Aparato	Sección (mm)
NSX100	20 × 2
NSX160/250	20 × 3 ⁽¹⁾
NSX400	32 × 5
NSX630	32 × 8
INS125/160	20 × 2
INS250	20 × 3
INS400	32 × 5
INS630	32 × 6
Bloque de distribución Linergy FM, 200 A	20 × 3
Bloque de distribución Linergy FC, 3P ⁽²⁾	32 × 8
Bloque de distribución Linergy FC, 4P ⁽²⁾	32 × 8
Fupact 250	24 × 5
Fupact 400	32 × 5
Fupact 630	32 × 8

⁽¹⁾ Para conectar un interruptor Compact NSX250 a embarrados Linergy BW, utilice una barra flexible con una sección de 24 × 5 mm (ref. 04746).

⁽²⁾ La conexión de un bloque de distribución Linergy FC mediante barras flexibles aisladas no es compatible con la compartimentación de forma 2 (ref. 04922).

Conexión entre juegos de barras

Las barras flexibles diseñadas para la conexión entre embarrados tienen en consideración las características siguientes:

- Una temperatura máxima de 60 °C en el interior del cuadro de distribución, que corresponde a la temperatura media en el interior del cuadro de distribución cuando la temperatura ambiente adyacente al cuadro de distribución es de 35 °C.
- Una temperatura soportable máxima para el aislador de 125 °C

le máxima (A)	Sección (mm)
200	20 × 2
250	20 × 3
400	24 × 5
520	32 × 5
580	32 × 6
660	32 × 8

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Sección de las barras flexibles aisladas (continuación)

Normas

Práctica recomendada

2

La temperatura soportable del aislador de la barra flexible normalmente es de 125 °C. Si únicamente es de 105 °C, utilice una barra flexible con la sección superior siguiente.

3

Las barras flexibles aisladas se forman utilizando:

- Cizallas o sierras de péndulo
- Punzonadoras

Verifique siempre que:

- La máquina se haya ajustado correctamente y que no queden espacios libres cuando se utilizan
- Las herramientas estén en buen estado y bien afiladas
- Las herramientas no deformen el juego de barras durante la creación de la forma



La deformación durante la creación de las formas puede suponer la alteración de las superficies de contacto y del aislador.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

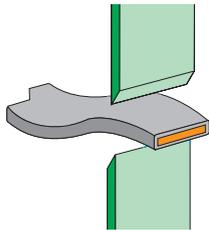
Corte de las barras flexibles aisladas

Normas

Práctica recomendada

1 Herramientas necesarias

Corte la barra flexible preferentemente mediante cizallas para garantizar un corte limpio sin rebabas.



La herramienta de corte debe estar afilada y no debe generar deformaciones de la barra, esfuerzos parásitos o aumentos de temperatura.

2 Mediciones

Defina la longitud de la barra que debe cortarse y añada algunos centímetros para tener en cuenta la necesidad de liberar el extremo de la barra tras la torsión.

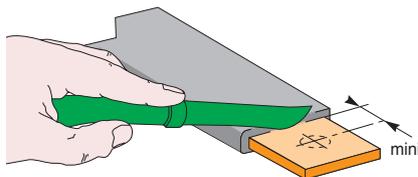
3 Tenga cuidado de no dañar el aislador durante la acción de corte.

Desguarnecimiento de las barras flexibles aisladas

Normas

Práctica recomendada

1 Efectúe el desguarnecimiento de una barra flexible utilizando una herramienta específica o una herramienta afilada lo más cerca posible del punto de conexión para limitar la parte descubierta en tensión.



 Asegúrese de no dañar las capas de la barra para evitar que se originen roturas incipientes.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

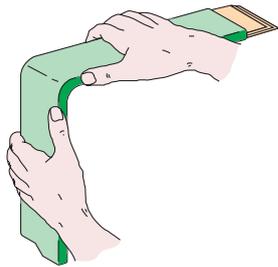
Ensamblado del cuadro de distribución

Torsión de las barras flexibles aisladas

Normas

Práctica recomendada

- 1 Doble las barras flexibles con las manos, para no dañar el aislador.



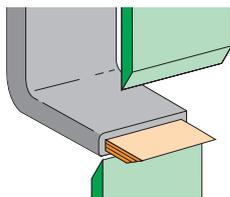
El radio de curvatura debe ser al menos equivalente al grosor de la barra.



No intente enderezar una barra flexible con un martillo o un mazo.

- 2 Si es posible, prepare la torsión en una dirección con una torsión en dirección contraria para limitar el desplazamiento relativo de las capas.

- 3 **Tras crear la forma**, utilice cizallas para liberar las capas desplazadas entre sí durante la torsión.



Las cizallas deben permitir que el corte quede limpio, sin rebabas. Si es posible, deben reservarse para este uso.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Perforación con taladro o punzón de las barras flexibles aisladas

Normas

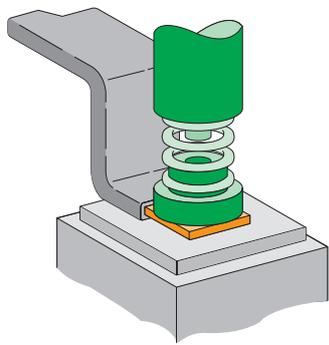
Práctica recomendada

Sugerencia

La perforación con el taladro o el punzón debe realizarse después de la torsión.

1 Herramientas necesarias

Es preferible utilizar una punzonadora. La barra flexible se perfora mediante una herramienta adecuada con un soporte de trabajo para obtener un corte limpio y evitar que se produzcan restos afilados al retirar el punzón. Esta debe ser la técnica preferente porque crea poca deformación y no genera limaduras.



La punzonadora debe estar en buen estado y perfectamente afilada.

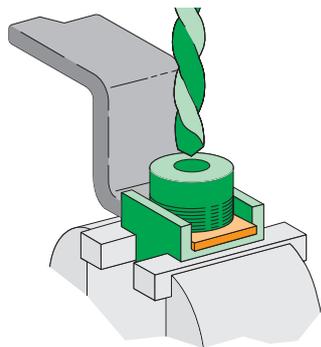
Compruebe con regularidad que el punzón se mantenga afilado y compruebe el espacio libre de trabajo del punzón/troquel para evitar que se produzcan rebabas o que se deforme el cobre por deslizamiento.

No obstante, puede utilizar un taladro para realizar el agujero. Esta es una técnica delicada.

Debe utilizar el dispositivo correcto para realizar la sujeción.

Este dispositivo debe:

- Guiar el taladro
- Garantizar la seguridad del operario sujetando la barra durante la perforación
- Comprimir las capas para evitar que queden restos de limaduras entre ellas
- Evitar la deformación de las capas



Asegúrese de que no se insertan rebabas de limaduras entre las capas de cobre de la barra flexible aislada.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Perforación con taladro o punzón de las barras flexibles aisladas (continuación)

Normas

Práctica recomendada

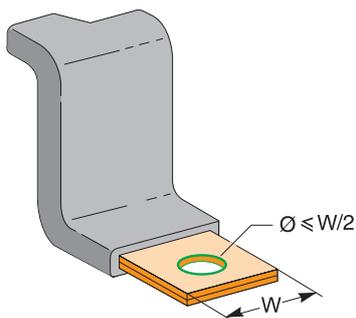
2

Diámetro de perforación

- El diámetro de perforación depende de los tornillos utilizados y de la longitud de la barra:

Diámetro de los tornillos	Diámetro máximo de perforación (en mm)
M6	7
M8	10
M10	12
M12	14

- El diámetro del agujero siempre debe ser inferior a la mitad de la longitud W de la barra



- Centre la perforación
- Todas las barras con unos agujeros demasiado grandes como resultado de errores de perforación deben desecharse

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conexión de las barras flexibles aisladas

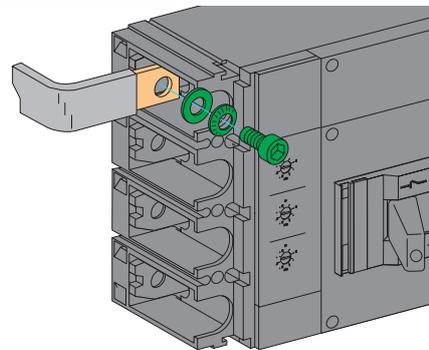
Normas

Práctica recomendada

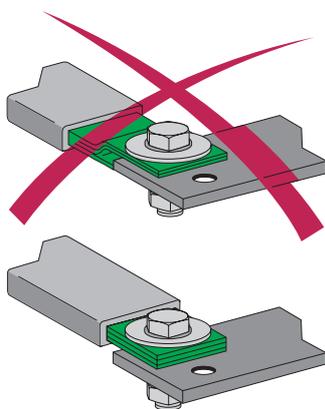
- 1 Para conectar una barra flexible a una barra de cobre, mantenga la conformidad con las reglas de conexión.

- 2 Para conectar una barra flexible a la placa de conexión de un aparato:
 - Utilice los cierres que se suministran con el aparato
 - Siga las reglas de conexión
 - Debe aplicar el par de apriete recomendado en el manual técnico del aparato
 - Compruebe que la longitud del tornillo sea suficiente si utiliza una arandela demasiado gruesa (≥ 2 mm). Lea el manual técnico del aparato

Ejemplo



- 3 Al realizar el apriete, asegúrese de:
 - No separar las capas de la barra flexible durante la conexión



- No pellizcar el aislador

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

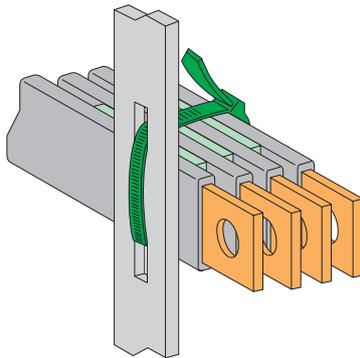
Ensamblado del cuadro de distribución

Conexión de las barras flexibles aisladas (continuación)

Normas

Práctica recomendada

4 Si las barras flexibles están en una pila, cree un paquete independiente para cada fase: N, L1, L2 y L3. Para permitir la ventilación correcta de las barras flexibles aisladas, inserte una cuña aislante y autoextinguible entre cada barra, a nivel de la brida.



! Sugerencia

Las fuerzas electrodinámicas ejercidas durante un cortocircuito son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente pico.

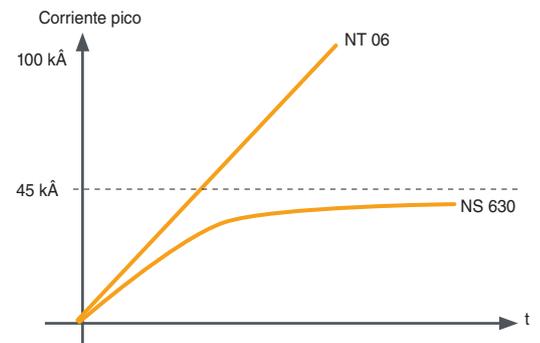
Ejemplo: si la corriente pico se multiplica por 5, las fuerzas electrodinámicas se multiplican por 25.

5 **!** **Nunca** utilice barras flexibles para transferir conexiones entre un aparato no limitador y un embarrado por encima de una corriente asignada de 630 A.

La corriente pico admisible máxima debe ser inferior a 45 kÅ.

Ejemplo

Schneider Electric prohíbe el uso de barras flexibles aisladas para la conexión de dispositivos Masterpact NT06.



Los aparatos de la gama NT 06 son aparatos no limitadores, es decir, permiten el paso de una corriente pico de hasta 100 kÅ. Por lo tanto, se prohíbe el uso de barras flexibles. Por contra, los aparatos de la gama NS630 limitan la corriente pico a 43 kÅ. Por lo tanto, el uso de barras flexibles está permitido.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Sujeción de las barras flexibles aisladas

Normas

Práctica recomendada

1 Tras la conexión, sujete las barras flexibles con firmeza a los soportes **aislantes**, que ya están sujetos cada 400 mm en el marco de la envolvente.



Está **prohibido** sujetar las barras en soportes metálicos.

2 Utilice las bridas adecuadas para sujetar las barras flexibles. Estas bridas deben:

- Tener una longitud mínima de 9 mm
- Ser capaces de soportar una carga de 80 kilos

No utilice bridas demasiado delgadas o con poca resistencia mecánica, ya que podrían dañarse en caso de producirse un cortocircuito.

3 No sujete las barras flexibles en ángulos afilados, para no dañar el aislador.

Conexión de potencia

Barras flexibles aisladas (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Sujeción de las barras flexibles aisladas (continuación)

Normas

Práctica recomendada

4 Distancia máxima entre soportes y bridas.



Las distancias recomendadas entre las bridas deben respetarse **escrupulosamente**. Estas distancias dependen de la corriente de cortocircuito presumible del cuadro de distribución. Las distintas tablas que se proporcionan a continuación incluyen las distancias máximas que deben mantenerse entre los soportes, en función de lo siguiente:

- Gamas disponibles
- Prestaciones electrodinámicas
- Sección de los juegos de barras

Nota: estas cifras tienen como objetivo orientar a los diseñadores de las configuraciones no descritas o incluidas en los catálogos.

Barras flexibles aisladas con aparatos:

Tipo de aparato		Icc presumible		
		N 50 kA	H 70 kA	S 100 kA
NSX100	Ipk	19 kA	22 kA	24 kA
	distancia máxima	350	260	220
NSX160	Ipk	19 kA	22 kA	24 kA
	distancia máxima	350	260	220
NSX250	Ipk	21 kA	24 kA	26 kA
	distancia máxima	280	210	180
NSX 400	Ipk	32 kA	36 kA	42 kA
	distancia máxima	150	120	90
NSX 630	Ipk	37 kA	42 kA	47 kA
	distancia máxima	110	90	55

Tabla Prisma:

Barras de 5 mm de grosor							Barras de 10 mm de grosor														
N.º de barras	Dim. (mm)	Icw en kA/1 s					N.º de barras	Dim. (mm)	Icw en kA/1 s												
		15	25	30	40	50			25	30	40	50	60	65	75	85	100				
1	60 × 5	800	450	400	300		1b	50 × 10	850	700	500	400	300	250							
	80 × 5	950	550	450	350	250		60 × 10	950	800	600	450	300	250	200						
2	60 × 5	1100	650	550	400	300	2b	80 × 10	1100	950	700	500	350	300	200						
	80 × 5	1300	800	650	500	400		50 × 10	750	650	450	350	300	250							
								60 × 10	850	700	550	400	350	300	250	250	200				
								80 × 10	1050	900	650	500	450	400	350	300	200				
								100 × 10	1250	1050	800	600	500	450	400	350	250				
								120 × 10	1450	1200	900	700	600	550	450	350	250				

Conexión de potencia

Conexión con cables

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio

Normas

Teoría

- 1 Pueden utilizarse cables para toda conexión de potencia.
No obstante, la conexión se hace más difícil tras una potencia determinada, producto de:
 - La sección de cable grande
 - El requisito de radio mínimo de curvatura que debe cumplirse
 - El volumen disponible interno de un cuadro de distribución
 - El número de conductores

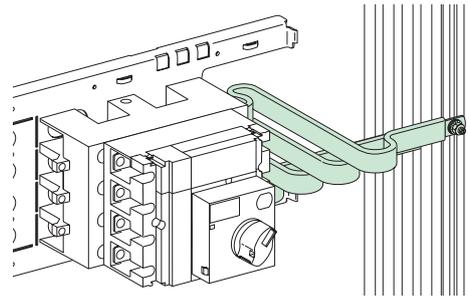
- 2 Convencionalmente, los circuitos de potencia utilizan cables con una sección superior por encima de 6 mm².
Las conexiones de los cables (sección del conductor, tipo de conexión) deben definirse en función de:
 - Las características de la aparata que debe conectarse
 - La longitud de la conexión
 - El entorno térmico de la conexión

- 3 Los cables deben prepararse utilizando herramientas o máquinas en buen estado de funcionamiento y que estén calibradas correctamente.
Deben conectarse siguiendo las buenas prácticas comerciales para evitar cualquier riesgo de aumento de temperatura y/o deterioro de los aparatos.

Ejemplo



Si se superan los 125 A, **Schneider Electric** recomienda el uso de barras flexibles de aislamiento en lugar de cables para conectar los embarrados de distribución a los aparatos.



Conexión de potencia

Conexión con cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas generales de direccionamiento

📄 Normas

👉 Práctica recomendada

- 1** Los cables de potencia pueden direccionarse por el interior del cuadro de distribución utilizando:
- Grupos de cables
 - Una instalación individual
- No coloque los cables de potencia en tubos o bridas.

- 2** No dirija los cables entre los embarrados de potencia o demasiado cerca de ellos, para evitar un aumento de temperatura y un posible deterioro del aislador.

- 3** Para evitar cualquier riesgo de daños o cortes en el manguito aislante:
- No dirija los cables en piezas con ángulos afilados
 - Los cables direccionados a través de un agujero de una lámina deben protegerse con prensaestopas, juntas, anillas de plástico, etc.

! Sugerencia

Una cubierta aislante dañada aumenta el riesgo de chispas y, por consiguiente, de que se produzca un cortocircuito.

! Sugerencia

Resulta fundamental mantener la conformidad con el radio de curvatura admisible de cada tipo de cable.

- 4** Mantenga la conformidad con las reglas de cableado generales.

👉 Ejemplo



Se utilizan prensaestopas para proteger los cables del agujero de la lámina.

Conexión de potencia

Conexión con cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Agrupaciones de cables

Normas

Práctica recomendada

1 El número de cables permitido por grupo depende de la sección de los cables.

Sección de los cables	Número máximo de cables por grupo
$\leq 10 \text{ mm}^2$	8
De 16 a 35 mm^2	4

Deben ensamblarse antes de ser sujetos a su soporte.

2 Elija unas bridas adaptadas al grupo de cables que se va a agrupar. Estas bridas deben:

- Tener la resistencia mecánica suficiente para mantener los cables sujetos en caso de producirse un cortocircuito
- Tener una longitud adaptada a la circunferencia del hilo de sujeción
- Tener la anchura suficiente para no dañar el manguito aislante de los cables

Distancia del centro recomendada en función del diámetro del grupo de cables:

Diámetro D del grupo de cables (en mm)	Distancia L entre bridas	
	Mín. (en mm)	Máx. (en mm)
< 20	60	120
Entre 20 y 30	70	140
Entre 31 y 45	90	180
Entre 46 y 75	125	200

3 Nunca pase un grupo de cables en contacto con otro o entre conductores de un juego de barras de potencia, para evitar aumentos de temperatura y daños en los aisladores.

Conexión de potencia

Conexión con cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Sujeción de los cables de potencia

Normas

Práctica recomendada

- 1** Debe sujetar los cables de potencia en soportes para garantizar que permanezcan en su posición en caso de producirse un cortocircuito. Coloque un número suficiente de bridas para garantizar que los cables quedan situados adecuadamente. La distancia entre bridas depende de las fuerzas electromagnéticas que se produzcan en caso de cortocircuito y del tipo de brida que se utilice.

Distancia recomendada entre bridas:

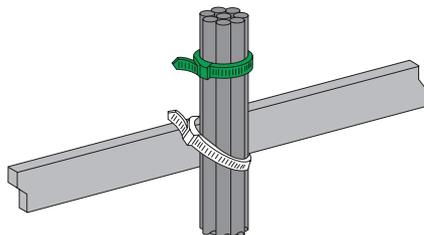
Tipo de brida	Máx. I _{pk} (kA)	Distancia entre bridas (en mm)
Anchura: 4,5 mm Carga: 22 kg	10	200
	15	100
	20	50
Anchura: 9 mm Carga: 80 kg	20	350
	25	200
	35	100
	45	70

Las bridas deben instalarse lo más cerca posible de los puntos de conexión de los cables.

! Sugerencia

Los cables que cumplen los requisitos de clase 2 son cables con tensiones de funcionamiento inferiores a la mitad de su tensión de aislamiento.

- 2**
- Si los cables no cumplen los requisitos de clase 2, sujete los cables a los soportes de aislamiento. Si existen soportes metálicos, inserte una cuña aislante entre el cable y cada uno de los soportes metálicos



- Si los cables cumplen los requisitos de clase 2, puede sujetarlos directamente a los soportes metálicos

Ejemplo

Los cables con una tensión de aislamiento de 1000 V cumplen los requisitos de clase 2 si se utilizan en un cuadro de distribución con una tensión de funcionamiento de 500 V. Pueden sujetarse directamente a las barras-brida de cable metálicas.

Conexión de potencia

Conexión a la aparamenta

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas generales

Normas

Práctica recomendada

1

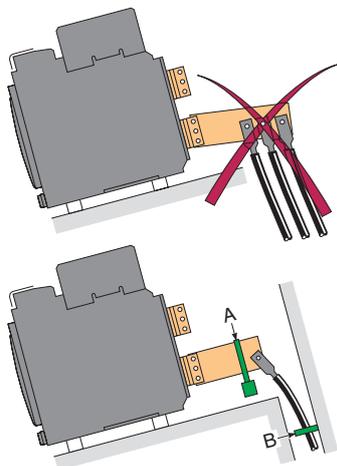


Mantenga la conformidad con las longitudes de los tornillos recomendadas por el fabricante para la sujeción de un terminal o una barra flexible a la placa de conexión de un aparato.

- Si la longitud es demasiado corta, el apriete no será eficaz
- Si la longitud es demasiado larga, existe el riesgo de dañar la parte inferior de la jaula, lo cual supondría la no conformidad con las distancias de aislamiento de la parte posterior del aparato

2

Asegúrese de que las conexiones no ejerzan un estiramiento de las placas de conexión de la aparamenta. Ningún conductor conectado a la aparamenta o a un embarrado debe, bajo ningún concepto, generar esfuerzos mecánicos como consecuencia de sus fuerzas electrodinámicas o de su instalación. Proporcione soportes (A) y bridas de sujeción (B) para evitar unos esfuerzos mecánicos excesivos en las placas de conexión de los aparatos.



Utilice preferentemente extensiones en vertical para reducir los aumentos de temperatura en las conexiones.

3

Debe mantener la conformidad con los pares de apriete que deben aplicarse en las placas de la aparamenta.

Conexión de potencia

Conexión a la aparamenta (continuación)

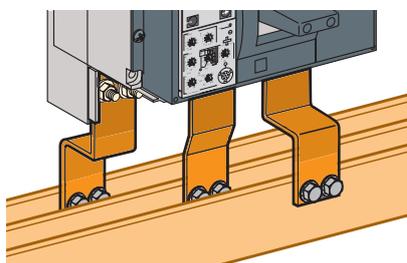
Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas generales (continuación)

Normas

Práctica recomendada

- 4 Las barras de transferencia deben tener una sección mayor que la recomendada en las tablas de cálculo de los embarrados, para permitir:
- Aumentos de temperatura en los puntos de conexión al aparato
 - Decalaje a causa de la orientación de las barras (barras en vertical o planas)



- 5 Para garantizar que se respetan las distancias de aislamiento, coloque separadores de fase entre cada una de las fases de conexión de potencia.

IEC 61439-1

Ejemplo

Schneider Electric recomienda los coeficientes de decalaje siguientes en relación con los embarrados de distribución:

- 0,85 para los embarrados de transferencia en vertical
- 0,75 para los embarrados de transferencia planos

Ejemplo



Conexión de potencia

Hoja de comprobación para control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control que se presenta no es exhaustiva.

En ella se enumeran las comprobaciones mínimas necesarias y puede completarse en función de la organización del taller y/o la recurrencia de los defectos detectados.

Comprobaciones mínimas necesarias 		
Puntos de control	Recursos de control	Control personal
<input checked="" type="checkbox"/> > Cumplimiento de las secciones del conductor	> Documentación técnica	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Método de instalación y sujeción de los conductores	> Guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Características de los cables (por ejemplo, 1000 V, 105 °C)	> Requisitos del cliente (especificaciones)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Calidad de la conexión de potencia ⁽¹⁾	> Guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Par de apriete adecuado	> Llave dinamométrica, guía de la aparata, guía de instalación	<input type="checkbox"/>

(1) Estado de la superficie, perforación, conformidad de los cierres, barnizado, etc.

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla

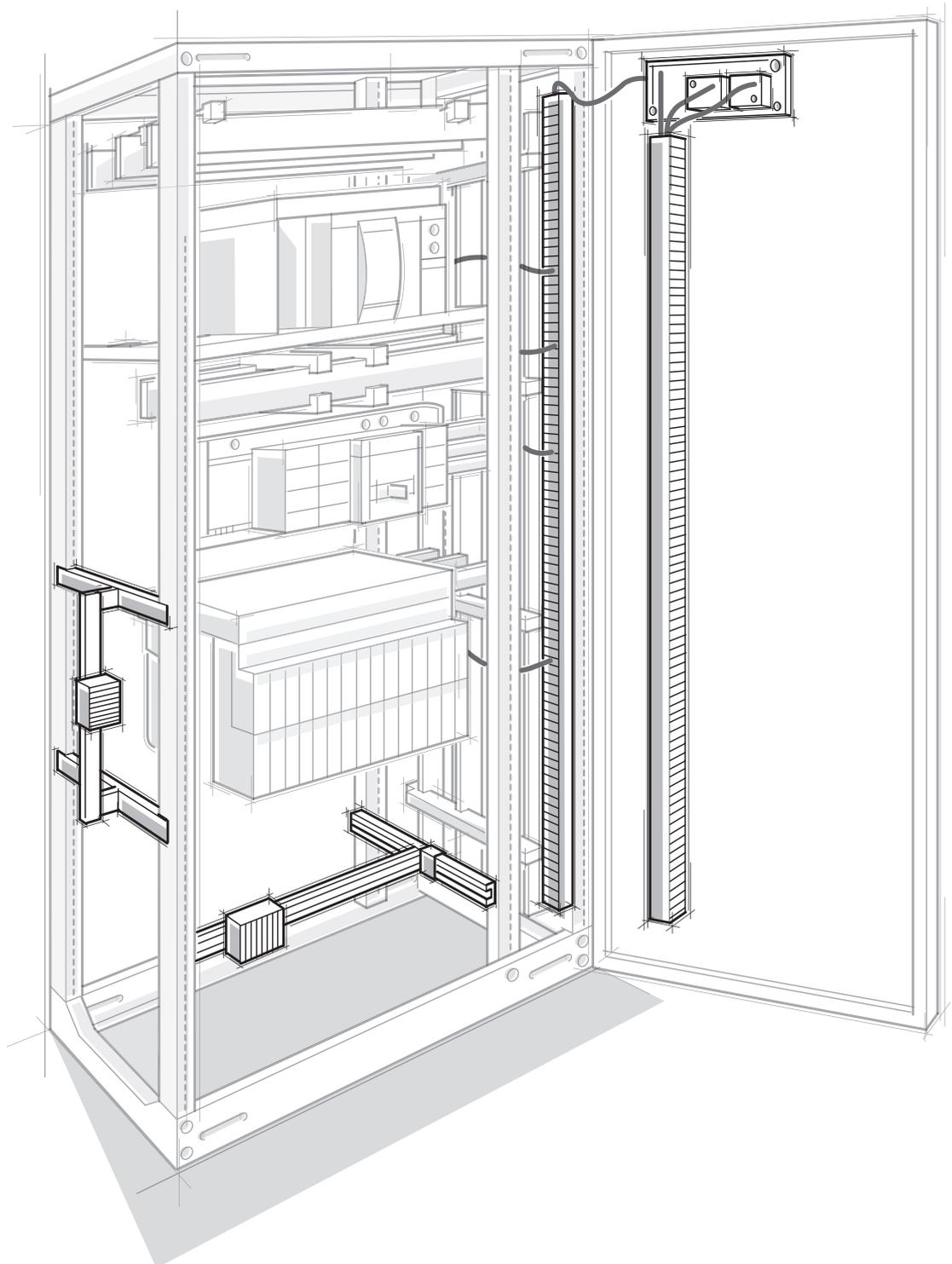




Circuitos auxiliares y de baja potencia

Contenido

Introducción	1/115
Direccionamiento de los cables	1/117
Conexiones	1/124
Circuitos de comunicación	1/126
Utilización de toroidales	1/147
Hoja de comprobación para control de calidad	1/149



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

Teoría

1

Los circuitos auxiliares y de baja potencia son:

- **Circuitos de supervisión y control:** suministros de alimentación auxiliar, relés, bobinas de contactor, interruptores de control remoto, entradas/salidas de autómatas programables (PLC)
- **Circuitos de comunicación:** red Ethernet, RTU, Modbus, DeviceNet, Canopen

2

Convencionalmente, los circuitos auxiliares y de baja potencia utilizan cables con secciones inferiores a 6 mm².

La sección del conductor y el tipo de conexión deben determinarse en función de:

- Las características de la aparamenta que debe conectarse
- La longitud de la conexión
- El entorno térmico de los conductores

3

Los cables internos del cuadro de distribución pueden direccionarse utilizando:

- Conductos
- Bridas
- Grupos de cables
- Una instalación individual

Los conductos y las bridas deben utilizarse preferentemente cuando existe un número elevado de circuitos auxiliares. Esta opción aporta las ventajas siguientes:

- Una mayor eficacia en términos de transferencias térmicas
- Una protección mecánica mejorada de los cables
- Una mayor facilidad de instalación
- Un cableado más rápido
- Una escalabilidad excelente (facilidad de recambio y mantenimiento)

Por contra, cuando hay pocos cables para conectar, puede resultar más recomendable, desde el punto de vista económico, agrupar los cables.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Introducción (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción (continuación)

Normas

Teoría

4 Los cables deben prepararse utilizando herramientas o máquinas en buen estado de funcionamiento que estén calibradas correctamente. Deben conectarse siguiendo las buenas prácticas comerciales para evitar cualquier riesgo de aumento de temperatura que pueda ocasionar daños graves.

Nota: Vea el apartado "**Conexiones**" de este capítulo.

5 Dada su sensibilidad a los disturbios electromagnéticos, la aparamenta de comunicación instalada debe cumplir los requisitos de las normas relacionadas de inmunidad y emisiones.

Nota: Vea el apartado "**Circuitos de comunicación**" de este capítulo.

6 Los toroidales se montan en cables para detectar corrientes de fuga. Transmiten una señal proporcional a la corriente medida en el receptor relacionado. Los toroidales son componentes frágiles. Deben instalarse en el cuadro de distribución siguiendo las buenas prácticas profesionales.

Nota: Vea el apartado "**Utilización de toroidales**" de este capítulo.

Sugerencia

El circuito de la aparamenta de medida de corriente normalmente se lleva a cabo con una sección de cableado $\geq 2,5 \text{ mm}^2$.

Para mejorar la seguridad de los circuitos, se utiliza un aislamiento reforzado de los cables para reducir el riesgo de daños mecánicos.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Direccionamiento de los cables

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas generales de circulación

Normas

Práctica recomendada

- 1 Utilice direccionamientos independientes para los cables de baja potencia y circuitos auxiliares (sección $\leq 6 \text{ mm}^2$) y los cables de potencia (sección $> 6 \text{ mm}^2$). Es más, dada su sensibilidad a los disturbios electromagnéticos, es preferible separar los cables de control/supervisión de los cables de comunicación.

- 2 No dirija los cables entre los embarrados de potencia o demasiado cerca de ellos, para evitar cualquier riesgo:
 - De aumento de temperatura en el cable
 - De daños en el aislador
 - De disturbios electromagnéticos

- 3 Para evitar cualquier riesgo de daños o cortes en el manguito aislante:
 - No dirija los cables en piezas con ángulos afilados
 - Proteja los cables direccionados a través de un agujero de una lámina con pasacables, juntas, anillas de plástico, etc.

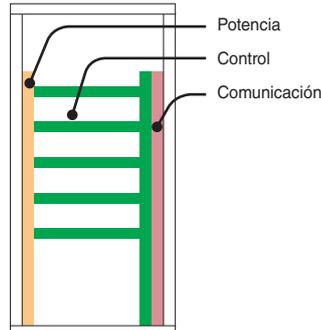
! Sugerencia

El deterioro del manguito aislante de un conductor supondrá el deterioro de sus características dieléctricas, aumentará el riesgo de chispas y, por consiguiente, el riesgo de cortocircuito.

IEC 61439-1

Ejemplo

El direccionamiento de los cables en el interior de la envoltura puede organizarse del modo siguiente:



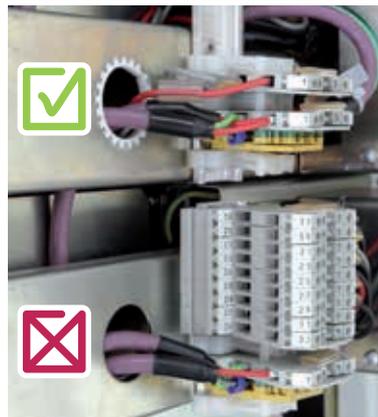
Direccionamiento de un cableado de tipo "bandeja de escalera".

Ejemplo



Los cables se dirigen demasiado cerca de los juegos de barras de potencia.

Ejemplo



Se utiliza una anilla de plástico para proteger los cables del agujero de la hoja.

En el caso específico de un cable direccionado por una hoja que sirve como forma, asegúrese de que el grado de protección sea IP2X. Para ello, utilice una placa pasacables de membrana.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Direccionamiento de los cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas generales de circulación (continuación)

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

La distancia de aislamiento de seguridad de una aparata se define en el capítulo 4 - Instalación de la aparata.

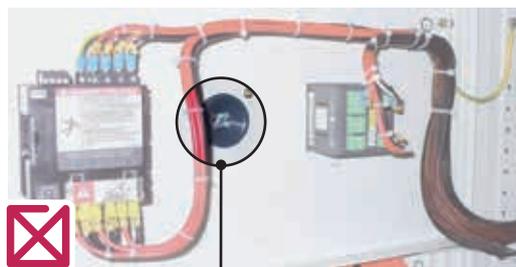
- 4 No dirija los cables:
- En la distancia de aislamiento de seguridad de la aparata, por ejemplo, una instalación de los conductos por encima de las áreas de evacuación de gases de un interruptor
 - Cerca de partes móviles (maneta, botón de rearme, enclavamiento mecánico, maneta rotativa, etc.) en las cuales exista riesgo de bloqueo del cable

! Sugerencia

Resulta fundamental mantener la conformidad con el radio de curvatura admisible de cada tipo de cable.

- 5 Mantenga la conformidad con las reglas de cableado generales señaladas en el capítulo.

Ejemplo



Los cables se dirigen demasiado cerca de la maneta rotativa.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Direccionamiento de los cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Direccionamiento de los cables por conductos

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Existen canalizaciones fabricadas de materiales libres de elementos halógenos, que no generan gases corrosivos o tóxicos en caso de combustión.

- 1 Seleccione unas canalizaciones adaptadas a la sección y la cantidad de cables que tengan que contener. Deje un espacio reservado para ampliaciones futuras. La capacidad real final no debe superar el 70% del espacio total.

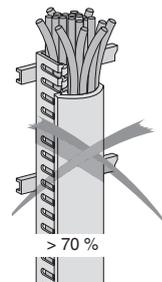
- 2 No instale nunca una canalización en contacto con conductores de embarrados de potencia o entre ellos.

- 3 Defina el número de puntos de sujeción de una canalización en función de sus características mecánicas y de la capacidad real final. Tras la sujeción, la canalización debe ser directa. En cualquier caso, la distancia del centro entre los puntos de sujeción no debe ser superior a 600 mm.

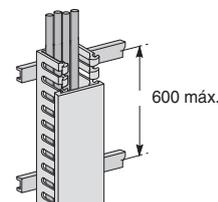
- 4 Sujete la canalización con remaches o tornillos de plástico para reducir el riesgo de dañar los cables.

- 5 No sujete los cables en el interior de las canalizaciones, para facilitar la disipación de calor. Nunca estire un cable de un conjunto de cableado, para evitar cualquier riesgo de desconexión del cable. Por regla general, siempre debe haber una cierta distensión entre la salida del conducto y el punto de conexión.

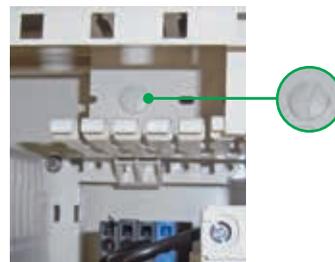
Ejemplo



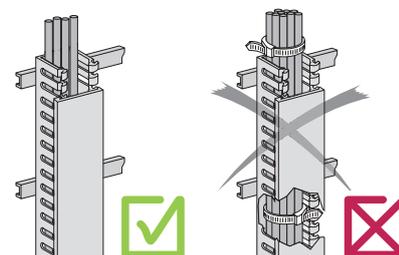
Ejemplo



Ejemplo



Ejemplo



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Direccionamiento de los cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Direccionamiento de los cables por bridas

Normas

Práctica recomendada

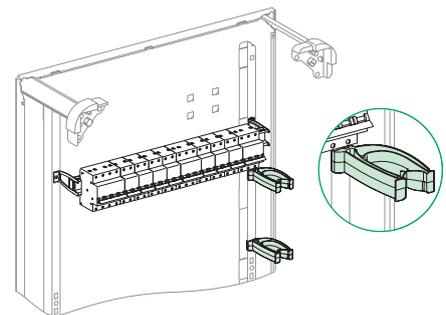
1 Las bridas para cables se utilizan para asegurar una instalación más rápida y facilitan la modificación de las operaciones de mantenimiento. Seleccione el tamaño de las bridas en función de la cantidad de cables que tengan que contener. La capacidad real final no debe superar el 70% del espacio total.

2 Bloquee las bridas en un carril modular o una placa de montaje vertical. Coloque un número suficiente de bridas para garantizar que los cables quedan situados adecuadamente: 1 brida aproximadamente cada 8 centímetros.

3 No sujete los cables que pasan por el interior de las bridas, para facilitar la disipación de calor.

Ejemplo

En las envolturas de **Schneider Electric**, la opción de instalar bridas horizontales y verticales optimiza el paso de los cables y facilita su lectura.



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Direccionamiento de los cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Agrupaciones de cables

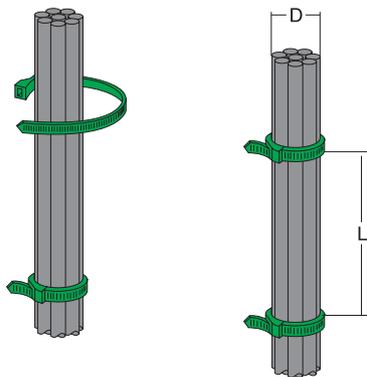
Normas

Práctica recomendada

- 1 Elija unas bridas adaptadas al grupo de cables que se va a agrupar. Estas bridas deben:
 - Tener la resistencia mecánica suficiente mantener los cables sujetos en caso de producirse un cortocircuito
 - Tener una longitud adaptada a la circunferencia del hilo de sujeción
 - Tener la anchura suficiente para no dañar el manguito aislante de los cables

- 2 Coloque un número suficiente de bridas para garantizar que los cables quedan situados adecuadamente.
Distancia del centro recomendada en función del diámetro del grupo de cables:

Diámetro D del grupo de cables (en mm)	Distancia L entre bridas	
	Mín. (en mm)	Máx. (en mm)
< 20	60	120
Entre 20 y 30	70	140
Entre 31 y 45	90	180
Entre 46 y 75	125	200



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Direccionamiento de los cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Sujeción de grupos de cables

Normas

Práctica recomendada

1 Nunca pase un grupo de cables en contacto con otro o entre conductores de embarrados de potencia, para evitar aumentos de temperatura y daños en los aisladores.

2 Si los cables del grupo no cumplen los requisitos de clase 2, sujete el grupo de cables a los soportes de aislamiento. Si existen soportes metálicos, inserte una cuña aislante entre el grupo de cables y cada uno de los soportes metálicos. Si los cables cumplen los requisitos de clase 2, puede sujetarlos directamente a los soportes metálicos.

3 Los grupos de cables deben pasarse de forma alineada por las puertas, tapas, tapas abisagradas o tapas que contienen la aparatada, de tal modo que se reduzca al mínimo el riesgo de daños o pinzamiento de los cables.

El grupo de cables queda protegido de forma mecánica mediante:

- Un manguito de plástico tubular
- Un manguito de poliéster trenzado
- Un rodamiento en espiral

Siga las recomendaciones siguientes para montar el grupo de cables:

- Asegúrese de que el grupo de cables permite el movimiento de la parte móvil sin riesgo de dañar los cables
- Asegúrese de que los cables no puedan retorcerse ni estirarse. Si es necesario, divida el grupo de cables para limitar los esfuerzos mecánicos
- Mantenga la conformidad con el radio de curvatura admisible
- Sujete el grupo de cables con firmeza a la parte fija (estructura) y a la parte móvil (puerta, tapa frontal, panel, etc.)

Ejemplo



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Direccionamiento de los cables (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Direccionamiento entre columnas

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Puede interrumpir una forma para disponer una canalización siempre que no sea posible tocar una pieza en tensión con las manos o con una herramienta.

1 Existen dos escenarios posibles en función de la configuración del cuadro de distribución:

- **Número limitado de columnas y cables para conectar:** es preferible conectar los cables directamente a la aparatada implicada. En este caso, es necesario proteger los conductores frente a los riesgos de deterioro (grupo de cables protegido por un manguito de poliéster, una canalización o una bandeja de cables)
- **Un número elevado de columnas y cables para conectar:** utilice bornas para facilitar la instalación y la conexión in situ (para una disposición más rápida y más fiable) y cualquier tipo de operación de mantenimiento

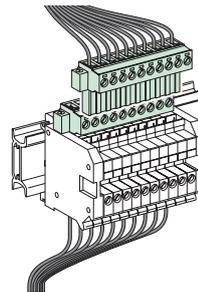
En ambos casos:

- Conecte los cables siguiendo las reglas de cableado
- Identifique los cables con unas marcas coherentes con las del cuadro de distribución, para facilitar posteriores operaciones

2 Para la alimentación de un colector de tensión, elija una sección de cable adecuada que limite las caídas de tensión (normalmente 6 mm²).

Ejemplo

Schneider Electric proporciona bornas para montar en carriles modulares. Posibilitan la conexión de cables de circuitos auxiliares entre dos columnas.



Este tipo de borna puede desconectarse. Permite una conexión y una desconexión rápida durante el mantenimiento.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Conexiones

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas generales

Normas

Práctica recomendada

1 Las conexiones eléctricas deben tener una fiabilidad absoluta para garantizar que el cuadro de distribución funciona correctamente.

Una conexión de buena calidad significa:

- Una conexión adaptada a la sección del conductor que debe conectarse
- Un conductor desguarnecido correctamente
- Una máquina o una herramienta de engastado en buen estado y calibrada con regularidad
- Un operario cualificado y formado para llevar a cabo esta operación
- Un apriete eficaz

2 Los cables deben elaborarse (desguarnecerse, engastarse) siguiendo las buenas prácticas profesionales, utilizando un equipo adecuado, en buenas condiciones de funcionamiento y correctamente calibrado.

3 Puede utilizar distintos tipos de conexiones de engastado:

- Terminales con aislamiento de taller
- Terminales de cable con aislamiento de taller
- Clips hembra
- Terminales de horquilla

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Conexiones (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conexión de transformadores de corriente

Normas

Práctica recomendada

1



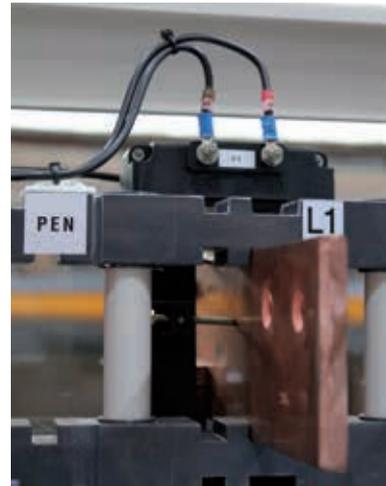
El circuito secundario de un transformador de corriente nunca debe abrirse cuando el principal está en tensión.

Pueden producirse tensiones elevadas en los terminales del circuito secundario. Suponen un peligro para las personas y pueden comportar el deterioro del transformador.

Tenga en cuenta las recomendaciones siguientes para limitar los riesgos de interrupción del circuito secundario del transformador:

- Conecte siempre el circuito secundario utilizando terminales redondeados
- Nunca utilice la borna para conectar el circuito secundario

Ejemplo



2

Coloque el transformador de corriente lo más cerca posible de la aparatada de medida, para evitar tener cables demasiado largos.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación

Ensamblado del cuadro de distribución

Principio

Normas

Teoría

- 1 La compatibilidad electromagnética (CEM) de un cuadro de distribución es su capacidad para funcionar en un entorno con perturbaciones mientras limita sus propias emisiones perturbadoras. Las perturbaciones electromagnéticas son fuentes potenciales de fallos de funcionamiento para todos los materiales eléctricos:
- Reguladores y aparatos de medida que gestionen señales analógicas
 - Autómatas programables (PLC) e interfaces de comunicación que gestionen señales analógicas

Las prestaciones globales se obtienen mediante:

- La reducción de las perturbaciones en la fuente, que puede también ser externa al cuadro de distribución
- La protección de la información intercambiada con el proceso a lo largo de su direccionamiento en el cuadro de distribución
- Evitando la entrada en el cuadro de distribución de perturbaciones por radiación o conductividad

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas generales

Normas

Práctica recomendada

1 La malla de conexión a tierra del interior de un cuadro de distribución es un parámetro fundamental. Todas las estructuras metálicas se interconectarán mediante un contacto eléctrico.

 **Tenga cuidado con los distintos recubrimientos de protección, que generalmente son aislantes.**

2 La aparatada de comunicación instalada debe cumplir los requisitos de las normas relacionadas de inmunidad y emisiones.

 **La reglas de cableado siguientes son las de tipo general. No sustituyen las directrices de cableado proporcionadas por el fabricante de la aparatada.**

3 Utilice cables blindados o grupos de cables de doble blindaje para proteger los circuitos contra corrientes parásitas radiadas. El armazón metálico debe estar conectado a tierra correctamente. Todos los conductores libres de un cable (excepto en el caso de los cables analógicos) deben conectarse a tierra sistemáticamente en los dos extremos.

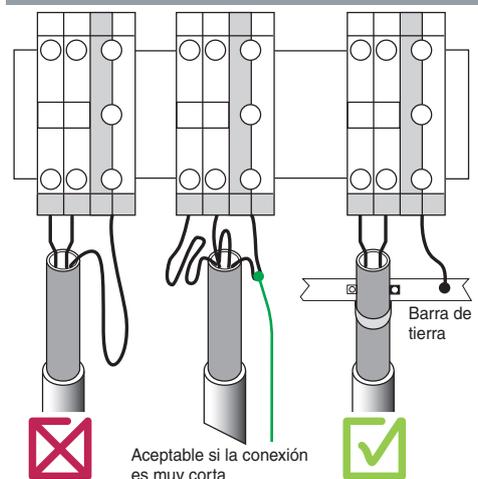
Ejemplo

Sensibilidad de las distintas familias de cables

Familia	Cables	Tipo de señal	Comportamiento respecto a CEM
1	Analógicos	Circuitos de medida y alimentación de los sensores analógicos	Señales sensibles
2	Digitales y de telecomunicaciones	Circuitos digitales y bus de datos	Señales sensibles. También disruptivas para la familia 1
3	Relé	Circuitos de contacto seco con riesgo de reactivación	Señales disruptivas para las familias 1 y 2
4	Alimentación	Circuitos de alimentación y potencia	Señales disruptivas

Observación: un cable blindado nunca es disruptivo ni sensible.

Ejemplo



Terminales con conexión a tierra y un sistema de sujeción metálico con carril modular.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas de cableado

Normas

Práctica recomendada

1 Recomendaciones generales de cableado

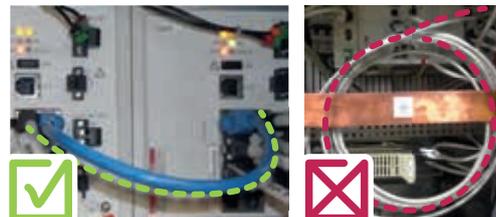
- No doble ni dañe los cables
- Radio mínimo de curvatura:
 - 10 × diámetro del cable
- Evite los ángulos afilados en las rutas o los pasos del cable
- La conexión del blindaje del cable debe ser lo más corta posible
- Se pueden conectar conjuntamente varios blindajes
- Aplique una marca física al final de cada cable
- Identifique el nombre lógico y la dirección de cada aparato

El cableado debe seguir las siguientes convenciones de color:

Tipo de cable	Color del cable	
Alimentación CA	Negro	
Neutro	Azul claro (RAL 5024)	
Cable de control	24 V CC	Azul oscuro (RAL 5013)
	0 V CC	Gris (RAL 7001)
	24 V CA	Rojo
	0 V CA	Marfil (RAL 1015)
Tierra	Verde/Amarillo	

- #### 2
- Ajuste la longitud del cable a los requisitos reales. Los cables deben ser lo más cortos que sea posible, evitando que se creen bucles que generen corrientes parásitas como consecuencia de los campos magnéticos. Los cables deben desguarnecerse lo más cerca posible del punto de conexión.

Ejemplo



- #### 3
- Evite cualquier tipo de bucle a tierra: son muy sensibles a los campos magnéticos de potencia.

Ejemplo



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas de cableado (continuación)

Normas

Práctica recomendada

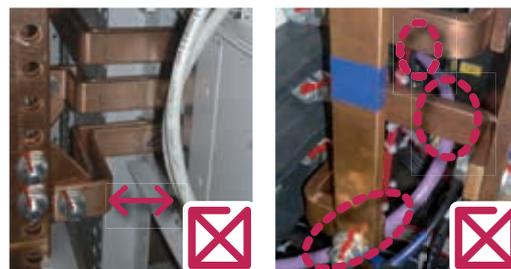
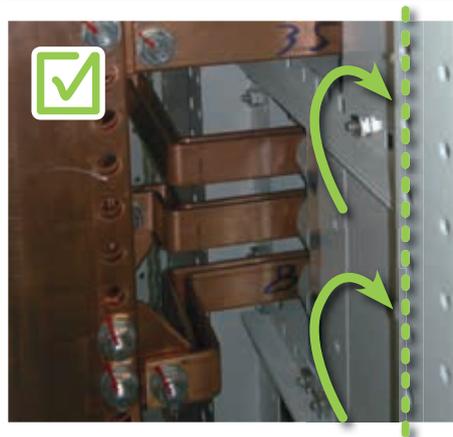
- 4** No ponga nunca los cables de comunicación cerca de los embarrados o los cables de potencia.
- Utilice tubos metálicos flexibles



1 Tubos metálicos

- Asegure el cable de comunicación del interior del perfil metálico cuando sea posible, o adhiéralo a alguna parte metálica

Ejemplo



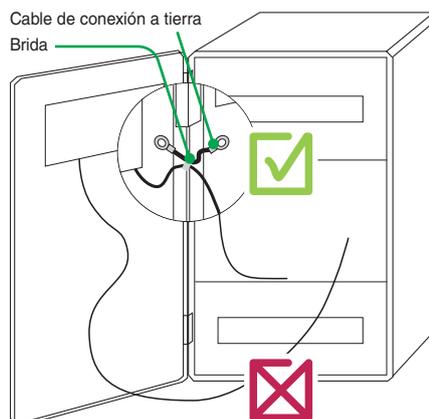
- 5** La presencia de varias estructuras de tierra en los cuadros de distribución proporciona una protección óptima. Al realizar el direccionamiento hacia partes móviles (puertas, placa frontal), dirija el cable de comunicación cerca de una bisagra o un cable de conexión a tierra.

Ejemplo

Efecto de protección en el interior de un cuadro de distribución:

- Todos los cables deben asentarse en las estructuras de conexión a tierra
- Pueden utilizarse conductos de cableado de plástico, porque están instalados en carriles DIN conectados a la toma a tierra del cuadro de distribución

Los cables deben direccionarse cerca de los puntos de montaje (bisagras) o deben doblarse mediante un cable de conexión a tierra.



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas de cableado (continuación)

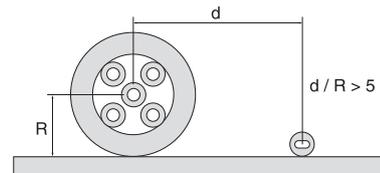
Normas

Práctica recomendada

- 6** Divida los cables en tres grupos separados (potencia, comandos y comunicación) para dejar que se direccionen por rutas independientes. El direccionamiento de cables de los grupos 2 y 3 puede realizarse por los mismos conductos. No obstante, no deben mezclarse en la misma cubierta ni reunirse en un mismo grupo de cables.

Ejemplo

Para mantener el efecto de protección, recomendamos mantener una proporción de la distancia (d) entre cables al radio (R) del cable mayor de alrededor de 5.

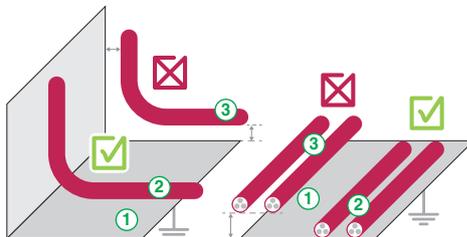


- 7** Cuando los cables de comunicación deben cruzarse con cables de potencia (por ejemplo, cuando el espacio de un cajón es reducido) el ángulo entre los dos tipos de cables debe acercarse lo máximo posible a 90°.



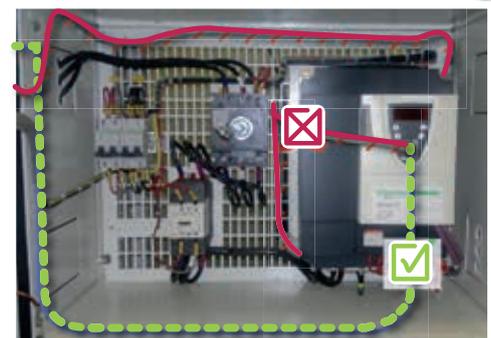
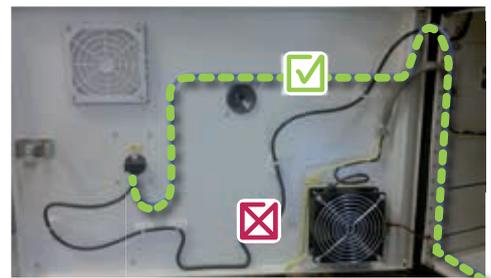
- 1 Cable de potencia
- 2 Cable de comunicación
- 3 Ángulo recto
- 4 Direccionamiento de cable en paralelo (NO)

- 8** La mejor ruta posible para un cable de comunicación es lo más cerca posible de una placa con toma a tierra, es decir en las placas de acero de los cajones y los cubículos.



- 1 Placa metálica con toma a tierra
- 2 Cable de comunicación dispuesto en las partes metálicas
- 3 Cable de comunicación lejos de las partes metálicas (NO)

Ejemplo



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Continuidad de pantalla

Normas

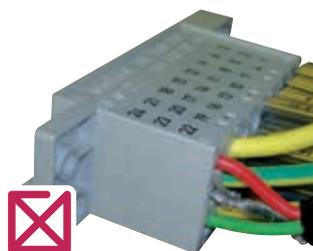
Práctica recomendada

1

No utilice las patillas del conector para garantizar la continuidad de pantalla. Se prohíbe el uso de latiguillos (tienen una eficacia muy baja a alta frecuencia). Conecte las pantallas de cable directamente en la placa metálica:

- Para reducir la impedancia común
- Para derivar las perturbaciones directamente a tierra (fuera de los productos)

Ejemplo



2

Lado externo del cajón

Clip de conexión a tierra montado en carril DIN.



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Continuidad de pantalla (continuación)

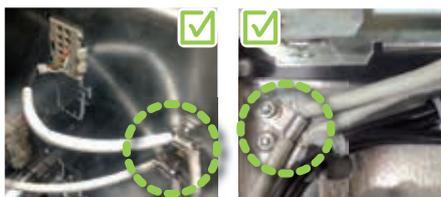
Normas

Práctica recomendada

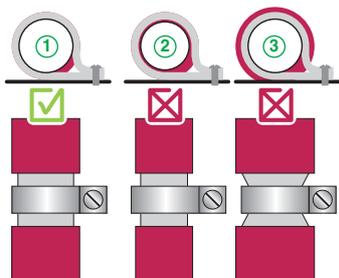
3

Lado interno del cajón

Estribo de conexión a tierra de acero de 360°
(no utilice estribos de aluminio).



El diámetro del estribo debe adaptarse al diámetro de pantalla del cable.



- 1 Estribo adaptado al diámetro de pantalla
- 2 Estribo demasiado grande
- 3 Estribo demasiado pequeño

4

Dispositivo con un conector de estilo abierto



Añada un tubo disipador de calor en el extremo del cable de pantalla
(para que contenga partículas metálicas trenzadas).



5

Conexión a tierra y enlace del derivador Modbus

Nunca deje el derivador aislado. Utilice un sistema de fijación en carril DIN universal.



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Conexión a tierra y enlace

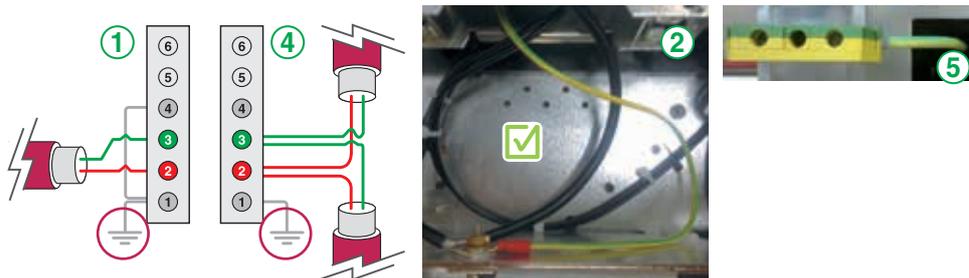
Normas

Práctica recomendada

1

Continuidad eléctrica

La continuidad eléctrica entre el marco del cajón y la estructura del cubículo debe obtenerse utilizando las patillas del conector. La longitud de la conexión debe ser lo más corta posible.



- ① Conector FU interno
- ② Conexión a tierra del conector
- ③ Conexión a tierra demasiado larga
- ④ Conector FU externo
- ⑤ Conexión a tierra mediante un terminal de toma a tierra montado en carril DIN

2

Barrera electromagnética

Conecte de forma conjunta todos los contactos de conexión a tierra del conector extraíble (= barrera electromagnética) a la toma a tierra del cajón.



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Perturbaciones en relés y bobinas de contactor

Normas

Práctica recomendada

1 Los accionadores, contactores y relés de bobina de CA, y la mayoría de CC, pueden ser fuentes de múltiples perturbaciones si no se coloca una protección contra sobretensiones en paralelo a la bobina.

- ① Relé de bobina
- ② Un
- ③ Tensión de arco
- ④ SIN tensión de arco
- ⑤ Supresor de tensión transitoria (TVS)

2 Para las aplicaciones de CC y CA, las bobinas de relé/contactor deben protegerse para evitar perturbaciones significativas. En este caso, la energía almacenada en el interior de la bobina se disipará en el supresor de tensión transitoria, como se muestra en la imagen superior, en la parte derecha. Deben utilizarse distintos tipos de componentes de supresor de tensión transitoria (TVS). La tabla siguiente proporciona información.

Símbolo	Red R-C	Para CA	Para CC	Limitación de sobretensión	Tiempo de caída de contacto
	Red R-C	Y	Y	De 2 a 3 Un	De 1 a 2 veces el tiempo estándar
	Varistancia de óxido metálico	Y	Y	< 3 Un	De 1,1 a 1,5 veces el tiempo estándar
	Diodo de supresión de tensión transitoria bidireccional	Y	Y	< 2 Un	De 1,1 a 1,5 veces el tiempo estándar

Para ser eficaz, el TVS debe estar instalado cerca de la bobina.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableados de una red Ethernet

Normas

Práctica recomendada

1 Aunque existen 4 pares de cables trenzados, las redes Ethernet 10 Base-T / 100 Base-T utilizan únicamente 2 pares: Blanco/Naranja (patillas 1 y 2) y Blanco/Verde (patillas 3 y 6). como mínimo, un cable Ethernet debe estar apantallado (pantalla trenzada global) y apantallarse también mediante una hoja (SF/UTP). Existen distintas topologías Ethernet, pueden utilizarse por separado o de forma combinada.

Reglas	Ethernet estándar
Número máximo de dispositivos por red	Sin límites
Velocidad de transmisión	10/100 Mbit/s y 1 Gbit/s
Longitud máxima	Par trenzado 100 m - Multimodal Fibra óptica: 2 km - Unimodal Fibra óptica > 2 km
Tipo de cable	Depende de la velocidad de transmisión

2 Se recomienda encarecidamente adjuntar un diagrama de cableado de comunicación, además del diagrama de cableado eléctrico.

Datos para mostrar en este diagrama:

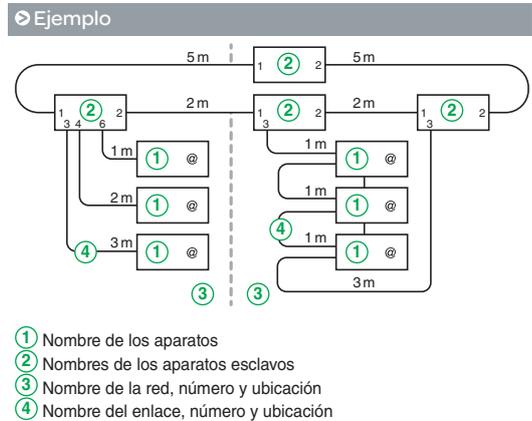
- Nombre de la red y número de cada enlace
- Nombre, dirección y ubicación del equipo
- Identificación de los puertos utilizados para cada conmutador
- Todos los elementos de la arquitectura (direccionadores, conmutadores, conmutadores de puenteo, etc.)
- Longitudes de cable

3 **Vista detallada de un cableado correcto**

Utilice un cable directo a través de la conexión, conforme a la norma TIA/EIA-568-B (T568B) en relación con el número de patillas, el número de pares y la codificación de color.

Posición de las patillas

Nº de patillas	Nº de pares	Color
1	1	Blanco/Naranja
2	1	Naranja
3	2	Blanco/Verde
4 y 5	3	
6	2	Verde
7 y 8	4	



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de la red RTU Modbus

Normas

Práctica recomendada

1 El protocolo RTU de Modbus (o Modbus SL), se basa en el concepto de relación maestro-esclavo. En el sistema Modbus estándar, toda la aparamenta está conectada a un cable principal de 3 hilos. Dos hilos forman un par trenzado equilibrado, en el cual se transmiten los datos bidireccionales. La topología Modbus consiste en un cable principal con la aparamenta conectada directamente (cadena margarita) o mediante cables de derivación cortos. El cable principal, o bus, debe estar conectado a sus dos extremos mediante terminales de línea. Por regla general, la suma de todas las longitudes de derivación debe ser inferior a la longitud del bus. El circuito "común" debe estar conectado directamente a la toma de tierra de protección, preferentemente en un único punto para todo el bus. Generalmente, este punto se selecciona en el dispositivo maestro o en el dispositivo de polarización. Un cable serie Modbus debe estar blindado. Este blindaje debe estar conectado a una toma de tierra de protección en ambos extremos.

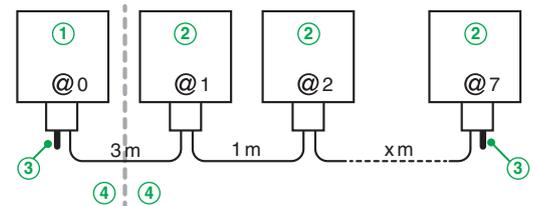
Reglas	RTU Modbus estándar
Número máximo de aparatos por bus	32 (sin repetidor)
Velocidad de bus	De 1200 bit/s a 115,2 kbit/s
Longitud máxima de bus	1300 m (sin repetidores) y en función de la transmisión
Longitud máxima de la suma de derivaciones	Depende de la velocidad de transmisión
Tipo de cable	Norma TIA/EIA - 485
Ubicación de los terminales	Terminal de línea en los 2 extremos del bus (R o RC)
Ubicación de la polarización	La polarización únicamente la proporciona un equipo al principio del bus (generalmente el aparato maestro)

2 Se recomienda encarecidamente adjuntar un diagrama de cableado de comunicación, además del diagrama de cableado eléctrico.

Datos para mostrar en este diagrama:

- Nombre, dirección y ubicación del equipo
- Todos los elementos de la arquitectura (repetidores de cobre y fibra óptica, acoplamiento, puentes)
- Terminales de línea (LT)
- Longitudes de cable

Ejemplo



- 1 Nombre del aparato maestro
- 2 Nombres de los aparatos esclavos
- 3 Terminal de línea
- 4 Nombre del bus, número y ubicación

Circuitos auxiliares y de baja potencia

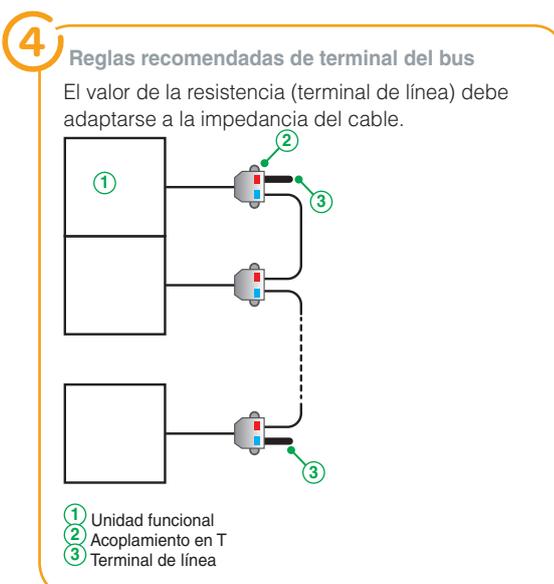
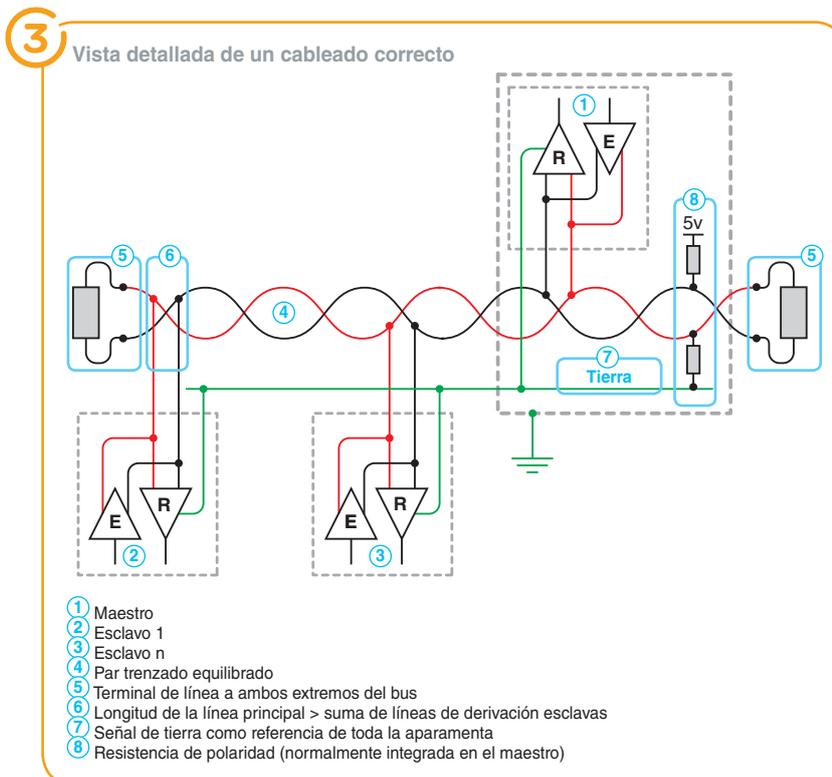
Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de la red RTU Modbus (continuación)

Normas

Práctica recomendada



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de la red DP Profibus

Normas

Práctica recomendada

1

Reglas	Profibus estándar
Número máximo de aparatos por bus	128 (0, 126 y 127 están reservados)
Número máximo de aparatos por segmento	32
Número máximo de repetidores por bus	Máx. 9 repetidores y 5 en cascada
Velocidad de bus	De 9,6 kbit/s a 12 Mbit/s
Longitud máxima de bus	Depende de la velocidad de transmisión (ver la norma IEC 61158)
Longitud máxima de la suma de derivaciones	Depende de la velocidad de transmisión (ver la norma IEC 61158)
Tipo de cable	Tipo "A" violeta (ver el estándar IEC 61158)
Ubicación de la polarización	La polarización la proporciona el equipo en el cual se ha activado el terminal

Las situaciones en las cuales debe segmentarse un bus con repetidores son las siguientes:

- Una conexión de más de 32 estaciones en el bus
- Llegar a la longitud máxima de la suma de derivaciones
- La necesidad de aislar segmentos (ATV aislado del resto del bus, etc.)
- La necesidad de una derivación (cajón, etc.)
- La necesidad de una conexión extraíble con el equipo

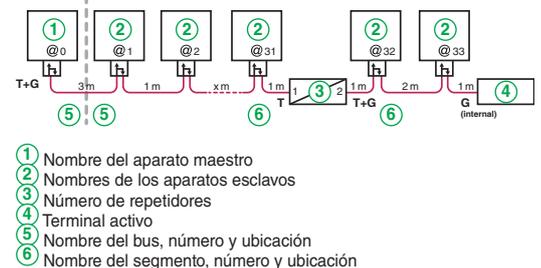
2

Se recomienda encarecidamente adjuntar un diagrama de cableado de comunicación, además del diagrama de cableado eléctrico.

Datos para mostrar en este diagrama:

- Nombre de la red y número de cada segmento
- Nombre, dirección y ubicación del equipo
- Diferenciación de las estaciones activas y pasivas (activas)
- Todos los elementos de la arquitectura (repetidores de cobre y fibra óptica, acoplamiento, puentes)
- Conectores (G, T+G, etc.)
- Entradas y salidas de cable en los conectores (flechas)
- Terminales (T)
- Longitudes de cable

Ejemplo



Circuitos auxiliares y de baja potencia

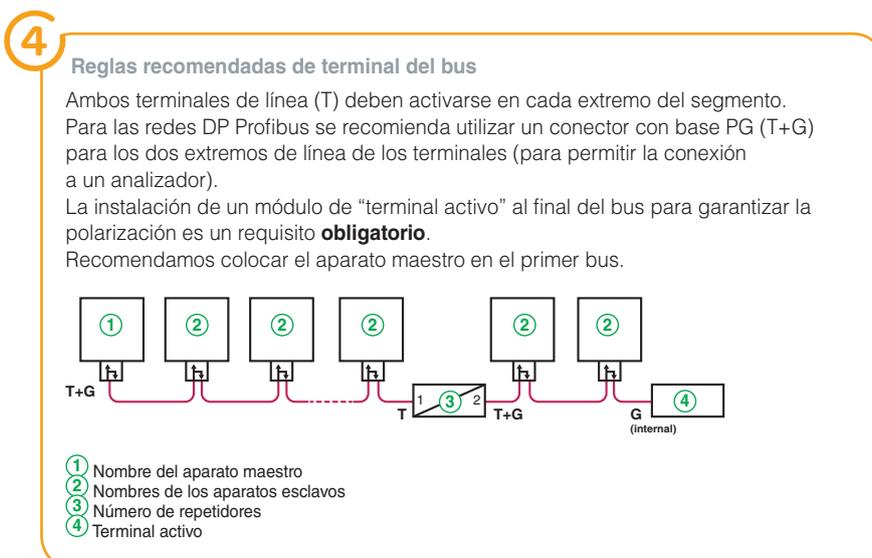
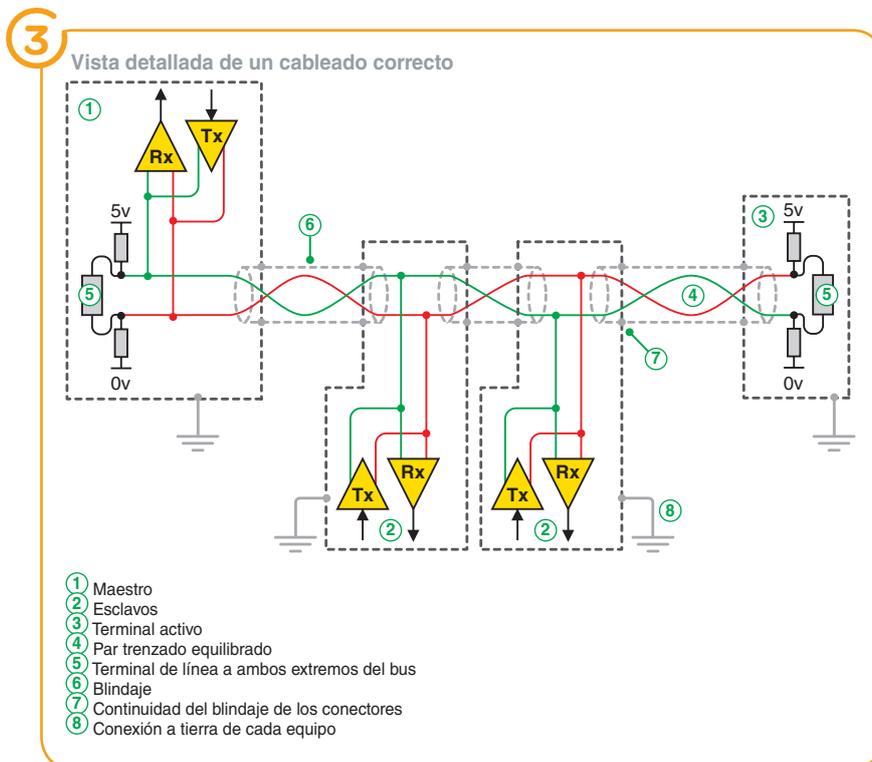
Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de la red DP Profibus (continuación)

Normas

Práctica recomendada



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de una red DeviceNet

Normas

Práctica recomendada

1

El protocolo DeviceNet se basa en el concepto de relación maestro-esclavo.

En el sistema DeviceNet estándar, toda la aparamenta se conecta a un cable principal con tiradas constituidas por 4 hilos. Un par trenzado (rojo y negro) para alimentación de 24V CC; un par trenzado (azul y blanco) para señal y un hilo de continuidad (descubierto).

La topología DeviceNet consiste en un cable principal con la aparamenta conectada directamente (cadena margarita) o mediante cables de derivación cortos.

El cable principal o bus, debe estar conectado a sus dos extremos mediante resistencias de terminal.

Por regla general, la suma de todas las longitudes de derivación debe ser inferior a la longitud del bus.

El circuito "V-" debe estar conectado directamente a la toma de tierra de protección, preferentemente en un único punto para todo el bus. Generalmente, este punto se sitúa en el aparato maestro o en el aparato de polarización. Toda la aparamenta debe tener aislamiento galvánico.

Un cable serie DeviceNet debe estar blindado.

Este blindaje debe estar conectado a una toma de tierra de protección en ambos extremos.

Reglas	DeviceNet estándar
Número máximo de aparatos por bus	1 maestro y 63 esclavos
Número máximo de aparatos por segmento	30
Velocidad de bus	De 125 kbit/s a 500 kbit/s
Longitud máxima de bus	Depende de la velocidad de transmisión
Longitud máxima de la suma de derivaciones	Depende de la velocidad de transmisión
Tipo de cable	Utilice únicamente soportes DeviceNet que cumplan o superen las especificaciones ODVA
Ubicación de los terminales	Resistencia de terminal en los 2 extremos del bus (R o RC)
Ubicación de la polarización	Utilice la fuente de alimentación para suministrar electricidad únicamente al sistema de cable DeviceNet. Si algún aparato requiere una fuente de alimentación de 24 V independiente distinta de la fuente de alimentación DeviceNet, debe utilizarse una fuente de alimentación de 24 V adicional

Las situaciones en las cuales debe segmentarse un bus con repetidores son las siguientes:

- Una conexión de más de 30 estaciones en el bus
- Llegar a la longitud máxima de la suma de derivaciones
- La necesidad de aislar segmentos (ATV aislado del resto del bus, etc.)
- La necesidad de una derivación (cajón, etc.)
- La necesidad de una conexión extraíble con el equipo

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de una red DeviceNet (continuación)

Normas

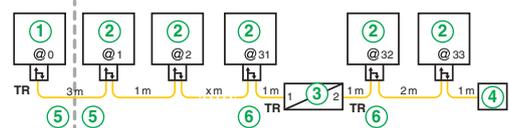
Práctica recomendada

2 Se recomienda encarecidamente adjuntar un diagrama de cableado de comunicación, además del diagrama de cableado eléctrico.

Datos para mostrar en este diagrama:

- Nombre de la red y número de cada segmento
- Nombre, dirección y ubicación del equipo
- Todos los elementos de la arquitectura (repetidores de cobre y fibra óptica, acoplamiento, puentes)
- Resistencias de terminal (TR)
- Longitudes de cable

Ejemplo



- 1 Nombre del aparato maestro
- 2 Nombres de los aparatos esclavos
- 3 Número de repetidores
- 4 Resistencia de terminal
- 5 Nombre del bus, número y ubicación
- 6 Nombre del segmento, número y ubicación

Circuitos auxiliares y de baja potencia

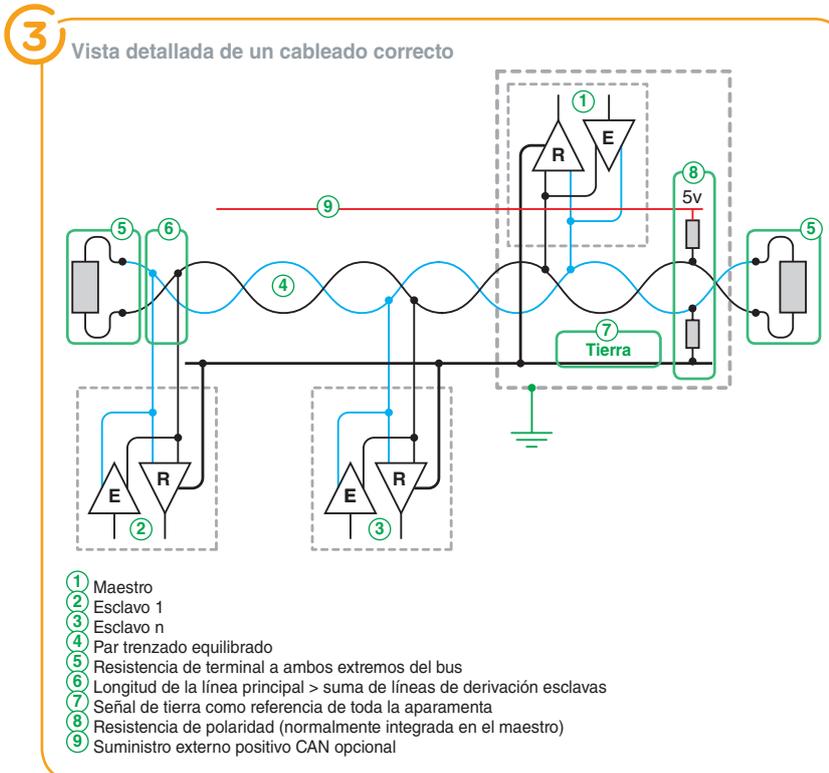
Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de una red DeviceNet (continuación)

Normas

Práctica recomendada



Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de una red DeviceNet (continuación)

Normas

Práctica recomendada

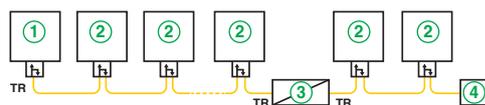
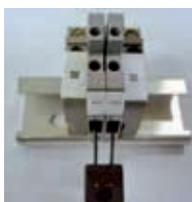
4

Reglas recomendadas de terminal del bus

El valor de la resistencia (resistencia de terminal) debe adaptarse a la impedancia del cable.

El cableado de una resistencia de terminal en el exterior del conector FU es un requisito **obligatorio**.

Ubicación de la resistencia de terminal:



- ① Nombre del aparato maestro
- ② Nombres de los aparatos esclavos
- ③ Número de repetidores
- ④ Resistencia de terminal

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de una red CANopen

Normas

Práctica recomendada

1

El protocolo CANopen se basa en el concepto de relación maestro-esclavo. En el sistema CANopen estándar, toda la aparamenta se conecta a un cable principal con tiradas constituidas por 4 hilos. Un par trenzado (rojo y negro) para alimentación de 24V CC; un par trenzado (azul y blanco) para señal y un hilo de continuidad (descubierto). La topología CANopen consiste en un cable principal con la aparamenta conectada directamente (cadena margarita) o mediante cables de derivación cortos. El cable principal, o bus, debe estar conectado a sus dos extremos mediante resistencias de terminal. Por regla general, la suma de todas las longitudes de derivación debe ser inferior a la longitud del bus. El circuito "CAN a tierra" (V-) debe estar conectado directamente a la toma de tierra de protección, preferentemente en un único punto para todo el bus. Generalmente, este punto se sitúa en el dispositivo maestro o en el dispositivo de polarización. Toda la aparamenta deben tener aislamiento galvánico. Un cable serie CANopen debe estar blindado. Este blindaje debe estar conectado a una toma de tierra de protección en ambos extremos.

Reglas	CANopen estándar
Número máximo de aparatos por bus	127
Número máximo de aparatos por segmento	30
Velocidad de bus	De 10 kbit/s a 1 Mbit/s
Longitud máxima de bus	Depende de la velocidad de transmisión
Longitud máxima de la suma de derivaciones	Depende de la velocidad de transmisión
Tipo de cable	Norma CANopen ISO11898-2
Ubicación de los terminales	Resistencia de terminal en los 2 extremos del bus (R o RC)
Ubicación de la polarización	La polarización únicamente la proporciona un equipo al principio del bus (generalmente el aparato maestro)

Las situaciones en las cuales debe segmentarse un bus con repetidores son las siguientes:

- Una conexión de más de 30 estaciones en el bus
- Llegar a la longitud máxima de la suma de derivaciones
- La necesidad de aislar segmentos (ATV aislado del resto del bus, etc.)
- La necesidad de una derivación (cajón, etc.)
- La necesidad de una conexión extraíble con el equipo

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de una red CANopen (continuación)

Normas

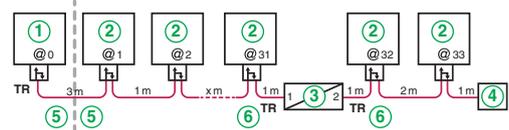
Práctica recomendada

2 Se recomienda encarecidamente adjuntar un diagrama de cableado de comunicación, además del diagrama de cableado eléctrico.

Datos para mostrar en este diagrama:

- Nombre de la red y número de cada segmento
- Nombre, dirección y ubicación del equipo
- Todos los elementos de la arquitectura (repetidores de cobre y fibra óptica, acoplamiento, puentes)
- Conectores (G, T+G, etc.)
- Entradas y salidas de cable en los conectores (flechas)
- Resistencias de terminal (TR)
- Longitudes de cable

Ejemplo



- 1 Nombre del aparato maestro
- 2 Nombres de los aparatos esclavos
- 3 Número de repetidores
- 4 Resistencia de terminal
- 5 Nombre del bus, número y ubicación
- 6 Nombre del segmento, número y ubicación

Circuitos auxiliares y de baja potencia

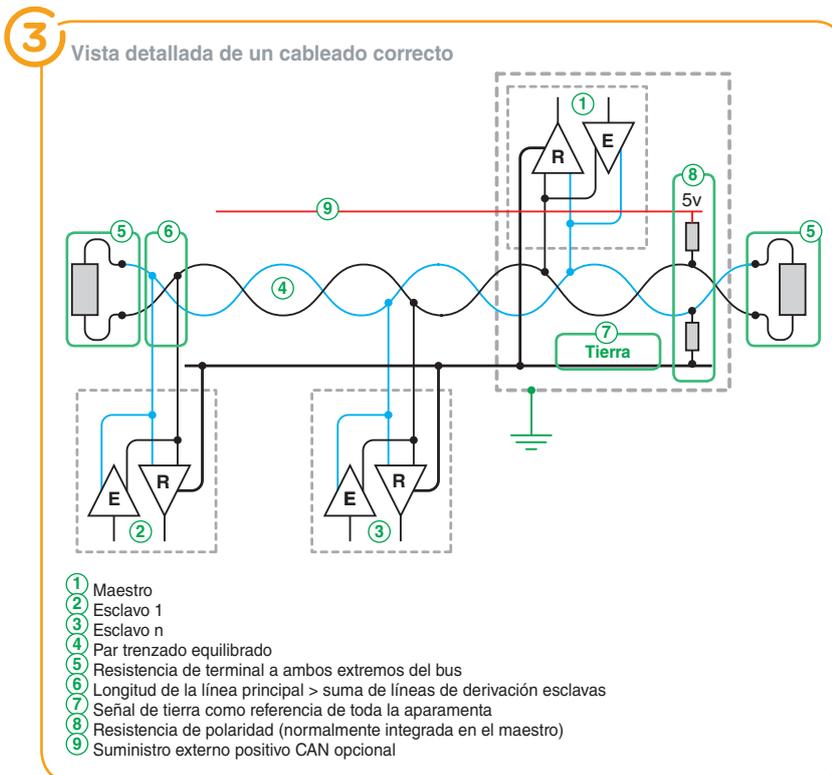
Circuitos de comunicación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Cableado de una red CANopen (continuación)

Normas

Práctica recomendada

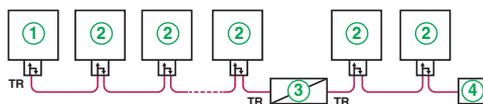


4 Reglas recomendadas de terminal del bus

El valor de la resistencia (resistencia de terminal) debe adaptarse a la impedancia del cable. El cableado de una resistencia de terminal en el exterior del conector FU es un requisito **obligatorio**.



Recomendamos la utilización de un conector para CANopen con base PG (T+G) al bus maestro para permitir la conexión a un analizador. Recomendamos colocar el aparato maestro en el primer bus.



- ① Nombre del aparato maestro
② Nombres de los aparatos esclavos
③ Número de repetidores
④ Resistencia de terminal

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Utilización de toroidales

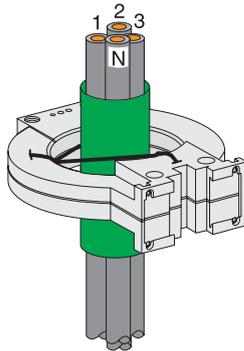
Ensamblado del cuadro de distribución

Reglas de instalación

Normas

Práctica recomendada

- 1 Elija un toroidal que esté adaptado a la sección del cable en el cual se instalará.



Coloque un aro de acero dulce para reducir de forma significativa las señales de interferencia causadas por la configuración asimétrica de los conductores en el toroidal.

- 2 Instale los toroidales siempre en ubicaciones de acceso sencillo manteniendo la distancia entre el toroidal y el aparato de medida al nivel más corto posible. Asegúrese de que la información marcada en el toroidal siga siendo visible tras la instalación.

- 3 Instale el toroidal en una parte lineal del cable.

- 4 Centre los cables del toroidal para poder leer la medida correctamente. Mantenga un ángulo de 90° entre los cables y el toroidal.

- 5 Coloque y bloquee el toroidal para evitar la rotación y la conversión antes de su conexión.

- 6 La conexión entre el toroidal y el aparato de medida nunca debe interrumpirse.

Circuitos auxiliares y de baja potencia

Hoja de comprobación para control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control que se presenta no es exhaustiva.

En ella se enumeran las comprobaciones mínimas necesarias y puede completarse en función de la organización del taller y/o la recurrencia de los defectos detectados.

Comprobaciones mínimas necesarias 		
Puntos de control	Recursos de control	Control personal
> Conformidad de la instalación del cableado	> Guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Calidad del engastado	> Guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Calidad de la conexión	> Guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Conformidad de la instalación del cable de comunicación	> Guía de instalación	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> > Características y sección del cableado	> Especificaciones del cliente, Guía de instalación	<input type="checkbox"/>

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla





Etiquetado e identificación

Contenido

Introducción	1/151
Identificación del cuadro de distribución	1/153
Identificación de la aparatenta	1/154
Identificación de los conductores y bloques de conexión	1/157
Etiquetas de advertencia	1/162
Hoja de verificación del control de calidad	1/163

Name of the Assembly manufacturer

Manufacture date

Identification No.

IEC 61439-X

Etiquetado e identificación

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

Teoría

IEC 61439-1
§ 6.1

1

Todos los cuadros de distribución se deben identificar de forma duradera, visible y legible cuando se instalan y se ponen en funcionamiento. También es de gran utilidad:

- Indicar el nombre del cuadro
- Identificar cada columna

Nota: Véase el apartado "**Identificación del Cuadro de distribución**" en este capítulo.

Ejemplo



IEC 61439-1
§ 6.3
IEC 61346-1
IEC 61346-2
IEC 61082

2

En el panel frontal del cuadro de distribución, es útil indicar la función de cada aparato y del aparato de control (botón pulsador, indicador).

Dentro del cuadro de distribución, debe ser posible identificar:

- La aparamenta
- Los circuitos individuales
- Los aparatos de protección
- Los aparatos de control (relés, contactores, indicadores, etc.)

Todos los nombres utilizados deben cumplir con las normas IEC 61346-1 e IEC 61346-2 y ser idénticos a los que aparecen en los esquemas del circuito. Estos deben ser conformes a la norma IEC 61082.

Nota: Véase el apartado "**Identificación de la aparamenta**" en este capítulo.

IEC 61439-1
§ 8.6.5 y § 8.6.6
IEC 60445
IEC 60446

3

Conductores (embarrados, cables, barras flexibles aisladas) y los terminales a los que están conectados deben cumplir con las indicaciones de los diagramas y esquemas eléctricos.

La identificación debe cumplir con las normas IEC 60445 e IEC 60446.



La identificación de los conductores de protección (PE/PEN) y del conductor del neutro deben cumplir con las directivas de la norma IEC 61439-1 (§ 8.6.6).

Nota: Véase el apartado "**Identificación de los Conductores**" en este capítulo.

Etiquetado e identificación

Introducción (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción (continuación)

Normas

Teoría

4

La aparatenta se marca utilizando etiquetas adhesivas, atornilladas o remachadas. Para fabricar las etiquetas, se utilizan una amplia variedad de materiales: aluminio, acero inoxidable, latón, Plexiglas, plásticos de doble capa, PVC, vinilo, etc. Existen muchas técnicas de identificación: grabado con láser, grabado mecánico, dependiendo de la apariencia estética que se desee y las limitaciones impuestas por el propio material con el que se hace.

Nota: Véanse los catálogos del proveedor.

Cualesquiera que sean los materiales y la técnica de identificación elegidos:

- Utilice etiquetas de alta calidad que sean resistentes y duraderas
- Para garantizar una legibilidad duradera, elija preferentemente textos de color oscuro sobre fondo claro



Para evitar cualquier riesgo de cortocircuito en caso de que caigan dentro del cuadro de distribución, no se deben utilizar etiquetas de metal o etiquetas compuestas por materiales conductores.

Ejemplo

Schneider Electric recomienda el uso de etiquetas de plástico de doble capa siempre que sea posible para marcar la parte delantera de la aparatenta. Son de larga duración y resistentes a ácidos, arañazos y agentes químicos.

Etiquetado e identificación

Identificación del cuadro de distribución

Ensamblado del cuadro de distribución

Placa de características

Normas

IEC 61439-1
§ 6.1

Práctica recomendada

Sugerencia

Según la normativa, es posible no marcar las características eléctricas (tensión, corriente, frecuencia, resistencia lsc, sistema de conexión a tierra, etc.) o las características mecánicas (peso del cuadro de distribución, grado IP de protección, etc.) en la placa de características, pero solo en los documentos que se entregan al cliente, como los esquemas de implementación.

- 1 Se debe fijar una placa de características en el panel frontal de cada cuadro de distribución. Como mínimo debe incluir lo siguiente:
 - El nombre y dirección del cuadrista
 - La identidad del proyecto o cualquier otra forma de identificación que proporcionará las características eléctricas y mecánicas del cuadro de distribución
 - La fecha de fabricación
 - La referencia de la norma IEC 61439-1 e IEC 61439-2

Asegúrese también de que se incluye el diagrama de la estructura con el índice de modificación "como integrado" dentro del cuadro de distribución.

- 2 La placa de características puede completarse con un código Qr en el panel frontal del cuadro de distribución. El código Qr es un pictograma compuesto por cuadrados pequeños. Puede descodificarse con teléfonos móviles equipados con un lector de códigos Qr. Lo pueden utilizar clientes para iniciar sesión en una página web de cuadristas con el fin de obtener información técnica sobre su instalación (actualización de dibujos de planos, artículos del contrato, etc.).

Etiquetado e identificación

Identificación de la aparamenta

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación en el panel frontal del cuadro de distribución

Normas

Práctica recomendada

- 1 Establecer la función del aparato o del control del aparato afectado para permitir a los usuarios identificar claramente cada aparato y su circuito relacionado.

Ejemplo



- 2 Colocar las etiquetas en un lugar lógico y visible, lo más próximo posible al aparato o al aparato de control afectado.

Fije las etiquetas de forma duradera utilizando clips, remaches o tornillos.

Ejemplo



Etiquetado e identificación

Identificación de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación dentro del cuadro de distribución

Normas

Práctica recomendada

1 Esta identificación permitirá a los técnicos de mantenimiento o a los electricistas identificar de forma clara cada aparato o aparato de control (contactor, relé, etc.).
Para evitar cualquier interpretación o error durante el trabajo dentro del cuadro de distribución, utilice los mismos nombres que los que se han utilizado en el diagrama eléctrico del cuadro de distribución.

2 Marque los aparatos sin cubrir la información grabada en la placa de características de los aparatos.
Si no es posible realizar la identificación directamente en el aparato, busque un lugar visible lo más próximo posible que permita que el aparato sea identificado sin que haya riesgo de ambigüedad.
Por motivos estéticos, las marcas no deben ser visibles en el panel frontal del cuadro de distribución.

3 Marque las fases en las extensiones de conexión de los aparatos para evitar cualquier tipo de error eléctrico.
Marque la polaridad (+ y -) para los circuitos de corriente directa.

Ejemplo



Etiquetado e identificación

Identificación de la aparamenta (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación dentro del cuadro de distribución (continuación)

Normas

Práctica recomendada

4 En caso de un aparato extraíble (montado en la base o en el marco), coloque las marcas tanto en los componentes fijos como en los móviles.

5 No marcar los componentes que son susceptibles de ser extraídos como por ejemplo las tapas protectoras de los aparatos o los cubrebornes.

Etiquetado e identificación

Identificación de los conductores y bloques de conexión

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación de los conductores y bloques de conexión

Normas

IEC 60445
e IEC 60446

Práctica recomendada

1 Existen diferentes técnicas de identificación:

- Bandas compacta de color
- Cables de color (identificación de los distintos circuitos)
- Etiquetas impresas
- Manguitos de poliamida
- Etc.

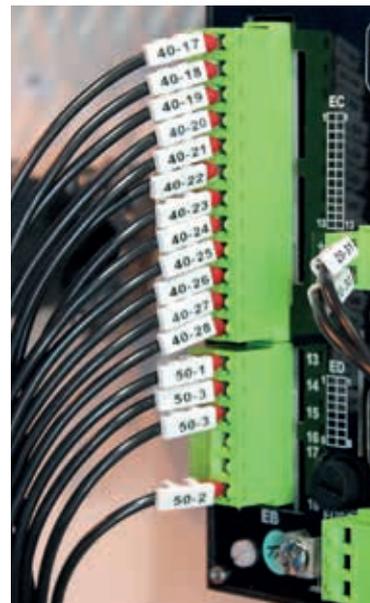
Si no hay especificaciones por parte del cliente, se utiliza la identificación dada por las normas IEC 60445 e IEC 60446.

! Sugerencia

Existen máquinas para cortar cables según la longitud así como cables pelados y hilos de corte. Algunas máquinas marcan los cables en cada extremo. Cortan en el momento preciso para marcar los cables y eliminar los errores porque están controladas a través de datos desde el departamento de diseño.

2 La identificación de los cables puede ser alfabético, numérico o alfanumérico.

Ejemplo



Ejemplo de marca numérica

Etiquetado e identificación

Identificación de los conductores y bloques de conexión (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación de los conductores y bloques de conexión (continuación)

Normas

Teoría

3 Se pueden utilizar varios métodos de identificación. Esto implica que una identificación correcta es esencial para la conexión in situ y para el mantenimiento del cuadro de distribución. Puesto que hay varias soluciones, es importante obtener la confirmación del cliente sobre el método que se debe emplear.



Identificación	Representación	Descripción
Identificación equipotencial		Los dos extremos del cable están identificados con el mismo nombre o número, sin estar relacionados con los terminales
Identificación de punto de entrada de cables		Los dos extremos del cable están identificados con un nombre o un número diferente. Cada extremo del cable indica el terminal al que debe ser conectado
Identificación de punto de salida de cables		Los dos extremos del cable están identificados con un nombre o un número diferente. La identificación de cada extremo de cable indica el punto de conexión del otro extremo de cable
Identificación de punto de entrada y de salida de cables		Los dos extremos del cable están identificados con un nombre o un número diferente. Cada extremo del cable tiene una marca del terminal a la que se debe conectar seguida de la marca del terminal al que el otro extremo del cable debe estar conectado

4 Prestar especial atención para los siguientes puntos:

- Utilizar medios de buena calidad que sean resistentes y duraderas; Deben estar siempre visibles, legibles y fijados correctamente en todo el funcionamiento del cuadro de distribución
- Tener en cuenta el ambiente cuando se elija el medio. Esto es porque una etiqueta adhesiva puede despegarse o deteriorarse (cambio en color, deformación, etc.) si está situado en un área húmeda o en un área en la que la temperatura es alta
- Las identificaciones no deben ser muy largas

Etiquetado e identificación

Identificación de los conductores y bloques de conexión (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación de conductores

Normas

Práctica recomendada

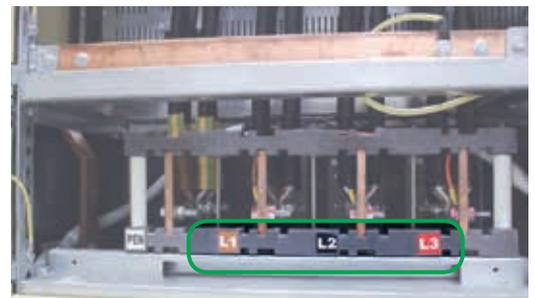
1 Cualquiera que sea el conductor (barra, cable, barra flexible aislada), se ha de colocar la marca lo más cerca posible del punto de conexión.

Ejemplo



2 Las fases se deben marcar como mínimo L1, L2, L3 al final de los puntos de conexión. No se requiere ningún color específico. Tampoco es necesario la identificación continua en toda la longitud de la barra.

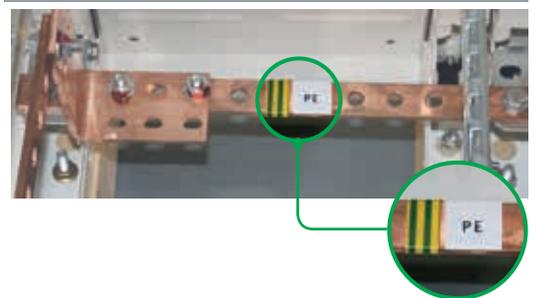
Ejemplo



IEC 61439-1
§ 8.6.6

3 El conductor de protección (PE o PEN) debe distinguirse fácilmente por su marca o color. Si la identificación se hace solo por color, utilizar **solo verde o amarillo (doble coloreado)**. Colocar esta doble identificación en los extremos. Cuando el conductor de protección es un cable unipolar aislado, se deben **utilizar solo cables verdes o amarillos**.

Ejemplo

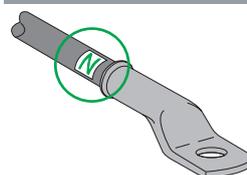


IEC 61439-1
§ 8.6.6

4 Todos los conductores tipo neutro del circuito principal debe ser fáciles de identificar por su marca o color. Si la identificación se hace por color, utilizar solo azul claro:

- En toda la longitud de los cables
- En los extremos y la conexión para las barras sin revestimiento o barras flexibles aisladas

Ejemplo



Etiquetado e identificación

Identificación de los conductores y bloques de conexión (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación de conductores (continuación)

Normas

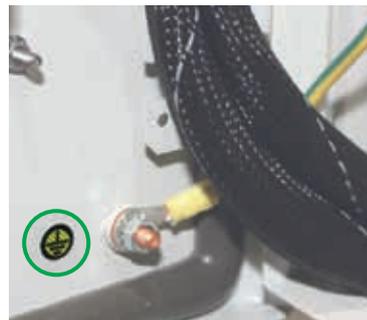
Práctica recomendada

IEC 60446

- 5** La identificación de circuitos continuos está basada en los siguientes colores:
- Azul oscuro para el polo negativo
 - Rojo para el polo positivo
- Si no utiliza cables de color, debe marcar los cables en cada extremo utilizando un manguito de color.

- 6** La patilla o punto de conexión del metal del cuadro de distribución eléctrica se debe señalar con una marca estándar de conexión a tierra.

Ejemplo



Etiquetado e identificación

Identificación de los conductores y bloques de conexión (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Identificación de bornas

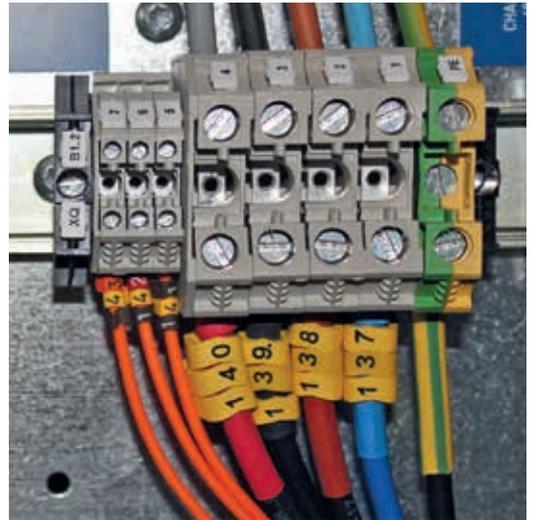
Normas

Práctica recomendada

1

Todas las bornas se deben marcar. Los terminales también se deben marcar. Los puntos de entrada y de salida de los cables deben estar claramente indicados en el cable en un medio visible que no se pueda alterar en el tiempo.

Ejemplo



Etiquetado e identificación

Etiquetas de advertencia

Ensamblado del cuadro de distribución

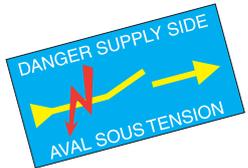
Etiquetas de advertencia

Normas

Práctica recomendada

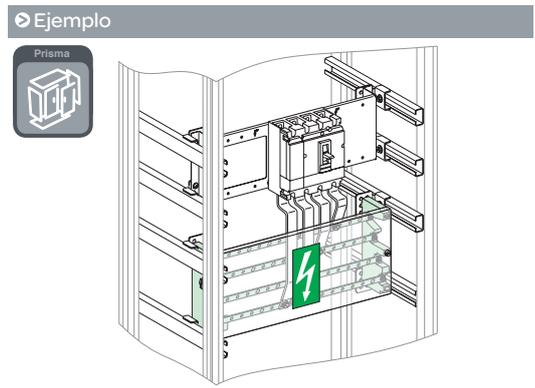
1 Coloque una etiqueta de advertencia en los aparatos que reciben el suministro de los terminales de conexión de la parte inferior (terminales aguas abajo en tensión). Colóquela en el lado derecho del aparato:

- En la puerta
- Cerca de las áreas de conexión



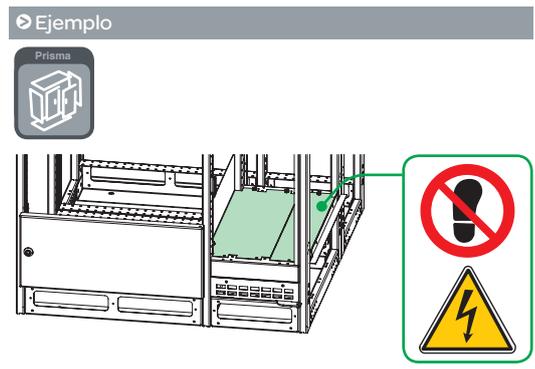
La etiqueta debe estar siempre visible desde el exterior.

2 Colocar una etiqueta de advertencia "peligro eléctrico" en las barreras que impiden el acceso a piezas en tensión.



Etiqueta "Peligro eléctrico" colocada en barreras aisladas de un repartidor de barreras por etapas 160/630 A de 4 polos.

3 Coloque una etiqueta de advertencia (símbolos "Prohibido caminar" y "Peligro eléctrico") en la forma protectora de un juego de barras instalado en la parte inferior del cuadro de distribución.



Etiquetado e identificación

Hoja de verificación del control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control presentada no es exhaustiva.

Enumera las verificaciones mínimas requeridas y se puede completar dependiendo de la organización en el taller o de las recurrencias de los defectos encontrados.

Espacio mínimo requerido			
Puntos de control		Recursos de control	Autocontrol
<input checked="" type="checkbox"/>	> Identificación del ensamblado ⁽¹⁾	> Normas 61439-1 y -2, especificaciones del cliente	<input type="checkbox"/>
	> Identificación de aparatos, botones pulsadores, indicadores, etc.	> Normas 61439-1 y -2, especificaciones del cliente	<input type="checkbox"/>
	> Identificación de conductores (control y potencia)	> Normas 61439-1 y -2, especificaciones del cliente	<input type="checkbox"/>
	> Calidad de las etiquetas y su fijación	> Normas 61439-1 y -2, especificaciones del cliente	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Instrucción y etiquetas de advertencia	> Normas 61439-1 y -2, especificaciones del cliente	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	> Identificación de cables y terminales de conexión del cliente	> Normas 61439-1 y -2, especificaciones del cliente y guía de instalación	<input type="checkbox"/>

(1) Lo que las normas IEC 61439-1 e IEC 61439-2 estipulan sobre la identificación del montaje:

- Identificación del nombre del fabricante del montaje.
- Designación del tipo o número de identificación o cualquier otra forma de identificación que permita obtener la información relevante del fabricante del ensamblado.
- Formas de identificación de la fecha de fabricación.
- IEC 61439-1 e IEC 61439-2 (se debe identificar la parte específica a "-1 o -2").

Objetivos

- ➔ Asegura la trazabilidad del equipo
- ➔ Garantiza el cumplimiento de identificación establecido en las normas IEC 61349-1 e IEC 61349-2
- ➔ Garantiza la durabilidad de los identificadores (p.ej., las etiquetas)
- ➔ Facilita las operaciones de mantenimiento y los cambios en la instalación

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla

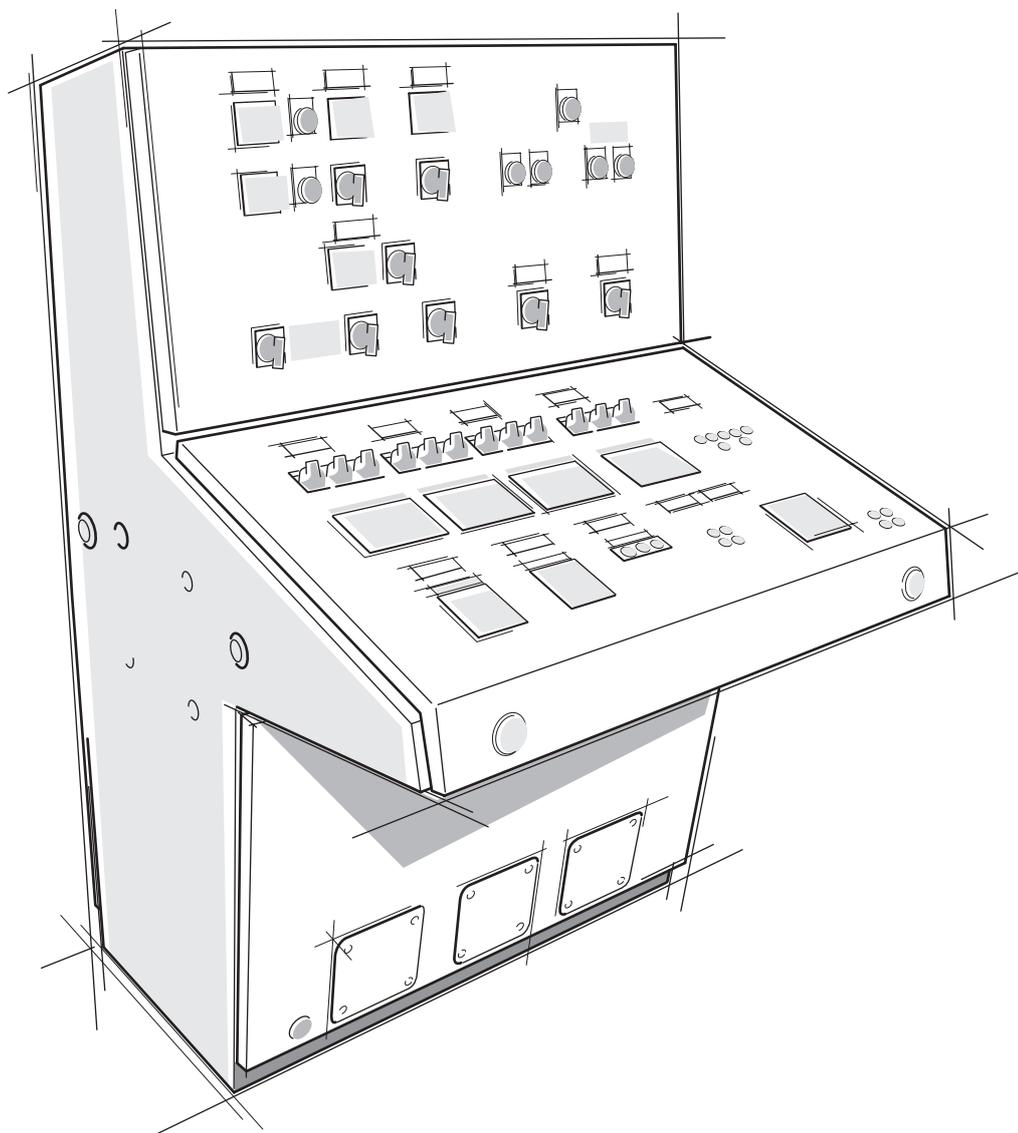




Control final en taller

Contenido

Qué indica la norma IEC 61439-1 en relación con las inspecciones de calidad	1/165
Sistema de calidad recomendado por Schneider Electric	1/166
Hoja de las comprobaciones que deben llevarse a cabo durante el control final	1/167
La marca CE	1/169
Declaración de conformidad	1/170
Formulario de verificación individual	1/171



Control final en taller

Qué indica la norma IEC 61439-1 en relación con las inspecciones de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución



Verificación individual

La verificación individual ha sido diseñada para detectar los defectos materiales y de fabricación y verificar que el **conjunto** fabricado funciona adecuadamente. Se lleva a cabo en todos los **conjuntos**.

Los **cuadristas** deben determinar si la rutinas deben ejecutarse durante y/o después de la fabricación.

Si es necesario, la verificación individual debe verificar la disponibilidad de la verificación del diseño.

La verificación incluye las dos categorías siguientes:

1 Verificación de la "Construcción"

(ver los apartados 11.2 a 11.8 de la norma IEC 61439)

- 1 Grado de protección de las envolventes
- 2 Distancias de aislamiento y líneas de fuga
- 3 Protección contra choque eléctrico e integridad de los circuitos de protección
- 4 Integración de los componentes incorporados
- 5 Circuitos eléctricos internos y conexiones
- 6 Bornes para conductores externos
- 7 Funcionamiento mecánico

2 Verificación de "Comportamiento"

(ver los apartados 11.9 a 11.10 de la norma IEC 61439)

- 1 Propiedades dieléctricas
- 2 Cableado, comportamiento de empleo y funcional



¿Cuál es el riesgo de no llevar a cabo el control final (durante y/o después de la fabricación)?

- El sistema de calidad no cumple con la norma
- Cliente insatisfecho
- Instalación peligrosa
- Impacto negativo en la reputación del cuadrista y el fabricante
- Mayores costes de intervención
- Pérdidas operativas (interrupción de la continuidad del servicio)
- Pérdidas financieras

Control final en taller

Sistema de calidad recomendado por Schneider Electric

Ensamblado del cuadro de distribución

Organización de las verificaciones de calidad

Organice verificaciones de calidad (verificaciones personales) **en todo el proceso de instalación y ensamblado del cuadro de distribución**, desde la aceptación de los componentes hasta la entrega del cuadro de distribución (ver la hoja de comprobación de control de calidad de la página opuesta).



Ventajas

- Mayor participación de los operarios
- Trazabilidad mejorada
- Optimización de las reglas de instalación

Por ejemplo, el apriete de los embarrados debe comprobarse al final del proceso de fabricación (implica el desmontaje de láminas, con la dedicación temporal significativa que supone esta acción).

Realización de un control final

En un **área protegida dedicada a este objetivo** (especialmente durante las comprobaciones eléctricas).

Nota: el control final debe llevarlo a cabo personal cualificado y autorizado.



Documentos necesarios para el control final

- Hoja de las comprobaciones de calidad (verificaciones personales) llevadas a cabo en todo el proceso de instalación y montaje del cuadro de distribución
- Informe de control final
(Ver el ejemplo proporcionado en la guía de la página 2/6)
Nota: debe completarse en función de las especificaciones y los requisitos del cliente.
- Otros documentos útiles: notificación de no conformidad, hoja de comprobación de los componentes que faltan, medida de calidad, etc.
(Ver los ejemplos proporcionados en la guía de la página 2/2)
- Archivo de fabricación
- Guía de aparamenta
- Documentación técnica

> Para obtener más información acerca del control final en taller, puede consultar la "Guía de inspección de calidad" que han escrito nuestros expertos.

Control final en taller

Hoja de las comprobaciones que deben llevarse a cabo durante el control final

Ensamblado del cuadro de distribución

Comprobación de que las verificaciones personales se han llevado a cabo o se han validado en todo el proceso de montaje e instalación (por ejemplo, por parte del controlador de la línea de producción)

 Puntos de control	 Recursos de control	 Control final
Verificaciones de conformidad		
<ul style="list-style-type: none"> > Números de columna e identificación > Tipo > Dimensiones > Conformidad del panel frontal, diagrama de bloques > Aparatos de manipulación 	<ul style="list-style-type: none"> > Archivo del plano del ensamblado > Especificaciones del cliente 	<input checked="" type="checkbox"/>
Verificaciones visuales		
<ul style="list-style-type: none"> > Pintura (color, homogeneidad, acabado) > Ausencia de rasguños y deformaciones 	<ul style="list-style-type: none"> > Inspección visual 	<input checked="" type="checkbox"/>
Marco, estructura		
<ul style="list-style-type: none"> > Funcionamiento de las puertas, oscilación de los paneles frontales > Bloqueos (tipo, funcionamiento) > Grado de protección IP 	<ul style="list-style-type: none"> > Prueba de funcionamiento > Especificaciones, inspección visual > Inspección visual, guía técnica 	<input checked="" type="checkbox"/>
Aparamenta		
<ul style="list-style-type: none"> > Posición > Sujeción > Características: rango nominal, poder de corte > Identificación y marcado > Distancia de aislamiento de seguridad > Operaciones mecánicas > Señalización mecánica (posición de prueba, estado de conexión, etc.) > Procedimiento de conexión y extracción > Percutor > Accesibilidad de la aparamenta > Capacidad de conexión en terminales y extensiones > Accesibilidad para la conexión > Bloqueo, facilidad de manejo 	<ul style="list-style-type: none"> > Inspección visual > Inspección visual > Especificaciones, inspección visual > Especificaciones, inspección visual > Guía técnica > Prueba de funcionamiento > Prueba de funcionamiento > Prueba de funcionamiento > Prueba de funcionamiento > Inspección visual > Inspección visual > Inspección visual > Inspección visual 	<input checked="" type="checkbox"/>
Embarrados		
<ul style="list-style-type: none"> > Sección de los embarrados > Aparato de arco interno y revestimiento > Soporte de los embarrados (número y dispositivo de sujeción) > Identificación > Conformidad de los bloques de unión 	<ul style="list-style-type: none"> > Guía técnica > Archivo de especificaciones y planos del cliente > Guía técnica > Archivo de especificaciones y planos del cliente > Guía técnica 	<input checked="" type="checkbox"/>
Cables y barras flexibles		
<ul style="list-style-type: none"> > Sección y características de los conductores > Conformidad del modo de instalación (sujeción, bordes afilados, etc.) > Aislamiento de la alimentación auxiliar > Protección CEM 	<ul style="list-style-type: none"> > Guía técnica > Guía técnica > Guía de ensamblado e instalación y guía de comunicaciones > Guía de ensamblado e instalación y guía de comunicaciones 	<input checked="" type="checkbox"/>
Conexión		
<ul style="list-style-type: none"> > Conformidad y calidad de las conexiones atornilladas (por ejemplo, cobertura y tipo de cierre) > Apriete y marcado > Calidad del engastado 	<ul style="list-style-type: none"> > Guía técnica 	<input checked="" type="checkbox"/>
Protección de las personas		
<ul style="list-style-type: none"> > Barra de tierra (sección y sujeción) > Trenzas de conexión a tierra > Formas > Continuidad del enlace > IP de la aparamenta de medida (sujetados a las puertas) > Obturadores ciegos > Tapas y protectores de los terminales > Sujeción de los separadores de protección 	<ul style="list-style-type: none"> > Guía técnica y guía técnica del ensamblado 	<input checked="" type="checkbox"/>
Distancias de aislamiento de seguridad		
<ul style="list-style-type: none"> > Distancia de aislamiento > Líneas de fuga 	<ul style="list-style-type: none"> > Guía de ensamblado e instalación e inspección visual > Guía de instalación y ensamblado 	<input checked="" type="checkbox"/>

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



Control final en taller

Hoja de las comprobaciones que deben llevarse a cabo durante el control final (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

 Puntos de control	 Recursos de control	 Control final
Comprobación de aislamiento (circuito de potencia)		
	> Megaohmímetro	<input checked="" type="checkbox"/>
Conformidad eléctrica		
<ul style="list-style-type: none"> > Orden de las fases > Tensiones, polaridades de control > Distribución de las polaridades (conexiones entre columnas) 	<ul style="list-style-type: none"> > Prueba de fases > Pruebas eléctricas, voltímetro > Pruebas eléctricas, voltímetro 	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Pruebas funcionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Secuencia de funcionamiento (controles y señalización) > Comprobación de la transferencia fuente > Enclavamiento eléctrico y mecánico > Comprobación de las órdenes de apertura / cierre de las unidades > Pruebas de disparo (defectos) > Informe (OF-SDE-SD) > Señalización (luces de señalización, etc.) > Inyección en la protección y las medidas (valores, etc.) 	> Consolas de prueba, banco de pruebas de inyección, etc.	
<p>Medida y protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Pruebas de protección (disparo por fallo, etc.) > Inyección en la aparatura de medida (Pa, PWH, etc.) > Dirección de arrollamiento del transformador de corriente 	> Pruebas eléctricas	
<p>Ajustes de la aparatura (supervisores de circuitos, protección, etc.)</p>	> Documentación técnica	
<p>Automatización y comunicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> > Direccionamiento del equipo > Pruebas de red (lectura/escritura) > Verificación de las entradas/salidas de los autómatas programables (PLC) > Validación de los PLC (siguiendo las especificaciones técnicas) 	> Especificaciones del cliente	
Limpieza y preparación de las columnas		
Documentación relacionada con el cuadro de distribución		
<ul style="list-style-type: none"> > Planos de construcción de cuadros de distribución > Documentos de mantenimiento e instalación > Guías de aparatura > Lista de carencias 		
Embalaje		
<ul style="list-style-type: none"> > Conformidad del paquete > Conformidad del embalaje 	<ul style="list-style-type: none"> > Lista de embalaje > Condiciones contractuales 	



Objetivos

- ➔ Evitar tener que repetir el proceso desde el principio
- ➔ Cumplir las especificaciones del cliente al pie de la letra
- ➔ Proporcionar un producto de alta calidad, sin defectos, desde la fase de diseño hasta el envío



Control final en taller

Marca CE (Unión Europea)

Ensamblado del cuadro de distribución

Declaración de conformidad

Normas

IEC 61439-1
IEC 61439-2

Práctica recomendada

1

El cuadrista emite la declaración de conformidad del equipo. Tiene la obligación de preparar el archivo de equipo técnico que atestigüe esta conformidad. Para facilitar la emisión de la declaración de conformidad, mediante una producción sencilla de todas las pruebas, el cuadrista debe llevar a cabo lo siguiente:

- Utilizar un sistema de cuadro de distribución probado según lo establecido en la norma IEC 60439-1
- Cumplir las instrucciones de instalación y ensamblado
- Disponer de un sistema de calidad de tipo ISO 9000

Ejemplo



El sistema Prisma Plus está conforme y lleva la marca CE en el embalaje.

Recomendación

Poner visiblemente la marca CE en el equipo o su embalaje no resulta indispensable. Puede aparecer únicamente en los documentos que acompañan el equipo. Añada una declaración a estos documentos informando al cliente la conformidad con las directivas aplicables.

- Para cada proyecto, emita y guarde una "declaración de conformidad CE" (ver el ejemplo a continuación)
- Cree un archivo técnico que incluya lo siguiente:
 - La descripción del equipo
 - Una prueba de conformidad con las directivas (informes de prueba de los equipos individuales e inspección, hoja de productos utilizados con la marca CE)
- El acceso a estos documentos debe restringirse exclusivamente a las autoridades de auditoría, durante el periodo legal de 10 años posterior a la venta



Declaración de conformidad

La sociedad Schneider Electric España, S.A. declara que las configuraciones previstas y descritas en su Catálogo de envolventes y sistemas de instalación, del sistema funcional Prisma:

- Cofrets y armarios Prisma hasta 630 A
- Armarios Prisma P hasta 4.000 A

Equipados con aparataje **Schneider Electric** y sus sistemas de instalación, repartición y conexionado prefabricado de la marca **Schneider Electric**, tales como:

Juego de barras Linergy BS, BW, LGY & LGYE, repartidores Linergy FM, FC, DP, DX FX, conexiones prefabricadas, de potencia y otros componentes del Catálogo **Schneider Electric** han superado, en conformidad a la norma IEC 61439-1 y -2, las 12 verificaciones de diseño correspondientes.



- 1. Verificación de la resistencia de los materiales y partes (10.2)
- 2. Verificación del grado de protección de las envolventes (10.3)
- 3. Verificación de la distancia de aislamiento y líneas de fuego (10.4)
- 4. Verificación de la protección contra los choques eléctricos e integridad de los circuitos de protección (10.5)
- 5. Verificación de la integración de los equipos de conexión y de los componentes (10.6)
- 6. Verificación de los circuitos internos y conexiones (10.7)
- 7. Verificación de los bornes para conductores externos (10.8)
- 8. Verificación de las propiedades dieléctricas (10.9)
- 9. Verificación de calentamiento (10.10)
- 10. Verificación de la resistencia soportada a cortocircuito (10.11)
- 11. Verificación de la compatibilidad electromagnética (10.12)
- 12. Funcionamiento mecánico (10.13)

Un cuadro de distribución ensamblado por el fabricante del conjunto (cuadrista) con el sistema funcional Prisma y la aparataje **Schneider Electric** de baja tensión, siguiendo las instrucciones de ensamblado del fabricante descritas en las hojas de ensamblado de cada componente en los catálogos de aparataje, envolventes y sistemas de instalación, así como realizando y superando las 9 verificaciones individuales que indica la Norma IEC 61439-1 y -2, es conforme a dicha Norma, ofreciendo una referencia de calidad y de seguridad. El total cumplimiento de la Norma IEC 61439-1 y -2, asegura el cumplimiento de los requerimientos de seguridad para personas y bienes exigidos por la directiva europea (Directiva de baja tensión 2006/95/CE), condición necesaria para el obligatorio marcado CE, para la libre puesta en el mercado del cuadro. La norma de IEC 61439-1 y -2, está presente dentro de REBT (reglamento de baja tensión) y sus diferentes guías técnicas de aplicación.

Control final en taller

Formulario de Verificación individual

Ensamblado del cuadro de distribución

A realizar por la empresa montadora del cuadro

Fabricante del ensamblado / Manufacturer sets:

Dirección / Address:

Fabricante original/ Original Manufacturer:

Verificación individual - informe de errores / Routine check - error report

Cliente / Customer: N.º de informe / N.º of inform:

Proyecto / Project: Ref. del cliente / Ref. Customer:

Identificación del cuadro de distribución / Id switchboard: Ref. del proyecto / Ref. Project:

Equipo / Equipment: Índice de revisión / Review Index:

Cantidad / Quantity:

N.º de plano / N.º of Plan:

Programa de verificaciones / Program check

Las verificaciones individuales se llevan a cabo en conformidad con la norma UNE-EN 61439

Individual checks is made in accordance with the UNE-EN 61439

1. Construcción / Construction

Hecho / Done

a. Grado de protección de las envolventes / degree of protection V

b. Distancias de aislamiento y líneas de fuga / isolation distances and vanishing line V

c. Protección contra descargas eléctricas e integridad de los circuitos de protección / lightning protection and integrity protection circuit V & T

Si control eléctrico, indica el valor en ohmios del contador de referencia / if power control indicate ref. of the meter

d. Incorporación de componentes integrados / integration of embedded components V

e. Conexiones y circuitos eléctricos internos / internal electrical circuits and connection V & T

f. Terminales para conductores externos / terminals for external conductors V

g. Operación mecánica / mechanical operation T

V : visual / visual
T : prueba

2. Prestaciones / Performance

a. Propiedades dieléctricas / dielectric properties T

Ref. Analizados / Ref. Analyzed

Circuitos / Circuit		Circuitos principales / Main circuits	Elementos auxiliares / Aux. element
Tensión nominal de aislamiento Ui / Rated insulation voltage Ui	V		
Tensión de prueba dieléctrica / Dielectric test voltage	V		

Opción: hasta 250 A, la prueba dieléctrica puede sustituirse por pruebas de aislamiento bajo 500 V /

Option: up to 250 A, dielectric test can be resplaced by insulating test under 500 V:

Circuito / Circuit		Circuitos principales / Main circuit	Elementos auxiliares / Auxiliares
Tensión nominal / Voltage			
Valor de aislamiento / Value isolated			

b. Cableado, funcionamiento y prestaciones operativas / wiring, operation and operational performance T

Comentarios / Comments:

Después de superar las pruebas anteriores, el ensamblado de la apartamenta de BT en consideración está conforme con la norma UNE-EN 61439.
Having passed the tests above, the LV switchgear assemblies manufactured complies with the requirements of the UNE-EN 61439.

Representante del cliente / Customer Representative Inspector de calidad / Quality Inspector Gestor de calidad / Quality Manager

Fecha / Date Fecha Visto bueno / Aprobación

Visto bueno / Aprobación Visto bueno / Aprobación

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla





Embalaje

Contenido

Introducción	1/173
Definición	1/174
Preparación	1/176
Embalaje	1/177
Marcado	1/179
Envío	1/180
Hoja de comprobación para control de calidad	1/181



Embalaje

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

Teoría

Ejemplo



Sugerencia

Determinados criterios relacionados con el cliente y el envío al lugar de instalación justifican la elección de un embalaje adecuado conforme con las especificaciones definidas por el SEI (Industrial Packing Union) y diseñadas por profesionales del embalaje industrial.

1

El embalaje debe proteger de forma eficaz el equipo contra posibles impactos mecánicos y riesgos de oxidación y corrosión durante el transporte, la carga, la descarga y el almacenamiento.

El embalaje debe proporcionar también una protección excelente del panel frontal e incluir la información fundamental (peso total, dimensiones de la caja, dirección de envío, etc.).

Para poder elegir el embalaje más adecuado, deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- Destino final de envío
- Entorno ambiental en el cual debe almacenarse el equipo (temperatura, humedad, mal tiempo, polvo, impactos)
- Tiempo de almacenamiento en la salida y la llegada
- Procesos de manipulación (carretilla elevadora, grúas, pórticos, etc.)
- Modo de transporte utilizado (camión, contenedor, barco, avión, etc.), condiciones de transporte y países de tránsito
- Peso del equipo
- Nivel de fragilidad del equipo
- Tipo de recubrimiento (pintura, acero inoxidable, etc.)
- Centro de gravedad
- Los posibles puntos de elevación o la ausencia de puntos de elevación

La persona que se encarga de la propuesta es responsable de enumerar los requisitos de embalaje y transporte y las restricciones de manipulación.

Ejemplo

Por norma general, **Schneider Electric** recomienda que los cuadros de distribución se envíen columna por columna. No obstante, el envío puede realizarse en lotes de dos columnas, colocadas una al lado de la otra. En tal caso, el cliente debe dar su consentimiento por escrito y deben tomarse medidas especiales:

- Evitar cualquier deformación del ensamblado durante el transporte o la manipulación
- Asegurar la accesibilidad al lugar de instalación
- Desconectar las columnas en el lugar de instalación, si es necesario

Embalaje

Definición

Ensamblado del cuadro de distribución

Definición del embalaje

Normas

Teoría

Sugerencia

Las especificaciones proporcionadas por el SEI definen varias categorías de embalaje, numeradas como 1, 2, 3, 4, 7 y 8. Cada categoría corresponde a un determinado tipo de equipo y posiblemente a un modo de transporte relacionado.

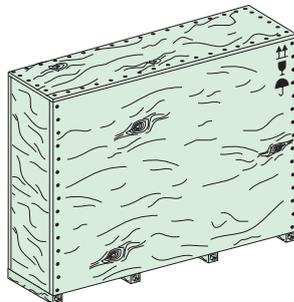
Algunos tipos de film de poliestireno no pueden utilizarse para embalar componentes electrónicos debido a la presencia de posibles problemas electrostáticos.

- 1 Las categorías de embalaje 3 (contenedores) y 4 (cajas) son las que se utilizan más a menudo para embalar los cuadros de distribución. Las condiciones de transporte, climáticas y de almacenamiento definen la protección que debe proporcionarse al equipo:
- **Embalaje SEI3b:** las columnas están protegidas por un recubrimiento o un film de poliestireno en un contenedor hecho a partir de listones o contrachapado. El tiempo de almacenamiento es inferior a tres meses



Embalaje SEI3b

- **Embalaje SEI4c:** este tipo de embalaje se utiliza en condiciones difíciles de transporte, climáticas y de almacenamiento (exportación, transporte marítimo, almacenamiento largo, etc.). Las columnas quedan protegidas bajo un recubrimiento al vacío sellado por calor, con un relleno de desecantes embolsados. El ensamblado se instala en una caja contrachapada o de madera ventilada. Normalmente, la caja y su contenido no debe pesar más de 5 toneladas. El tiempo de almacenamiento es superior a tres meses



Embalaje SEI4c

Embalaje

Definición (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Definición del embalaje (continuación)

Normas

Teoría

2 Una caja de embalaje viene determinada por su volumen: longitud, anchura y altura (siempre en este orden). Las dimensiones se proporcionan siempre en **cm**.
La determinación del volumen de un embalaje debe tener en cuenta la capacidad interna necesaria para proteger y acolchar el equipo.

3 Es esencial un buen acolchado para proteger el equipo frente a posibles impactos mecánicos. Se trata de asegurar el equipo del interior de la caja en toda su longitud, anchura y altura. Si el equipo tiene que ser trasladado con una carretilla elevadora, resulta fundamental prestar especial atención a la constitución de la parte inferior de la caja. Si se utiliza una eslinga, es muy importante poner algún tipo de acolchado bajo la cubierta para evitar la deformación que puede causar el apriete de las eslingas o las bridas durante la elevación.

4 El material utilizado para la caja (cartón, madera, contrachapado, etc.) depende del destino y del modo de transporte elegido. Cuando el equipo tiene un peso elevado o cuando el transporte se realiza por barco, es preferible utilizar cajas de madera, que protegen mejor el equipo en caso de impacto.

5 Las cajas deben estar ventiladas e incluir cubiertas dobles que eviten la entrada de agua (por inundación, lluvia, etc.) por la parte superior. Las paredes interiores deben estar recubiertas con papel Kraft impermeable, resistente a la humedad.

Embalaje

Preparación

Ensamblado del cuadro de distribución

Preparación antes del embalaje

Normas

Práctica recomendada

1 No debe embalsarse ningún equipo sin permiso expreso del inspector de calidad a cargo del proyecto.

2 Antes de su embalaje, debe limpiarse el cuadro de distribución y quitarse el polvo, en el interior y en el exterior:

- Utilice una aspiradora para quitar el polvo del interior y el exterior de la columna
- Limpie las caras externas de la columna con un disolvente neutro que no dañe la pintura y el plástico
- Compruebe el estado de los accesorios (ausencia de marcas o de suciedad, etc.) y límpielos si es necesario
- Lleve a cabo retoques en la pintura, si es necesario



No realice la limpieza con soplos de aire, dado que esta acción puede proyectar partículas, virutas u otros restos y hacer que se acumulen en zonas bajo tensión.

3 Antes de cerrarse las puertas, asegúrese de que las barreras (formas), las placas prensaestopas y otros accesorios que puedan haberse extraído para facilitar las operaciones de inspección o limpieza se hayan recolocado correctamente.

4 Tras la limpieza, compruebe que no haya quedado ningún cuerpo extraño en el interior del cuadro de distribución (herramientas, tornillos y tuercas) que pueda evitar que éste funcione correctamente.

5 Reúna conjuntamente toda la documentación relacionada con el cuadro de distribución:

- Un conjunto de planos actualizados al final de la inspección
- La lista de todos los accesorios y equipo por separado (cierres, cableado, etc.)
- Los manuales técnicos de la aparatenta
- Las guías de instalación
- Los manuales del ensamblado:
 - Para la aparatenta
 - Para la envolvente
- La lista de todas las piezas que faltan

Ejemplo



Eliminación de polvo con una aspiradora

Embalaje

Embalaje

Ensamblado del cuadro de distribución

Embalaje

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Los procedimientos pueden ser distintos en función de la organización específica de cada cuadrista y de las restricciones impuestas en cada país.

- 1** Siga las instrucciones acerca de los procedimientos en el taller y las especificaciones especiales para embalar aparata y accesorios susceptibles de ser suministrados por separado:
- Todo equipo que no pueda suministrarse con el conjunto a causa de su elevado peso o su dificultad de manejo (transformador de tensión, rectificador, interruptor de alta potencia, batería, conexiones prefabricadas, etc.)
 - Los cables para conectar varias columnas
 - Los cierres adicionales (acoplamiento de columnas, bloques de unión, etc.)
 - Cualquier panel que deba instalarse tras la conexión in situ (paneles de techo)
 - Los sistemas de canalización prefabricados
 - Los componentes móviles (rejillas de ventilación, placas, barreras de arco interno, etc.)

En función de los procedimientos definidos por el cuadrista y aceptados por el cliente, algunos componentes de panel de cobertura, como techos y rejillas de ventilación, no pueden montarse en su ubicación final, simplemente se fijan en el interior de las columnas. Asegúrese de que los accesorios o los componentes extraíbles están colocados correctamente en su sitio y que no existe riesgo de posibles daños en la columna durante la manipulación o el transporte. Accesorios como los tornillos o las juntas, que aseguran el grado de protección IP, las piezas de repuesto, los manuales técnicos de los dispositivos o el resto de documentos (planos, especificaciones, etc.) pueden suministrarse por separado. Debe asociarse a cada envío una nota de envío que enumere todos los componentes de forma detallada.

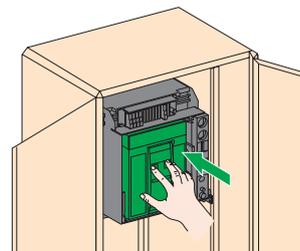
- 2** Compruebe que la aparata extraíble está insertada y bloqueada correctamente.



Compruebe que todos los componentes están fijados correctamente. Cierre y bloquee la puerta (si es posible).

Los accesorios para cerrar y trasladar las puertas deben permanecer accesibles y deben estar bien visibles y asegurados.

Ejemplo



Embalaje

Embalaje (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

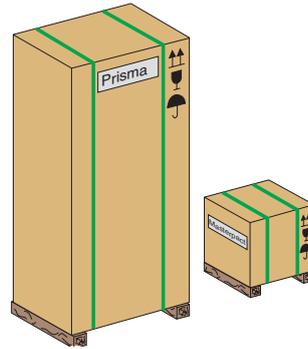
Embalaje (continuación)

Normas

Práctica recomendada

- 3** Se recomienda embalar los aparatos pesados por separado, para evitar cualquier posible riesgo de deformación de los soportes y por consiguiente asegurar que las columnas sean mucho más estables durante la manipulación. Identifique claramente, en cada aparato, la columna en la cual debe instalarse.

Ejemplo



NFH0321

- 4** Embalaje de la columna o las columnas en función del tipo de recubrimiento elegido:

Recubrimiento de poliestireno (embalaje SEI3b):

- Proteja la columna o las columnas con un recubrimiento o film de poliestireno
- Si es necesario, coloque protecciones en los ángulos de las piezas laterales, inferior o superior
- Proteja los accesorios o los aparatos que sobresalgan (indicadores, tiradores o manetas de las puertas, etc.)
- Coloque la caja de madera
- Marque la caja

Recubrimiento sellado por calor (embalaje SEI4c):

- Proteja la columna o las columnas con un recubrimiento sellado por calor
- Proteja los accesorios o los aparatos que sobresalgan (indicadores, tiradores o manetas de las puertas, etc.)
- Coloque tantos desecantes embolsados como sea necesario. Deben estar conformes con la norma NFH0321. Si las bolsas pueden reciclarse, incorporen las condiciones de reciclado. Las bolsas deben tener un indicador de estado
- Extraiga el aire del recubrimiento utilizando una aspiradora y cierre el recubrimiento completamente mediante sellado por calor utilizando el clip adecuado
- Coloque la caja de madera
- Marque la caja

Nota: para los periodos de almacenamiento largos, debe planificar inspecciones regulares para comprobar y sustituir las bolsas desecantes.

! Sugerencia

Pueden instalarse protecciones adicionales en la aparamenta de montaje en puerta (indicadores, aparatos de medida).

Embalaje

Marcado

Ensamblado del cuadro de distribución

Marcado dentro del cuadro de distribución

Normas

Práctica recomendada

1 Las cajas deben tener la información de marcado básica (peso total, dimensiones, dirección de envío, etc.).

2 Las condiciones de manipulación, transporte y almacenamiento deben aparecer rotuladas en cada caja conforme a lo establecido en las prácticas internacionales. Los principales símbolos utilizados son los siguientes:

Símbolo	Descripción	Descripción
	Frágil	El contenido de la caja es frágil. Debe manipularse con precaución
	No utilizar ganchos	Queda prohibido el uso de ganchos para elevar la caja
	Superior	Indica la dirección "Superior" de la caja
	Posición de la eslinga	Indica la posición en la cual deben colocarse las eslingas para levantar la caja
	Mantener seco	La caja debe permanecer en un entorno seco
	Centro de gravedad	Indica la posición del centro de gravedad de la caja y su contenido
	No utilizar carretillas elevadoras	Indica que se prohíbe utilizar carretillas elevadoras

Embalaje

Envío

Ensamblado del cuadro de distribución

Envío

Normas

Práctica recomendada

Sugerencia

Pueden que se solicite documentación específica en función del país de destino. Infórmese acerca de los requisitos del cliente y las prácticas locales.

1 El inspector de calidad debe comprobar la conformidad del embalaje antes de autorizar su transporte.

2  **Remita el archivo de envío por correo postal al cliente.**

Debe incluir:

- Una copia del albarán de envío
- Un conjunto de planos actualizados al final de la inspección
- La lista de todos los accesorios y equipo por separado (cierres, cableado, etc.)
- Las guías de instalación
- Los manuales técnicos de la aparamenta
- Los manuales de montaje:
 - Para la aparamenta
 - Para la envolvente
- La lista de todas las piezas que faltan

Nota: si se solicitan, se proporcionarán los informes de inspección y prueba.

3 Antes de realizar el envío, asegúrese de que el cliente está preparado para la recepción del equipo y defina conjuntamente los procedimientos de entrega y aceptación (lugar, equipo utilizado in situ, fecha de envío, nombre, número de teléfono, dirección de correo electrónico, etc. de la persona encargada del contacto).

4 Compruebe con el cliente que el personal (cualificación, autorización de acceso, etc.) y el equipo embalado puedan acceder al lugar de instalación (altura y anchura de las puertas, altura hasta el techo, etc.).

5 Compruebe con el cliente que el peso del montaje no supere el peso permitido de los accesorios de manipulación (anillas de elevación) y los medios de transporte utilizados.

Nota: Vea el contenido del capítulo 10 – "Manipulación y transporte".

Embalaje

Hoja de comprobación para control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control que se presenta no es exhaustiva.

En ella se enumeran las comprobaciones mínimas necesarias y puede completarse en función de la organización del taller y/o la recurrencia de los defectos detectados.

Comprobaciones mínimas necesarias			
	Puntos de control	Recursos de control	Control personal
☑	> Tipo de embalaje	> Guía de instalación, especificaciones del cliente	<input type="checkbox"/>
☑	> Contenido del paquete	> Lista de embalaje	<input type="checkbox"/>
☑	> Limpieza del interior de la envolvente		<input type="checkbox"/>
☑	> Accesorios suministrados por separado	> Lista de embalaje	<input type="checkbox"/>
☑	> Dispositivos de enchufe		<input type="checkbox"/>
☑	> Las indicaciones y los símbolos vinculados al transporte (frágil, parte superior/inferior, etc.)	> Procedimiento/Normas	<input type="checkbox"/>
☑	> Presencia y conformidad de la documentación del envío	> Archivo del proyecto	<input type="checkbox"/>

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



Objetivos

- ➔ Debe garantizarse una protección eficaz adecuada al equipo
- ➔ Debe garantizarse la identificación eficaz de las instrucciones de transporte (información y advertencia)
- ➔ Debe garantizarse la trazabilidad
- ➔ Debe garantizarse que el transporte y el almacenamiento se lleven a cabo sin que se produzcan daños en el equipo





Manipulación y transporte

Contenido

Introducción	1/183
Manipulación	1/184
Transporte	1/186
Instrucciones	1/189



Manipulación y transporte

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Introducción

Normas

Teoría

1 Las columnas se han diseñado para funcionar en posición vertical. Su arquitectura se ha diseñado para soportar cargas mecánicas resultantes del peso de la armadura y los conductores para la instalación vertical. Por lo tanto, las columnas deben manipularse y transportarse en vertical, para evitar esfuerzos mecánicos anómalos durante el transporte.

Deben moverse con mucho cuidado antes o después de ser desmontadas. El motivo es que el centro de gravedad de la mayor parte del equipo a menudo se sitúa en la parte superior, con lo que se incrementa el riesgo de volcado del ensamblado hacia adelante o hacia atrás durante la manipulación. También existe riesgo de volcado lateral en los ensamblados de poca anchura. Deben tomarse todas las medidas necesarias para limitar estos riesgos.

Evite los movimientos bruscos e innecesarios de las columnas.



Nunca estacione cerca de la carga durante la carga o descarga.

Manipulación y transporte

Manipulación

Ensamblado del cuadro de distribución

Manipulación con una carretilla elevadora o un transportador de palés

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Cada columna debe situarse también en un palé y zócalos para facilitar su movimiento durante el proceso de fabricación, o después del mismo.

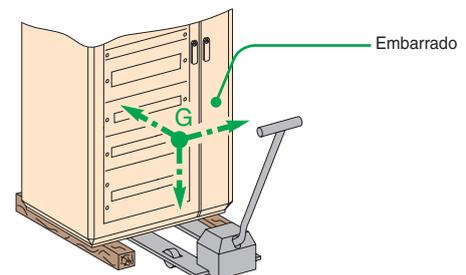
- 1 La instalación de travesaños y zócalos debajo de cada columna permite garantizar lo siguiente:
 - Una mejor estabilidad durante el montaje y el cableado
 - Una manipulación sencilla con una carretilla elevadora o un transportador de palés
 - La prevención de posibles daños en la pintura de protección de la envolvente
 - La prevención de posibles daños en el revestimiento del suelo del taller
 - La colocación del embalaje en los travesaños para el transporte

- 2 Las horquilla del equipo de elevación deben colocarse en el equipo que va a transportarse según:
 - La posición de su centro de gravedad
 - Los componentes de montaje o estructurales de mayor resistencia

- 3 Las columnas deben elevarse con cuidado y deben amarrarse al sistema de manipulación. Se recomienda la participación de dos operarios si el movimiento de la columna debe realizarse en presencia de obstáculos o áreas difíciles. El segundo operario comprueba visualmente que la columna esté en su lugar y anticipa los posibles riesgos en la ruta.

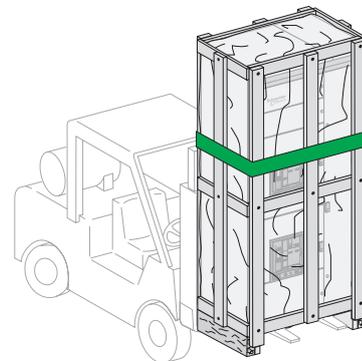
Ejemplo

Para una columna formada por un embarrado, los puntos de elevación se giran hacia la posición de los embarrados.



G: posición del centro de gravedad

Ejemplo



Manipulación y transporte

Manipulación (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Manipulación utilizando una grúa pórtico o un puente-grúa con desplazamiento

Normas

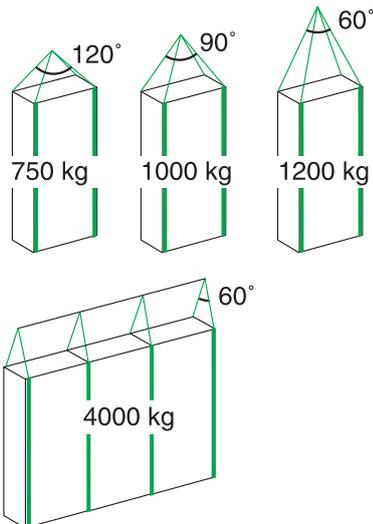
Práctica recomendada

- 1 Si se utiliza una grúa pórtico o un puente-grúa con desplazamiento que requiera la elevación de la columna desde la parte superior, deben utilizarse eslingas en buen estado y con una capacidad de resistencia suficiente. Deben conectarse a las anillas de elevación específicas de la envolvente y disponerse siguiendo las instrucciones del fabricante. La longitud de las eslingas debe ajustarse a las dimensiones del cuadro de distribución de tal modo que se asegure que el ángulo formado no sea superior a 60° .

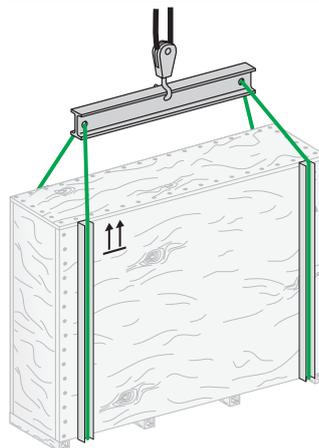
- 2 Por regla general, la manipulación se lleva a cabo progresivamente, una columna detrás de otra. Cuando los cubículos adyacentes no puedan separarse, compruebe la calidad de las conexiones mecánicas entre ellos y utilice una viga elevadora.

Ejemplo

La carga máxima que pueden aguantar las anillas de elevación se indica en los manuales de ensamblado.



Ejemplo



Manipulación y transporte

Transporte

Ensamblado del cuadro de distribución

Transporte

Normas

Práctica recomendada

1 La columna debe transportarla hasta el lugar de instalación o almacenamiento únicamente un transportista experimentado y cualificado. En función del acuerdo comercial y las normativas en vigor en el país de destino, el transportista puede ser considerado responsable si se observan daños tras realizarse la entrega.

2 Para la exportación, deben aplicarse las normativas en vigor en el país de destino, especialmente por lo que respecta al tipo de embalaje autorizado. Debe obtenerse información acerca de las formalidades de aduana.

3 Además de las fuerzas debidas a oscilaciones e impactos, es necesario tener en consideración el riesgo de caída, volcado, desplazamiento lateral y colisión. Para evitar posibles daños, se recomienda no superar los valores señalados a continuación:

Riesgo	Valores recomendados
Sacudidas verticales	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de transporte: por carretera/aéreo/fluvial o marítimo• Esfuerzo soportable: amplitud entre 200 y 300 m/s² (es decir, de 20 a 30 g)
Caída libre	<ul style="list-style-type: none">• Carretera y transporte aéreo: altura máxima de caída = 100 mm• Transporte fluvial o marítimo: altura de descenso. = 300 mm
Vibraciones (frecuencia propia)	<ul style="list-style-type: none">• Transporte por carretera: < 9 Hz máx., 7,5 mm de amplitud• Transporte aéreo y marítimo: < 200 Hz, máx. 40 m/s² (es decir, 4 g)
Esfuerzo horizontal	<ul style="list-style-type: none">• Transporte por carretera: < 2,7 m/s• Transporte aéreo y marítimo: no aplicable

Manipulación y transporte

Transporte (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

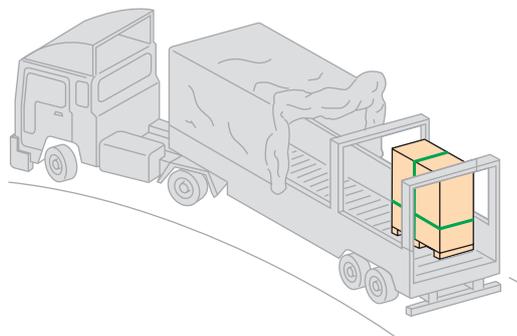
Transporte (continuación)

Normas

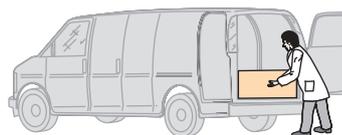
Práctica recomendada

- 4** Calce el embalaje para evitar su desplazamiento durante el transporte. Utilice bridas o cables de acero. Para los cables de acero, utilice cuñas intermedias (por ejemplo, maderas) para evitar dañar las cajas por el rozamiento o la tensión del cable. Al cargar o descargar las cajas, el vehículo de transporte debe permanecer en un terreno estable, con el freno de mano colocado. Es importante verificar que el suelo sea estable.

Ejemplo

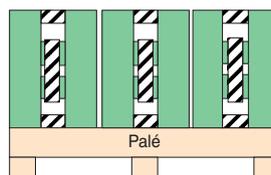


Tras la carga, compruebe que la caja esté adecuadamente calzada y amarrada en el camión, para evitar cualquier tipo de daño durante el transporte.



Los cofrets deben dejarse preferentemente planos, para el transporte. Asegúrese de situar los paneles frontales de los cofrets (el lado frágil) mirando hacia arriba. No deben apilarse las cajas.

Si no resulta posible transportar los cofrets horizontalmente, pueden colocarse de forma vertical en un palé protegiendo los paneles frontales con un material de acolchado adecuado y cubriendo la caja con film de plástico.



▨ Acolchado (poliestireno, madera, etc.)

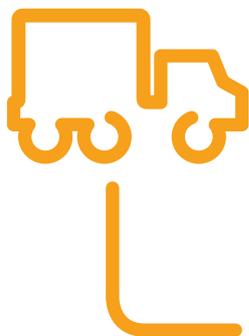
■ Envoltente

- 5** **Recomendaciones para los transportistas:**
- Schneider Electric** recomienda la verificación de los aspectos siguientes conjuntamente con el transportista:
- Que las cajas estén correctamente calzadas durante el transporte
 - Que el vehículo de transporte no se encuentre estacionado en áreas en las cuales las condiciones climatológicas no se correspondan con las restricciones de este tipo para el almacenamiento de las cajas

Manipulación y transporte

Instrucciones

Ensamblado del cuadro de distribución



Deben aplicarse las instrucciones de seguridad y las reglas de trabajo que se aplican a la empresa y/o la unidad de producción.



Instalación y puesta en servicio

Contenido

Introducción	1/191
Protección de los cuadros de distribución y puesta en servicio	1/192
Hoja de comprobación para control de calidad	1/194



Instalación y puesta en servicio

Introducción

Ensamblado del cuadro de distribución

Este capítulo se centrará en las operaciones que el cuadrista tendrá que llevar a cabo in situ para sus clientes

No se incluyen las operaciones de instalación específicas de las conexiones del cliente, el direccionamiento de los cables, etc. y relativas al instalador

Como parte del servicio proporcionado al cliente, es posible que los cuadristas tengan que llevar a cabo operaciones de instalación o puesta en servicio del cuadro de distribución que hayan suministrado (recepción y aceptación del equipo in situ, instalación de cuadros de distribución, bloques de unión).



Precauciones que deben tomarse antes del pedido

- Diseñar una oferta, asegurándose de lo siguiente:
- Que las limitaciones del servicio se hayan definido claramente
- Que se conocen todos los documentos de referencia (condiciones de acceso a las sedes de las fábricas, por ejemplo)
- Determinar los recursos logísticos que deben establecerse (descarga, manipulación)
- Determinar si las inspecciones y las pruebas deben llevarse a cabo in situ
- Determinar las autorizaciones y las cualificaciones necesarias
- Tener en cuenta los requisitos de calidad específicos



Recepción y manipulación del equipo tras la entrega in situ

Recepción del equipo

Cuando llegue el equipo y antes de su manipulación, debe verificarse que las cajas y el embalaje utilizados para el transporte están en buenas condiciones y que no falte ningún paquete. Si el embalaje muestra cualquier señal de impacto o manipulación incorrecta, debe verificarse, en presencia de un agente autorizado de la empresa de transporte, que el contenido del paquete no presente daños aparentes.

Descarga

Descargue los paquetes pequeños utilizando accesorios y equipo de manipulación adaptados al paquete que debe descargarse.

Descargue los contenedores y/o los paquetes con un puente-grúa, una grúa o un cabestrante, utilizando eslingas de tipo "Estrobo" en fibra sintética trenzada proporcionadas por el transportista o el cliente.

Manipulación en suelo

Utilice una carretilla adaptada especial para realizar la manipulación de las columnas entre el punto de descarga y el lugar de almacenamiento, antes de desembalar y montar.

Instalación y puesta en servicio

Protección de los cuadros de distribución y puesta en servicio

Ensamblado del cuadro de distribución



Protección de los cuadros de distribución antes de la instalación

Cuando el equipo tenga que permanecer almacenado antes de su montaje, se recomienda tomar las medidas de precaución necesarias para evitar cualquier riesgo de deterioro del suministro.

1 Embalaje de serie (tapa y/o caja de cartón)

- Asegúrese de que la sala tiene las condiciones atmosféricas adecuadas para verificar que no se producen variaciones de temperatura repentinas y que la sala dispone de una ventilación adecuada para evitar la condensación
- Asegúrese de que la sala no sea polvorienta
- Asegúrese de que el suelo sea plano y con una cobertura que garantice que no está sujeto a humedad latente
- Coloque el equipo verticalmente en palés o cuñas para facilitar la circulación de aire y la sujeción por parte del equipo de manipulación
- Coloque y sujete las tapas de protección de manera que:
 - Drenen el agua (posibles fugas)
 - Retengan los restos de polvo
 - Permitan la circulación de aire
- No cambie el estado de protección con posterioridad (elevación, desgarre)
- Utilice componentes adicionales para proteger los laterales expuestos a impactos cercanos a las vías de acceso en el área de almacenamiento
- Marque el material almacenado de manera que resulte fácil de encontrar en condiciones de exceso de manipulación o ante la obligación de reducir las condiciones de embalaje originales
- Compruebe con regularidad que las medidas tomadas posibilitarán el mantenimiento de su estado de calidad original

2 Embalaje marítimo (SEI4c) o embalaje semi-marítimo (SEI3c)

- Asegúrese de que la sala tiene las condiciones atmosféricas adecuadas para verificar que no se producen variaciones de temperatura repentinas y que la sala dispone de una ventilación adecuada para evitar la condensación
- Asegúrese de que el suelo sea plano y con una cobertura que garantice que no está sujeto a humedad latente
- Coloque el equipo de forma que facilite la circulación de aire y la sujeción por parte del equipo de manipulación
- Utilice componentes adicionales para proteger los laterales expuestos a impactos cercanos a las vías de acceso en el área de almacenamiento
- Marque el material almacenado de manera que resulte fácil de encontrar en condiciones de exceso de manipulación o ante la obligación de reducir las condiciones de embalaje originales
- Compruebe con regularidad que las medidas tomadas posibilitarán el mantenimiento de su estado de calidad original

Instalación y puesta en servicio

Protección de los cuadros de distribución y puesta en servicio (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución



Protección de los cuadros de distribución después de la instalación y antes de su activación

Si el lugar de instalación es muy polvoriento, mantenga los cuadros de distribución libres de polvo cubriéndolos con una tapa o una lámina de plástico

Proporcione protección adicional en las caras expuestas al tránsito y los impactos

Si los cuadros de distribución deben almacenarse durante un plazo largo de tiempo, acondicione el interior de la columna con calefactores de 100 a 200 W instalados en el compartimento de los cables



Puesta en servicio

Comprobaciones preliminares

Fundamentos

- Lleve a cabo todas las operaciones de inspección y prueba siguiendo un programa de verificación in situ
- Diseñe el informe y preséntelo para su firma

Precauciones y medidas

Antes de la puesta en tensión de los cuadros de distribución:

Retire todas las protecciones especiales (láminas, tapas de protección contra el polvo, etc.) que deberían haberse utilizado durante el periodo de conexión del cuadro de distribución.

Comprobaciones mecánicas

- Limpie el cuadro de distribución, asegurándose de que no existan cuerpos extraños que provoquen efectos adversos en el funcionamiento correcto del ensamblado (cables sueltos, cierres, residuos metálicos, herramientas, etc.)
- Compruebe todos los enlaces mecánicos (ensamblado en suelo, etc.) y las conexiones eléctricas (instalación y conexión de los conductores, esfuerzos mecánicos en las extensiones de conexión, etc.)
- Compruebe la reubicación de los componentes de cobertura, las placas prensaestopas, etc. (conformidad de IP) o el bloqueo de los ejes de direccionamiento de los cables
- Compruebe las distancias de aislamiento, especialmente en el bloque de unión de los embarrados, los terminales de conexión de los cables cliente y también la recolocación de las barreras de compartimentación, los paneles de cobertura, etc.
- Compruebe el funcionamiento mecánico de la aparatura, los aparatos de seguridad (enclavamiento, etc.)

Comprobaciones y pruebas eléctricas

- Compruebe la continuidad del conductor de protección (enlace entre células)
- Ejecute una medida general del aislamiento del cuadro de distribución (desconecte los enchufes de toma a tierra del cuadro de distribución y todo el equipo que sea sensible a estas pruebas)
- Compruebe el orden de las fases (alimentación y alimentador)
- Conecte el cuadro de distribución y compruebe las secuencias operativas de los circuitos

Conexión

- Vuelva conectar a tierra el conjunto
- Asegúrese de que toda la aparatura esté en posición abierta
- Si es necesario, lleve a cabo ajustes en la aparatura (emisiones térmicas u otros aparatos de supervisión y control)
- Conecte gradualmente los circuitos

Instalación y puesta en servicio

Hoja de comprobación para control de calidad

Ensamblado del cuadro de distribución

Recursos de control	Control personal
Antes de la puesta en servicio	
Embalaje y almacenamiento	
> Compruebe que no se hayan dañado las cajas y el embalaje durante el transporte	<input type="checkbox"/>
> Retire el embalaje lo más cerca posible del lugar de instalación	<input type="checkbox"/>
Precauciones de almacenamiento: Almacene el cuadro de distribución en un lugar seco y ventilado, protegido de: mal tiempo, temperaturas extremas (calor/frío), vapor, polvo, agentes químicos, etc.	
Preparación del lugar de instalación	
> El lugar de instalación del cuadro de distribución debe estar limpio y tener una inclinación inferior a 2 mm/m	<input type="checkbox"/>
> Mantenga un espacio libre mínimo detrás del cuadro de distribución, para permitir la ventilación natural	<input type="checkbox"/>
> Mantenga un espacio libre mínimo delante del cuadro de distribución, para permitir que las puertas se abran completamente	<input type="checkbox"/>
Si la conexión se lleva a cabo por la parte posterior:	
> Mantenga un espacio libre mínimo delante del cuadro de distribución, para permitir que las puertas se abran completamente	<input type="checkbox"/>
Si la conexión se lleva a cabo por la parte superior:	
> Mantenga un espacio libre mínimo encima del cuadro de distribución, para permitir la conexión de las eclisas (embarrados horizontales)	<input type="checkbox"/>
Si la conexión se lleva a cabo por la parte inferior:	
> Proporcione espacio suficiente para la conexión de los cables, con un radio de curvatura mínimo (entre 6 y 8 veces el diámetro externo de los cables)	<input type="checkbox"/>
Identificación	
> Compruebe la identificación del cuadro de distribución	<input type="checkbox"/>
> Compruebe la identificación de los cables	<input type="checkbox"/>
Sujeción y ensamblado	
> Mantenga la conformidad con los puntos de ensamblado en suelo	<input type="checkbox"/>
> Utilice kits de acoplamiento entre las columnas	<input type="checkbox"/>
> Mantenga la conformidad con el grado de protección (IP)	<input type="checkbox"/>
Conexiones eléctricas y cables de potencia	
> Compruebe la calidad de la conexión de la eclisa (embarrado horizontal)	<input type="checkbox"/>
> Compruebe la calidad de la conexión entre los conductores de protección	<input type="checkbox"/>
> Compruebe el direccionamiento de los cables auxiliares entre las columnas	<input type="checkbox"/>
> Compruebe la entrada del terminal de conexión a tierra	<input type="checkbox"/>
> Mantenga las distancias de aislamiento (14 mm/min)	<input type="checkbox"/>
> Fije los cables lo más cerca posible de las conexiones	<input type="checkbox"/>
> Compruebe el cableado por circuito y fije los cables a las barras-bridá	<input type="checkbox"/>
> Inserte las placas prensaestopas (prensaestopas)	<input type="checkbox"/>
> Compruebe que los cables no estén en contacto con el juego de barras	<input type="checkbox"/>
> Compruebe que los cables estén protegidos frente a bordes afilados	<input type="checkbox"/>
> Mantenga un radio de curvatura mínimo entre 6 y 8 veces el diámetro exterior del cable	<input type="checkbox"/>
> Compruebe la calidad de la conexión y el engastado	<input type="checkbox"/>
> Utilice tornillería de clase 8,8 (par recomendado)	<input type="checkbox"/>
> Utilice barniz de marcado para validar el apriete eléctrico	<input type="checkbox"/>
> Respete la estructura de las formas	<input type="checkbox"/>
Nota: si se utilizan cables de aluminio, utilice interfaces o terminales de dos metales.	
Otras comprobaciones	
> Bloqueo mecánico de la apartamenta	<input type="checkbox"/>
> Inspección visual de la pintura y las superficies exteriores. Efectuar todos los retoques necesarios	<input type="checkbox"/>
> Lubricar las uniones	<input type="checkbox"/>
> Registro de las verificaciones efectuadas (nombre, fecha, observaciones, etc.)	<input type="checkbox"/>

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



Instalación y puesta en servicio

Hoja de comprobación para control de calidad (continuación)

Ensamblado del cuadro de distribución

Nota: la lista de puntos de control que se presenta no es exhaustiva.

En ella se enumeran las comprobaciones mínimas necesarias y puede completarse en función de la organización del taller y/o la recurrencia de los defectos detectados.

 Recursos de control	 Control personal
Puesta en servicio (primera operación de conexionado)	
La puesta en servicio del cuadro de distribución debe efectuarla obligatoriamente un técnico cualificado	
> Compruebe que los accesorios de conexión a tierra hayan sido desmontados	
> Mida el aislamiento (mínimo 500 V CA y 1000 Ohm/V) ⁽¹⁾	<input type="checkbox"/>
> Compruebe que la rotación de fases sea correcta	<input type="checkbox"/>
> Conecte los circuitos de potencia uno tras otro	<input type="checkbox"/>
> Lleve a cabo todos los ajustes de protección (unidades de control electrónico, etc.)	<input type="checkbox"/>
> Asegúrese de que las cargas se suministran con potencia y que funcionan correctamente	<input type="checkbox"/>
> Asegúrese de que la aparamenta (control, medida, protección, informes remotos, etc.) funciona	<input type="checkbox"/>
> Compruebe que los mecanismos de enclavamiento funcionan	<input type="checkbox"/>
> Ejecute las pruebas y ajustes de comunicación (para cuadros de distribución inteligentes)	<input type="checkbox"/>
(1) Si es necesaria una medida dieléctrica, debe aplicarse un coeficiente de decalaje.	

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



→ Apéndices Hojas extraíbles

Una ayuda básica para los operarios del taller

Apéndices

Hojas extraíbles

Ensamblado del cuadro de distribución 1/1

2 Apéndices

Hoja:

Pares de apriete 2/2

Engastado 2/3

Formulario tipo:

Declaración de conformidad 2/6

Verificación individual 2/7

Tabla de registros de no calidad 2/8

Solicitud de acción correctiva 2/9

Lista de las piezas que faltan 2/10

Información complementaria 3/1

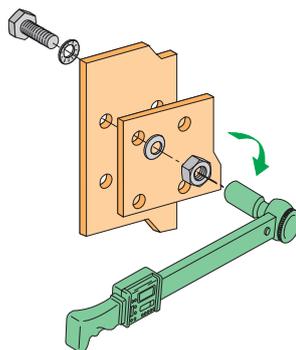
Apéndices

Hoja "Pares de apriete"

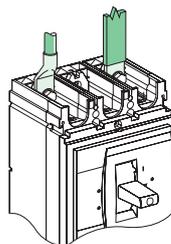
Hojas extraíbles

1

Utilice una llave dinamométrica debidamente calibrada por una entidad certificada para estar seguro de que se aplica el par de apriete que garantiza la presión de contacto adecuada (de 2 a 3 daN/mm²)



Apriete de una tuerca con hembra y un tornillo para agujero con rosca.



Debe cumplir los pares de apriete señalados por los fabricantes en el manual técnico. (ver Manual NSX y Masterpact)



El par de apriete depende del diámetro y la calidad de los cierres.

Si no existe ningún tipo de recomendación, utilice la tabla siguiente. Muestra los pares de apriete que se aplican a los tornillos de rosca de acero ISO y los tornillos inoxidables no lubricados con las características siguientes:

Clase 8,8	Re = 64 daN/mm ²	Rr = 80 daN/mm ²	Conforme con la norma E 25 030
-----------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------

Ø nominal (mm)	Rosca (mm)	Resist. media de la sección πr^2 (mm ²)	Ø máximo de perforación (mm)	Fuerza axial en el tornillo (daN)	Par de apriete al 80% del límite de elasticidad (m.daN) para tornillos de acero inoxidable conformes con T.04121-9 lubricados o de acero - Clase 8.8 no lubricados					
					Tuerca con arandela		Tuerca de base con muescas		Tuerca autofrenada (Nylstop) con arandela	
					Grower + Plana	Contacto	Acero	Cobre o alum.	Plana	Contacto
3	0,5	5,03	3,4	150	0,1	0,15	0,15	0,17	0,12	0,17
4	0,7	8,78	4,5	250	0,25	0,35	0,35	0,41	0,28	0,38
5	0,8	14,2	5,5	380	0,5	0,7	0,8	0,93	0,55	0,75
6	1	20,1	6,6	600	0,85	1,3	1,35	1,55	1	1,45
8	1,25	36,6	9	1000	1,9	2,8	2,5	2,9	2,2	3,1
10	1,5	58	11	1500	3,75	5	5	5,9	4,15	5,4
12	1,75	84,3	14	2400	6,2	7,5	7,9	9,2	7	8,3
14	2	115	16	3300	9,8	12	12,5	14,6	11	13,2
16	2	157	18	4500	15,5	18,5	18	21	17	20
18	2,5	192	20	5500	21	26	27	31	23	28
20	2,5	245	22	7100	29	37	39	45	33	41

Recordatorio: 1 m daN = 1 m kgf



No apriete los tornillos autorroscantes

Únicamente ensamblado mecánico

Para los ensamblados eléctricos deben utilizarse las tuercas de base con muescas y las tuercas autofrenadas (Nylstop).

2

Tras apretar al par, aplique un barniz acrílico tintado que sea indeleble y resistente al calor



No ajuste el apriete después de aplicar barniz al tornillo. Si debe desmontarse el montaje, sustituya los tornillos por tornillos nuevos.



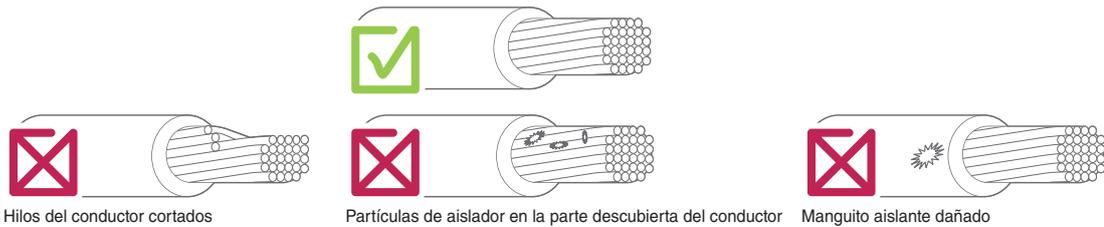
Apéndices

Hoja "Engastado"

Hojas extraíbles

1/3

1 Compruebe siempre la calidad del desgarnecimiento antes del engastado



2 Elija una herramienta de engastado que se adapte al tipo de terminal y a la sección del conductor

 **Es fundamental que la herramienta sea ajustada, revisada e inspeccionada con regularidad para obtener un engastado de alta calidad.**

3 Deben aplicarse escrupulosamente los modos de funcionamiento que se indican en las guías del usuario de la herramienta de engastado

 **Uso de una herramienta de engastado manual:**
cada operario debe utilizar únicamente la herramienta que se le haya asignado.
Si la herramienta cae al suelo, es fundamental que la compruebe un servicio de asistencia técnica.



Apéndices

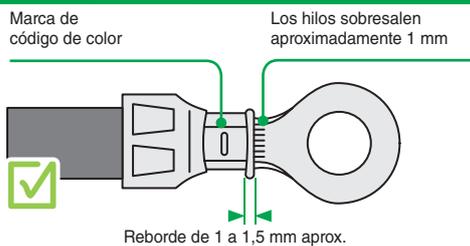
Hoja "Engastado" (continuación)

Hojas extraíbles

4

Realización de una inspección visual del engastado

Terminales con aislamiento de taller



Terminales tubulares



Defecto	Causa
---------	-------



Defecto	Causa
---------	-------



Apéndices

Hoja "Engastado" (continuación)

Hojas extraíbles

4

Realización de una inspección visual del engastado (continuación)

Contactos macho



✓ Marca de engastado centrada entre la extensión y el agujero accesorio

Contactos hembra



✓

Defecto

Causa



✗ Algunos hilos del núcleo del conductor quedan fuera de la caña



✗ Mal posicionamiento de la adaptación final, engastado no centrado adecuadamente



✗ Conductor demasiado desguarnecido

Defecto

Causa



✗ Desguarnecimiento excesivo



✗ Terminal colocado de forma incorrecta en la herramienta de engastado



✗ Algunos hilos del núcleo del conductor quedan fuera de la caña



Declaración de conformidad

La sociedad Schneider Electric España, S.A. declara que las configuraciones previstas y descritas en su Catálogo de envolventes y sistemas de instalación, del sistema funcional Prisma:

- Cofrets y armarios Prisma hasta 630 A
- Armarios Prisma P hasta 4.000 A

Equipados con aparataje **Schneider Electric** y sus sistemas de instalación, repartición y conexionado prefabricado de la marca **Schneider Electric**, tales como:

Juego de barras Linergy BS, BW, LGY & LGYE, repartidores Linergy FM, FC, DP, DX FX, conexiones prefabricadas, de potencia y otros componentes del Catálogo **Schneider Electric** han superado, en conformidad a la norma IEC 61439-1 y -2, las 12 verificaciones de diseño correspondientes.



1. Verificación de la resistencia de los materiales y partes (10.2)
2. Verificación del grado de protección de las envolventes (10.3)
3. Verificación de la distancia de aislamiento y líneas de fuego (10.4)
4. Verificación de la protección contra los choques eléctricos e integridad de los circuitos de protección (10.5)
5. Verificación de la integración de los equipos de conexión y de los componentes (10.6)
6. Verificación de los circuitos internos y conexiones (10.7)
7. Verificación de los bornes para conductores externos (10.8)
8. Verificación de las propiedades dieléctricas (10.9)
9. Verificación de calentamiento (10.10)
10. Verificación de la resistencia soportada a cortocircuito (10.11)
11. Verificación de la compatibilidad electromagnética (10.12)
12. Funcionamiento mecánico (10.13)

Un cuadro de distribución ensamblado por el fabricante del conjunto (cuadrista) con el sistema funcional Prisma y la aparataje **Schneider Electric** de baja tensión, siguiendo las instrucciones de ensamblado del fabricante descritas en las hojas de ensamblado de cada componente en los catálogos de aparataje, envolventes y sistemas de instalación, así como realizando y superando las 9 verificaciones individuales que indica la Norma IEC 61439-1 y -2, es conforme a dicha Norma, ofreciendo una referencia de calidad y de seguridad. El total cumplimiento de la Norma IEC 61439-1 y -2, asegura el cumplimiento de los requerimientos de seguridad para personas y bienes exigidos por la directiva europea (Directiva de baja tensión 2006/95/CE), condición necesaria para el obligatorio marcado CE, para la libre puesta en el mercado del cuadro. La norma de IEC 61439-1 y -2, está presente dentro de REBT (reglamento de baja tensión) y sus diferentes guías técnicas de aplicación.

Apéndices

Formulario tipo "Verificación individual"

Hojas extraíbles

A realizar por la empresa montadora del cuadro

Fabricante del ensamblado / Manufacturer sets:
 Dirección / Address:
 Fabricante original/ Original Manufacturer:

Verificación individual - informe de errores / Routine check - error report

Cliente / Customer: N.º de informe / N.º of inform:
 Proyecto / Project: Ref. del cliente / Ref. Customer:
 Identificación del cuadro de distribución / Id switchboard: Ref. del proyecto / Ref. Project:
 Equipo / Equipment: Índice de revisión / Review Index:
 Cantidad / Quantity:
 N.º de plano / N.º of Plan:

Programa de verificaciones / Program check

Las verificaciones individuales se llevan a cabo en conformidad con la norma UNE-EN 61439
 Individual checks is made in accordance with the UNE-EN 61439

1. Construcción / Construction Hecho / Done

a. Grado de protección de las envolventes / degree of protection V

b. Distancias de aislamiento y líneas de fuga / isolation distances and vanishing line V

c. Protección contra descargas eléctricas e integridad de los circuitos de protección / lightning protection and integrity protection circuit V & T

Si control eléctrico, indica el valor en ohmios del contador de referencia / if power control indicate ref. of the meter

d. Incorporación de componentes integrados / integration of embedded components V

e. Conexiones y circuitos eléctricos internos / internal electrical circuits and connection V & T

f. Terminales para conductores externos / terminals for external conductors V

g. Operación mecánica / mechanical operation T

V : visual / visual
T : prueba

2. Prestaciones / Performance

a. Propiedades dieléctricas / dielectric properties T

Ref. Analizados / Ref. Analyzed

Circuitos / Circuit		Circuitos principales / Main circuits	Elementos auxiliares / Aux. element
Tensión nominal de aislamiento Ui / Rated insulation voltage Ui	V		
Tensión de prueba dieléctrica / Dielectric test voltage	V		

Opción: hasta 250 A, la prueba dieléctrica puede sustituirse por pruebas de aislamiento bajo 500 V /
 Option: up to 250 A, dielectric test can be resplaced by insulating test under 500 V:

Circuito / Circuit		Circuitos principales / Main circuit	Elementos auxiliares / Auxiliares
Tensión nominal / Voltage			
Valor de aislamiento / Value isolated			

b. Cableado, funcionamiento y prestaciones operativas / wiring, operation and operational performance T

Comentarios / Comments:

Después de superar las pruebas anteriores, el ensamblado de la apartamenta de BT en consideración está conforme con la norma UNE-EN 61439.
 Having passed the tests above, the LV switchgear assemblies manufactured complies with the requirements of the UNE-EN 61439.

Representante del cliente / Customer Representative Inspector de calidad / Quality Inspector Gestor de calidad / Quality Manager
 Fecha / Date Fecha Visto bueno / Aprobación
 Visto bueno / Aprobación Visto bueno / Aprobación

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



Apéndices

Formulario tipo "Solicitud de acción correctiva"

Hojas extraíbles

Solicitud de acción correctiva

Solicitud de acción de:

Fecha:

Desde: Hasta:

..... Copiar a:

No-conformidad:

detectado por el cliente

detectado internamente

Producto implicado: Nombre y n.º de proyecto:

Emitido por: Fecha: Cliente:

Descripción de la no conformidad:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Sugerencias:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Respuesta

Acciones correctivas	Realizado por	Fecha

Acción correctiva establecida:

Fecha:

Control de calidad

Firma:

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



Apéndices

Formulario tipo “Lista de las piezas que faltan”

Hojas extraíbles

Lista de las piezas que faltan

Número de proyecto:

Artículo	Descripción	Cantidad

Control de calidad:
.....

Inspector de calidad:
.....

Fecha:

Por favor, haga una fotocopia de la hoja de comprobación antes de rellenarla



→ Información complementaria

Información específica y técnica adicional relativa a:

- La norma IEC
- La introducción a la guía de alimentación auxiliar (extracto)
- Técnicas de conexionado
- Técnicas de cableado
- Gestión térmica

Información complementaria

Contenido

Ensamblado del cuadro de distribución	1/1
Apéndices / Hojas extraíbles	2/1

3 Información complementaria

Presentación de la norma IEC 61439	3/2
Extracto de la guía "Alimentación auxiliar" (introducción)	3/12
Técnicas de conexionado	3/22
Técnicas de cableado	3/34
Gestión térmica de los cuadros de distribución	3/56
Documentos de referencia	3/72
Índice	3/76

Presentación de la norma IEC 61439

Contenido

Introducción	3/3
Responsabilidades	3/5
10 funciones del usuario	3/8
Preguntas y respuestas	3/10



Presentación de la norma IEC 61439

Introducción

Información complementaria

IEC 61439-x es la serie de normas de la Comisión Electrotécnica Internacional dedicadas a los conjuntos de aparamenta de baja tensión.

Esta serie de normas aporta detalles acerca de los requisitos de estos productos, a través de pruebas y otros métodos de verificación. Sustituye a la norma IEC 60439-x.

La nueva serie de normas IEC 61439-x

Hacia finales del año 2012, todas las referencias demostradas como correctas a la norma IEC 60439-x en relación con la certificación en aplicaciones de alta seguridad pasarán a ser referencias a la nueva norma IEC 61439-x:

- El propósito general es una mejor cobertura de todos los conjuntos
- La seguridad y las prestaciones en los cuadros eléctricos se mejoran mediante la clarificación o el aumento de muchos requisitos
- El concepto de sistema de conjuntos y los criterios de verificación del apriete ahora sustituyen a los términos "conjuntos probado por tipo" y "conjuntos probado por tipo parcialmente", que a menudo se utilizaban de forma incorrecta
- Presenta la misma estructura que la serie IEC 60947 (aparamenta de baja tensión)

Estructura estándar

IEC 61439-x – Conjuntos de aparamenta de BT

Reglas generales

> IEC 61439-1

(Ed.2 – 2011-08)



Cambios principales en relación con la serie IEC 60439-x:

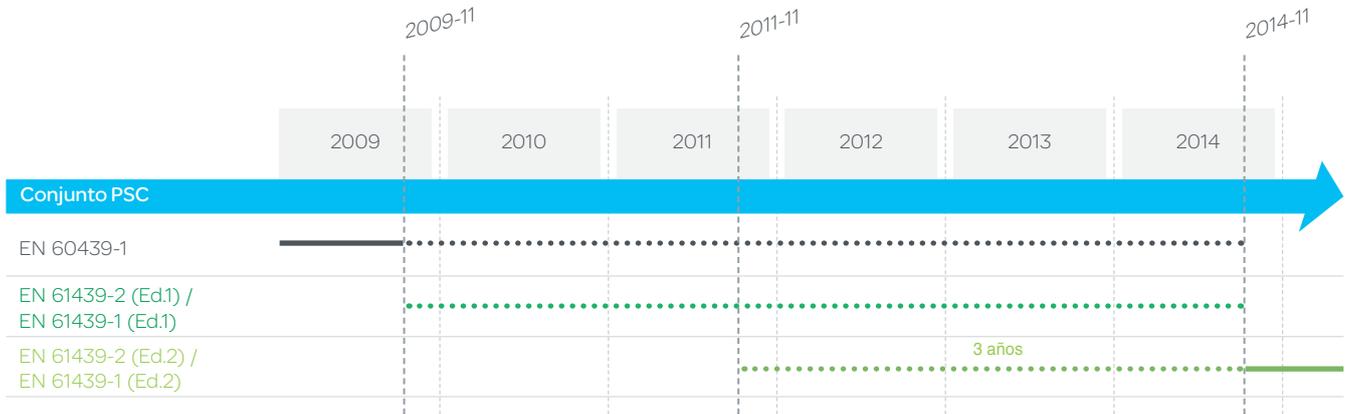
- La norma IEC 61439-2 debe leerse conjuntamente con la norma IEC 61439-1 Ed. 2, en lugar de la norma IEC 60439-1 en exclusiva, y la (próxima) norma IEC 61439-6 (Ed. 1) debe leerse conjuntamente con la norma IEC 61439-1 Ed. 2, en lugar de la norma IEC 60439-2 con la norma IEC 60439-1
- Las normas IEC 61439-2 a IEC 61439-7 citan las cláusulas aplicables de la Parte 1 y los requisitos específicos, donde los requisitos de la norma IEC 60439-1 se aplican a las Partes 2 a 5 excepto en caso que se indique lo contrario
- Las ediciones (Ed.) 2 (2011-08) de las normas IEC 61439-1 e IEC 61439-2 ya han sustituido a la edición 1 (2009-01) de las normas IEC 61439-1 e IEC 61439-2 (ambas retiradas)
- Los periodos transitorios pueden ser de aplicación cuando la implementación se realiza a nivel regional, por ejemplo en el caso de la norma europea o de las normas nacionales (por ejemplo UNE EN 61439)
- No es necesario repetir las mismas pruebas de la serie IEC 60439

Presentación de la norma IEC 61439

Introducción (continuación)

Información complementaria

Planificación temporal de la norma europea EN 60439 a EN 61439



Nota: los comités nacionales necesitarán prórrogas adicionales para convertir las normas EN a sus normas nacionales.

Alcance

IEC 61439-1

Común a todos los conjuntos de aparata de BT ("montados")

- **"Combinación de uno o más aparatos de conmutación de BT,** con equipos asociados de control, medida, señalización, protección y regulación, con todas las partes estructurales e interconexiones eléctricas y mecánicas internas" (conforme al apartado 3.1.1 de la norma IEC 61439-1)
- **Para distribuir y/o controlar energía** ("en conexión con la generación, transmisión, distribución y conversión de la energía eléctrica y para el control de los equipos de consumo de energía eléctrica", conforme al alcance de la norma IEC 61439-1)

IEC 61439-2

Conjuntos PSC (es decir, conjuntos de aparata de potencia)

- Algunos nombres bajo los cuales se conoce a este tipo de aparata: cuadros de distribución, cuadros de conmutación, MCC (centros de control motor), centros de control de potencia, conjuntos de aparata de potencia (conjunto PSC), etc.
- Para distribuir y/o controlar la energía
- Cualquier tipo de carga
- Aplicaciones industriales, comerciales y similares
- No abiertos a la manipulación por parte de todo tipo de personal

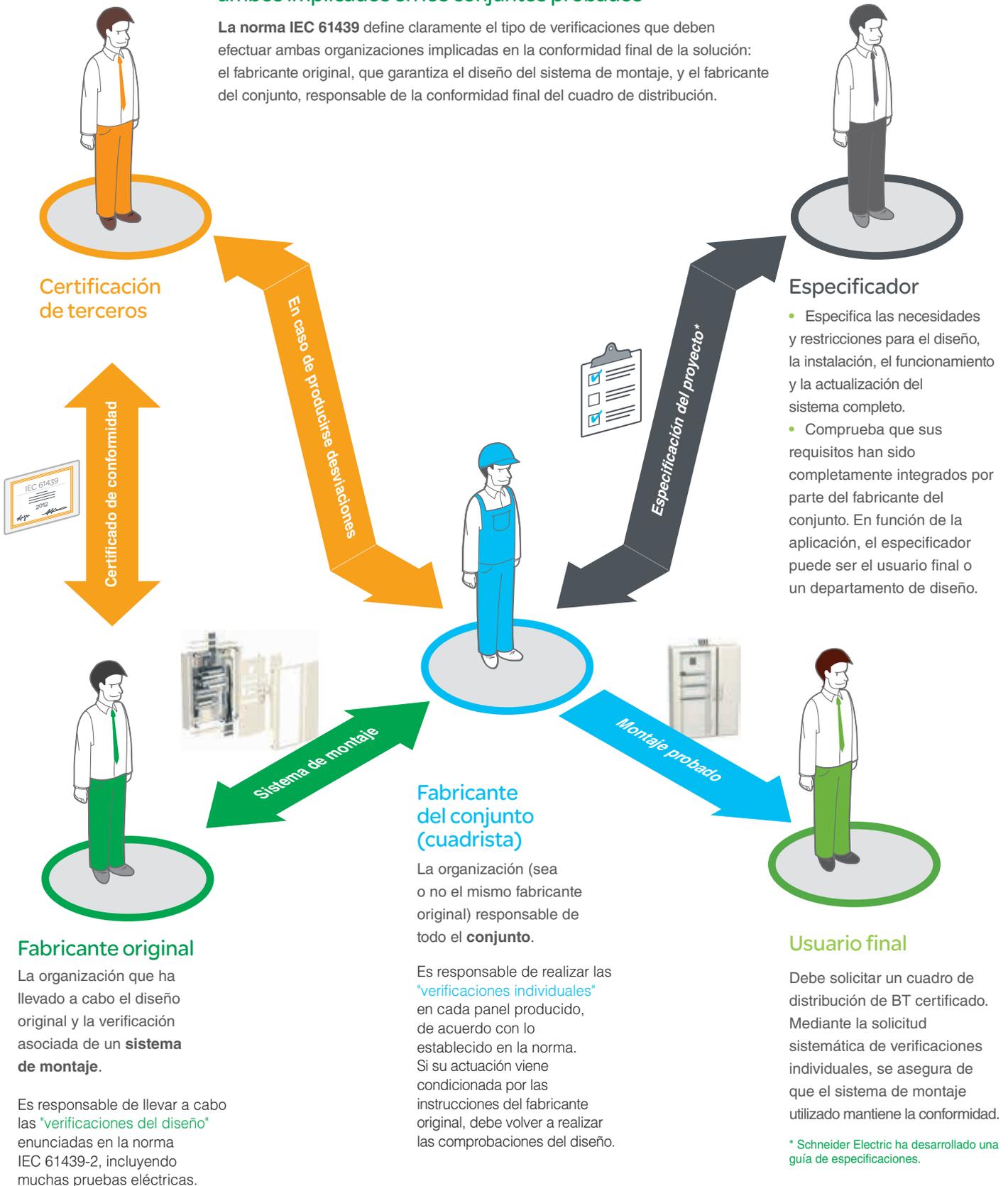
Presentación de la norma IEC 61439

Responsabilidades

Información complementaria

Fabricante original y fabricante del conjunto ambos implicados en los conjuntos probados

La norma IEC 61439 define claramente el tipo de verificaciones que deben efectuar ambas organizaciones implicadas en la conformidad final de la solución: el fabricante original, que garantiza el diseño del sistema de montaje, y el fabricante del conjunto, responsable de la conformidad final del cuadro de distribución.



Certificación de terceros

Certificado de conformidad

Especificador

- Especifica las necesidades y restricciones para el diseño, la instalación, el funcionamiento y la actualización del sistema completo.
- Comprueba que sus requisitos han sido completamente integrados por parte del fabricante del conjunto. En función de la aplicación, el especificador puede ser el usuario final o un departamento de diseño.

Fabricante original

La organización que ha llevado a cabo el diseño original y la verificación asociada de un **sistema de montaje**.

Es responsable de llevar a cabo las "verificaciones del diseño" enunciadas en la norma IEC 61439-2, incluyendo muchas pruebas eléctricas.

Fabricante del conjunto (cuadrista)

La organización (sea o no el mismo fabricante original) responsable de todo el **conjunto**.

Es responsable de realizar las "verificaciones individuales" en cada panel producido, de acuerdo con lo establecido en la norma. Si su actuación viene condicionada por las instrucciones del fabricante original, debe volver a realizar las comprobaciones del diseño.

Usuario final

Debe solicitar un cuadro de distribución de BT certificado. Mediante la solicitud sistemática de verificaciones individuales, se asegura de que el sistema de montaje utilizado mantiene la conformidad.

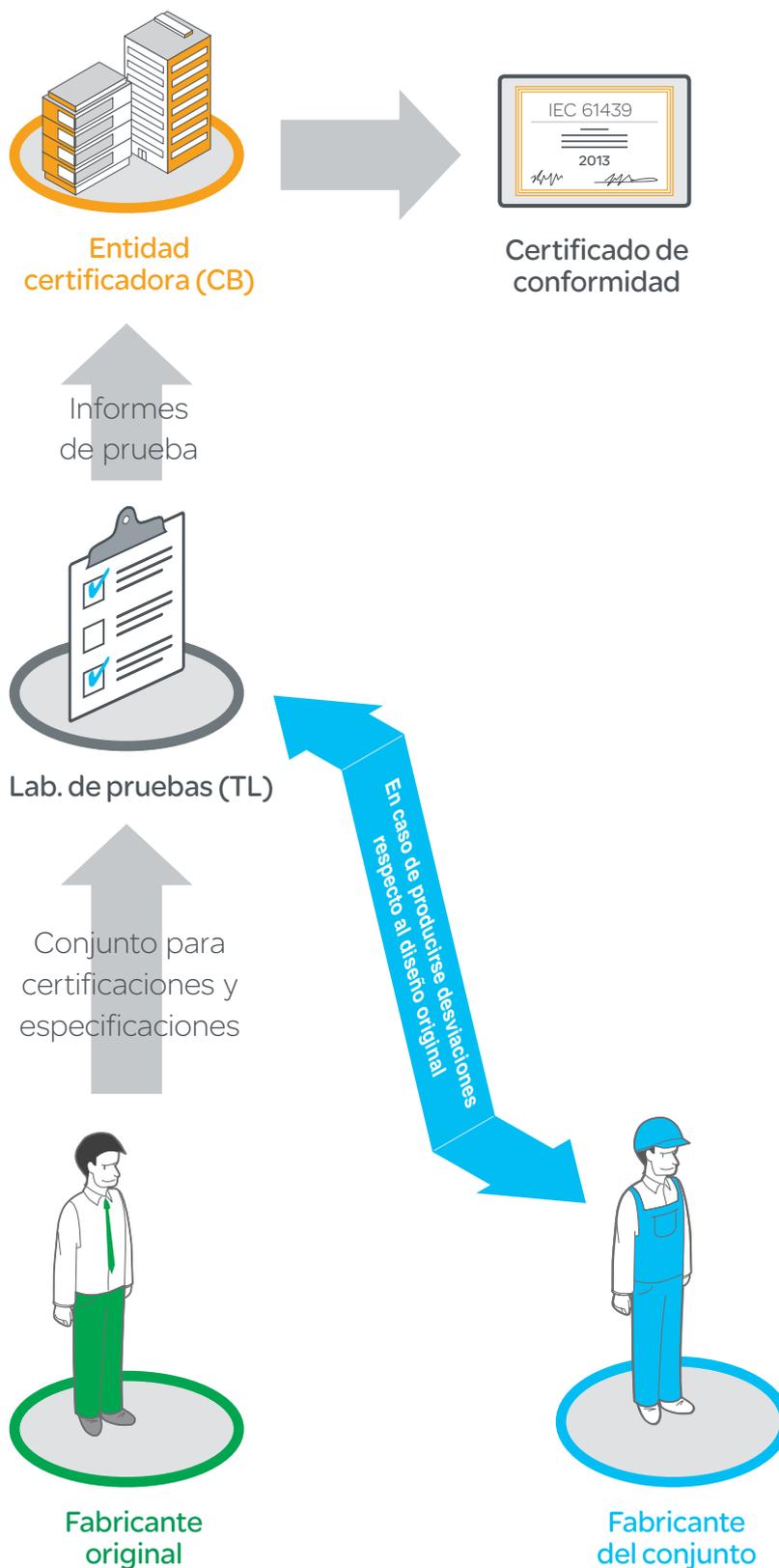
* Schneider Electric ha desarrollado una guía de especificaciones.

Presentación de la norma IEC 61439

Responsabilidades (continuación)

Información complementaria

Proceso para obtener un certificado de conformidad



Presentación de la norma IEC 61439

Responsabilidades (continuación)

Información complementaria

Sistema de montaje

Gama completa de componentes mecánicos y eléctricos, según la definición del fabricante original (envolventes, embarrados, unidades funcionales, incluyendo aparataje, terminales, etc.), que deben montarse en conformidad con las instrucciones del fabricante original, ya sea en su propia fábrica o en el lugar de instalación, para producir varios conjuntos.

Nota: un conjunto debe diseñarse, fabricarse y verificarse tratándolo como un elemento exclusivo.

Fabricante original

La organización que ha llevado a cabo el diseño original y la verificación asociada, en conformidad con la norma de montaje de aplicación.

Es responsable de llevar a cabo las "comprobaciones del diseño" enunciadas en la norma IEC 61439-2, incluyendo muchas pruebas eléctricas.

Fabricante del conjunto

- **Organización que asume la responsabilidad** de todo el conjunto, especialmente a través de las verificaciones individuales
- En el caso de un conjunto comprobado por un fabricante original y fabricado o montado por un fabricante de conjunto distinto, no es necesario repetir la comprobación del diseño, siempre que las instrucciones del fabricante original se hayan cumplido estrictamente
- En relación con sus propias disposiciones, incluyendo la selección de los componentes adecuados del sistema de montaje, el fabricante del conjunto se considerará como si fuera el fabricante original
- En este último caso, el fabricante del conjunto deberá llevar a cabo la comprobación del diseño de nuevo

Certificación de un tercero

Entre todas las opciones para aportar una prueba de fiabilidad (empezando por la declaración personal de conformidad), la **certificación de un tercero** es la única que permite crear y mantener un elevado nivel de confianza elevado, ya que no la ejecuta ni el fabricante original ni el usuario final.

El rol principal de tercero independiente sirve, por lo tanto, para garantizar que la decisión de declarar la conformidad de un conjunto, tras la prueba, se toma de forma independiente a los dictados del laboratorio de pruebas (TL), el fabricante original y/o el usuario final. Este proceso se rige por lo establecido en la guía internacional ISO/IEC 65. Implica un control total sobre los resultados del TL por parte de una entidad certificadora (CB), y este control puede solicitar la presencia de un representante de la CB para que supervise las pruebas.

Existen varios sistemas de certificación:

- Certificaciones internacionales (por ej.: IECCE)
- Certificaciones regionales (por ej.: ENEC, LOVAG)
- Certificaciones nacionales (por ej.: ASEFA, ASTA, BSI, CESI, KEMA/DEKRA, LCIE, VDE, etc.)

Nota: las certificaciones regionales y nacionales tienen su propio impacto internacional, a través de acuerdos de reconocimiento mutuo, y los certificados de conformidad relacionados se aceptan de forma generalizada.

Presentación de la norma IEC 61439

10 funciones del usuario

Información complementaria

Para cada una de las 10 funciones siguientes, la norma IEC 61439 requiere comprobaciones del diseño por parte del fabricante del conjunto (principalmente a través de pruebas) y verificaciones individuales en cada panel por parte del cuadrista, para lograr los 3 objetivos básicos: seguridad, continuidad de servicio y conformidad con los requisitos del usuario final.



Seguridad

> Resistencia a esfuerzos de tensión

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Aislamiento frente a tensiones térmicas, garantía frente a sobretensiones transitorias y temporales a través de las distancias de aislamiento, fuga y aislamiento sólido	<ul style="list-style-type: none">• Medida de distancias de aislamiento y fuga (10.4)• Prueba dieléctrica de frecuencia industrial (10.9.2)• Prueba de tensión soportada al impulso, cuando las distancias de aislamiento son superiores a los valores especificados (10.9.3)	<ul style="list-style-type: none">• Inspección visual de las distancias de aislamiento (sujeta a las condiciones de diseño y las distancias de fuga) (11.3)• Prueba dieléctrica de frecuencia industrial (11.3)

> Capacidad de conducción

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Protección frente a posible combustión mediante la limitación de las temperaturas excesivas: <ul style="list-style-type: none">• Cuando todos los circuitos tienen carga continua a su corriente asignada• Cuando todos los circuitos tienen carga continua a su corriente asignada multiplicada por su factor de diversidad asignado	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas de aumento de temperatura (10.10.2)• O comparación con un diseño de referencia probado, bajo condiciones restrictivas (10.10.3)• O, bajo condiciones muy restrictivas, cálculo con márgenes de seguridad (incluyendo un 20% de desclasificación de la aparamenta) (10.10.4)	<ul style="list-style-type: none">• Inspección visual (11.6)• Comprobación aleatoria del apriete (11.6)

> Capacidad para soportar cortocircuitos

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Resistencia a los cortocircuitos gracias a dispositivos de protección frente a cortocircuitos, coordinación de cortocircuitos y capacidad de soportar los esfuerzos resultantes de las corrientes de cortocircuito en todos los conductores	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas de cortocircuito (Icc e Icw) del circuito principal, incluyendo el conductor neutro, y el circuito de protección (10.11.5)• O comparación con un diseño de referencia probada, bajo condiciones restrictivas (10.10.3 y la tabla 13)	<ul style="list-style-type: none">• Inspección visual (11.6)

> Protección contra choques eléctricos

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Las piezas en tensión peligrosas no están accesibles (protección de aislamiento básica) y las piezas conductivas accesibles no son peligrosas para la vida de las personas (protección contra fallos y continuidad del enlace equipotencial del equipo)	<ul style="list-style-type: none">• Prueba IPXXB (10.3) y verificación de los materiales aislantes (10.2.3)• Pruebas de funcionamiento mecánico (10.13)• Comprobación de las propiedades dieléctricas (10.9)• Medida de la resistencia entre cada pieza expuesta y el terminal de enlace equipotencial (PE) (10.5.2)• Intensidad de cortocircuito del circuito de protección (10.5.3)	<ul style="list-style-type: none">• Inspección visual de la protección básica y contra fallos (11.4)• Verificación aleatoria del apriete de las conexiones del circuito de protección (11.4)

> Protección contra peligro de incendio o explosión

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Protección de las personas contra peligro de incendio: Resistencia a elementos erróneos de luminiscencia interna, a través de la selección de materiales y de diversas provisiones de diseño	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas de luminiscencia de cables (10.2.3.3)• Prueba especial conforme a la norma IEC TR 61641, donde se especifique	Ninguna

Presentación de la norma IEC 61439

10 funciones del usuario (continuación)

Información complementaria



Continuidad de servicio

> Capacidad de mantenimiento y modificación

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Capacidad para preservar la continuidad del suministro sin que disminuya la seguridad durante el mantenimiento o la modificación del conjunto. A través de una protección básica, contra fallos y piezas extraíbles opcionales	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de IP (10.3) • Pruebas de funcionamiento mecánico (especialmente para las piezas extraíbles) (10.13) 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia de los elementos de actuación mecánica (11.8) • Comprobar la protección de las personas frente a descargas eléctricas (11.4)

> Compatibilidad electromecánica

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Funcionamiento correcto y evitar la generación de perturbaciones de CEM a través de la integración de aparatos electrónicos conformes con la norma de CEM aplicable, y su instalación correcta.	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de CEM conformes a las normas del producto o las normas de CEM genéricas 	Ninguna



Conformidad con los requisitos del usuario final

> Capacidad de maniobra de la instalación eléctrica

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Funcionamiento adecuado, conforme a: <ul style="list-style-type: none"> • Las especificaciones y el diagrama eléctrico (tensiones, coordinación, etc.) mediante la selección, la instalación y el cableado de la aparatura de conmutación adecuada. • Las instalaciones físicas de funcionamiento especificadas (acceso a interfaces hombre-máquina, etc.) a través de la accesibilidad y la identificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Por inspección (10.6) • Prueba de tensión soportada al impulso de la distancia de aislamiento para las unidades extraíbles opcionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual (11.5) • Eficacia de los elementos de actuación mecánica y la prueba de funcionamiento (donde sea relevante) (11.8) y (11.10)

> Capacidad de instalación in situ

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de montaje y conexión a través de la selección o diseño de la envolvente y los terminales externos, y por medio de provisiones y documentación • Restricciones de instalación, almacenamiento, transporte y manipulación admisible 	<ul style="list-style-type: none"> • Por inspección (10.8) • Prueba de elevación, tomada de la norma IEC 62208 (10.2.5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Número, tipo e identificación de los terminales para conductores externos (11.7)

> Protección del conjunto frente a condiciones medioambientales adversas

Necesidades y requisitos de diseño	Comprobación del diseño	Verificación individual
Protección del conjunto frente a condiciones mecánicas y atmosféricas, a través de la selección de materiales y diversas provisiones de diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de IP (10.3) • Prueba de IK (10.2.6) • Prueba de corrosión (10.2.2) • Prueba de UV (únicamente entornos exteriores) (10.2.4) 	Ninguna

Presentación de la norma IEC 61439

Preguntas y respuestas

Información complementaria

1 Mi cliente me solicita una certificación IEC 60439 ¿Es posible obtenerla?

Es posible, pero no es importante, ya que la nueva norma 61439 ya es válida.

2 ¿Qué diferencia existe entre la norma IEC 61439 y las normas nacionales (como NF EN 61439, BS EN 61439, etc.)?

Por regla general, las normas nacionales corresponden a la conversión de la norma IEC en el país en cuestión. No obstante, es posible que se incorporen determinados requisitos nacionales (por ej.: la forma 4 tipo 7 de la norma BS EN).

3 ¿Tengo que estar en conformidad con la norma IEC 61439?

Por regla general, no. No obstante, determinados países o clientes imponen la conformidad con la norma. En todo caso, la conformidad con la norma es una prueba de calidad y una garantía en caso de producirse algún conflicto.

4 Si quiero ir por el camino del cálculo, ¿dónde están las fórmulas?

Todas las reglas de diseño y las fórmulas están incluidas en la nueva norma o en documentos a los cuales se hace referencia en la norma. Atención: únicamente las fórmulas incluidas en la nueva norma son de aplicación.

5 Tengo un software de cálculo no validado en relación con los documentos de referencia. ¿Puedo utilizar los resultados como prueba de conformidad?

No

6 ¿Debo utilizar una máquina de grabado específica para el marcado de la aparamenta?

La norma no define la técnica que debe utilizarse para el marcado del cuadro de distribución, pero señala que el marcado debe ser legible hasta el final de la vida útil del conjunto.

Pueden utilizarse varios métodos de grabado o impresión para solucionar este problema.

Presentación de la norma IEC 61439

Preguntas y respuestas (continuación)

Información complementaria

- 7 Supongamos una combinación de fabricante de apartamento "X" y fabricante de conjuntos "Y"
¿Cuáles son las opciones de la hoja de comprobación que deben efectuarse? Cuando estoy obligado a elegir una apartamento de la empresa "X" y montarla en un sistema de montaje de la empresa "Y", ¿qué aspectos debo tener en cuenta?

Consulte las cláusulas específicas de la norma IEC 61439, si es posible. El certificado obtenido del "fabricante original" cubre únicamente la oferta y la arquitectura para la cual se ha suministrado y comprobado específicamente.

- 8 Como usuario de un sistema probado (por ej.: Prisma), ¿qué cambios supone la norma IEC 61439 para mí?

Ningún cambio a nivel de producto, simplemente una mayor precisión en la elaboración de informes de verificaciones individuales.

- 9 Forma 4 de separación
Parece que el nuevo apartado de la norma relativo a las formas de separación señala que es posible pasar un cubrebornes de una caja moldeada como separación interna, evitando de este modo el requisito de efectuar compartimentaciones de las secciones individuales (es decir, se eliminan las puertas y las tapas seccionales).

Sí, la norma señala que las formas de separación pueden conseguirse mediante compartimentaciones, barreras, obturadores, aislamiento de piezas en tensión, o alojamiento integral de una apartamento, ya que la función de estas formas es principalmente el aislamiento entre las unidades funcionales y entre las conexiones.

- 10 La norma IEC 61439-2 es válida para las aplicaciones de CA y CC. ¿Bajo qué condiciones podemos decir que las pruebas de CA son válidas para una aplicación de CC?

Las pruebas de CA no son aplicables a una aplicación de CC, y viceversa.

Extracto de la guía “Alimentación auxiliar” (introducción)

Contenido

Introducción	3/13
Principios generales	3/14
Recomendaciones acerca de CA-CC	3/15



Este capítulo es un extracto de la información técnica que puede encontrarse en la guía de alimentación auxiliar.

Este documento está destinado a los ingenieros de equipos de BT responsables de la definición de alimentaciones auxiliares en el interior de un cuadro de distribución de BT inteligente (Smart Panel).

Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Introducción

Información complementaria



Una nueva guía

El objetivo de esta nueva guía es la definición de buenas prácticas para la alimentación auxiliar en las soluciones Smart Panel. Estas buenas prácticas se presentan en el contexto de las arquitecturas de alimentación auxiliar.

El alcance

El alcance del documento es parte de la definición de estas arquitecturas de alimentación auxiliar, es decir, únicamente se describen las arquitecturas recomendadas y aceptadas.

Por lo tanto, una solución no descrita en este documento será una solución no recomendada o no aceptada, es decir que debe considerarse como de uso prohibido.

Criterios de selección de arquitecturas

Hemos tomado en cuenta la arquitectura de la alimentación principal, así como la tensión auxiliar:

- CA o CC
- Fuente interna o externa del cuadro de distribución
- Nivel de dependencia necesario
- Aguas arriba o aguas abajo del interruptor

Todos estos criterios se han integrado en la herramienta de selección accesible desde la versión Flash de este documento.

Prerrequisitos

Este documento no es un manual de formación. Se asume que el lector es un cuadrista de baja tensión con formación.

Aunque el objetivo de esta guía no es mostrar los avances más recientes sobre el tema, se realiza un breve recordatorio acerca de los esquemas de conexión a tierra, debido a su gran relevancia.

Debe relacionarse con las arquitecturas de comunicaciones, por lo menos en términos de dependencia.

Los anexos

Para facilitar la comprensión, incorporamos el recordatorio de algunas normas internacionales. También describimos en detalle 3 ejemplos basados en las arquitecturas recomendadas.

Conclusión

En un esfuerzo para aportar claridad y comprensión para los cuadristas, hemos intentado dar mucho más protagonismo a los diagramas respecto al texto.

Introducimos también un breve glosario para clarificar el uso de determinados términos en este glosario y eliminar cualquier posible ambigüedad semántica.

No obstante, al tratarse de la primera versión, estaremos encantados de recibir el máximo número de comentarios posible.



Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Principios generales

Información complementaria



La elección de una alimentación CA o CC es un punto muy importante

①

Principio

Para que el equipo/dispositivo eléctrico funcione correctamente, requiere el suministro de energía eléctrica a una tensión que se encuentre dentro de un intervalo especificado alrededor del valor asignado. Una parte significativa del equipo que se utiliza en la actualidad, especialmente los dispositivos electrónicos e informáticos, necesitan disponer de una alimentación de calidad.

El funcionamiento correcto del equipo requiere que el nivel de influencia electromagnética en el equipo se mantenga por debajo de determinados límites.

El equipo sufre la afectación de perturbaciones en el suministro y de otros equipos en la instalación, así como las perturbaciones propias del equipo, que afectan al suministro. Estos problemas se resumen en la serie EN 61000 de normas de CEM, en las cuales se detallan los límites de las perturbaciones dirigidas.

②

Alimentación CA

La alimentación CA debe estar conforme con lo establecido en la norma EN 50160.

Las perturbaciones siguientes son cada vez más habituales en todas las redes de alimentación CA alrededor del mundo:

- Variaciones de magnitud de tensión
- Cambios rápidos de tensión
- Caídas de tensión del suministro
- Interrupciones cortas de la tensión del suministro
- Interrupciones largas de la tensión del suministro
- Sobretensiones temporales de la frecuencia industrial
- Sobretensiones transitorias
- Desequilibrio de la tensión del suministro
- Tensión y corriente armónica

Los dispositivos eléctricos alimentados directamente por una red eléctrica (por ejemplo, una salida de motor) pueden quedar afectados por estas perturbaciones. Se recomienda el uso de fuentes de alimentación (PS) y/o reguladores/ acondicionadores de alimentación para minimizar este tipo de perturbaciones.

③

Alimentación CC

La utilización de una alimentación CC permite una mejor calidad de la alimentación si se utiliza un convertidor (CA/CC o CC/CC) con aislamiento galvánico.

Un convertidor CA/CC permite liberar a la alimentación CA de perturbaciones como armónicos, variaciones y caídas de tensión, sobretensiones transitorias, variación de frecuencia, perturbaciones de frecuencias medias y altas, cosa que no permite un simple transformador de aislamiento.

La experiencia del pasado muestra las ventajas reales del uso de una alimentación CC, ya que proporciona una mayor inmunidad en relación con las perturbaciones de CA aguas arriba.

Se proporcionan más detalles junto con este documento.



Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Recomendaciones acerca de CA-CC

Información complementaria

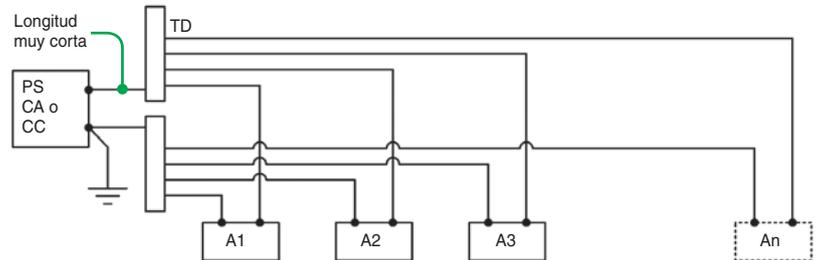
1 Distribución CA-CC

Para minimizar las perturbaciones de CEM⁽¹⁾ debido a impedancia común, los distintos sistemas de distribución de alimentación se han diseñado del modo siguiente.

Esta recomendación es válida para los relés de protección, las fuentes de alimentación de los autómatas programables (PLC), las placas de E/S de los PLC, los convertidores E/O, los módulos de comunicación, etc.

El primer diagrama muestra cómo diseñar una distribución de alimentación (CC o CA). En esta configuración, se minimiza la impedancia común. Únicamente el enlace entre la fuente de alimentación principal (PS) y la distribución del terminal (TD) es impedancia común. Si la longitud es muy corta, la impedancia común es baja. El cableado de cada unidad (A1 a An) debe llevarse a cabo con cables de par trenzado, para evitar bucles y emisiones radiadas.

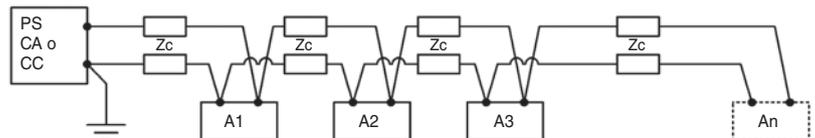
Es posible (puede comprometerse a ello) alimentar 3 o 4 dispositivos por línea si el consumo de corriente es bajo (inferior a 500 mA) y la longitud total es inferior a 5 m.



El diagrama siguiente muestra el peor caso posible. Todos los dispositivos están conectados en serie. Z_c representa la impedancia común a causa de la longitud de los cables.

Si un dispositivo (A2 a An) genera algunas transiciones de corriente, se desarrolla una tensión de modo común no deseada entre el dispositivo que causa la perturbación y la alimentación principal, lo cual resulta crítico para circuitos electrónicos rápidos o básicos.

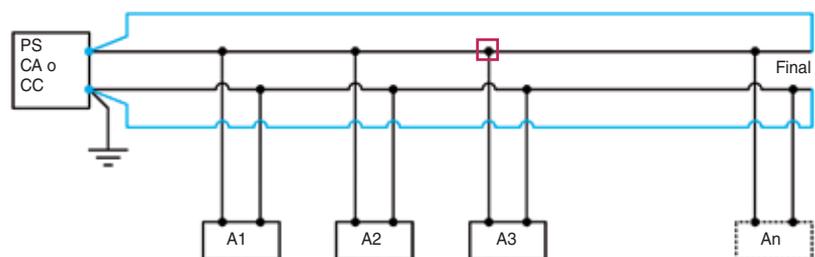
No recomendado



Si una de las conexiones (por ejemplo el cuadrado rojo del plano siguiente) o alguna de las de la cadena no están bien apretadas, todas las cargas aguas abajo (3 a N en el plano siguiente) pueden recibir perturbaciones.

Las cargas al final de la cadena margarita pueden tener tensiones de alimentación inferiores debido a la impedancia de los cables más largos.

Aceptado



(1) Corriente electromagnética.

Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Recomendaciones acerca de CA-CC (continuación)

Información complementaria

Para solucionar un problema de este tipo, el final de la cadena debe suministrarse como se muestra en las líneas azules del plano de la página anterior. En esta situación, únicamente la carga (A3) debe verse afectada, y la impedancia global de toda la cadena será menor.

Se recomienda conectar a tierra/masa el paso por cero (0 V) de la alimentación CC únicamente en un punto (justo en la salida de la alimentación) exclusivamente bajo las condiciones siguientes:

- La distribución de alimentación CC debe estar dentro de la envolvente/cubículo o el mismo grupo adyacente de envolventes, sin que ningún cable quede lejos del proceso
- Todos los componentes/dispositivos alimentados por el suministro de alimentación + o - deben estar aislados de la toma a tierra (de lo contrario, se crearán bucles a tierra/masa inesperados e impedancia de modo común con corrientes parásitas no deseadas circulando por todo el entorno (por ejemplo, entradas de autómatas programables (PLC), cableado de sensores no aislados, entradas de comunicación) y será muy difícil gestionar y arreglar este tipo de problemas cuando el proceso esté en funcionamiento)

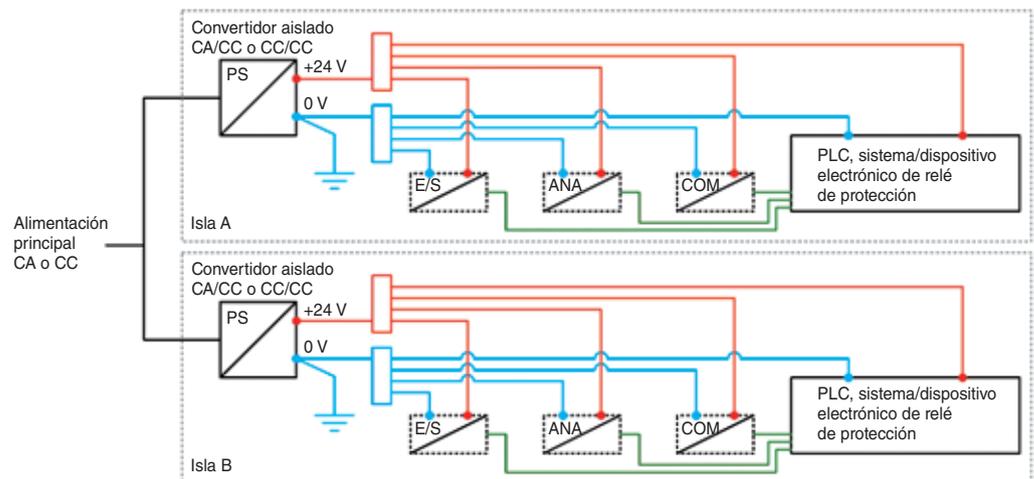
Filosofía de las islas funcionales

Cuando no se utilizan fuentes de alimentación (PS) aisladas o múltiples entradas, una fuente de alimentación o una entrada que falle puede provocar problemas en el resto. Para minimizar este tipo de problemas, el esquema de conexión a tierra IT o TN-S debe utilizarse dentro de las islas (zonas reducidas, habitaciones, cubículos) con soluciones de aislamiento galvánico (por ejemplo, convertidores CA/CC o CC/CC, transformadores, relés, optoacopladores, fibra óptica, etc.).

- En este caso, una isla con fallos no provoca perturbaciones en toda la red
- Resulta fácil encontrar el fallo y aporta un nivel superior de **disponibilidad**

La E/S con capacidad de corriente elevada debe protegerse contra cortocircuitos y 24 V CC contra fallo de conexión a tierra/masa.

El paso por cero (0 V) debe conectarse a tierra en el convertidor CA/CC o CC/CC, únicamente si se realiza una sola conexión a tierra (no se permite ninguna conexión aguas abajo a tierra).



Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Recomendaciones acerca de CA-CC (continuación)

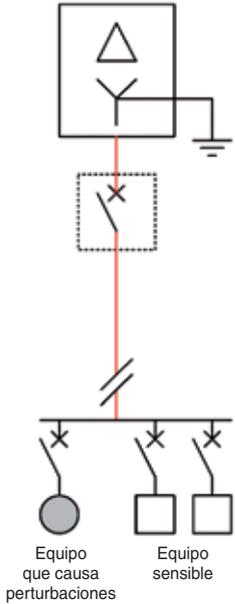
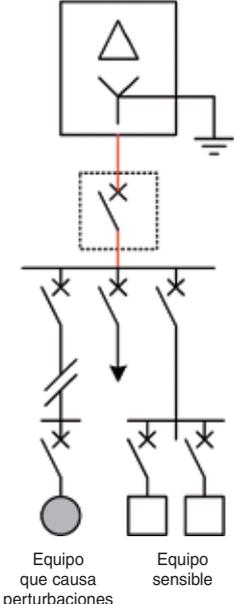
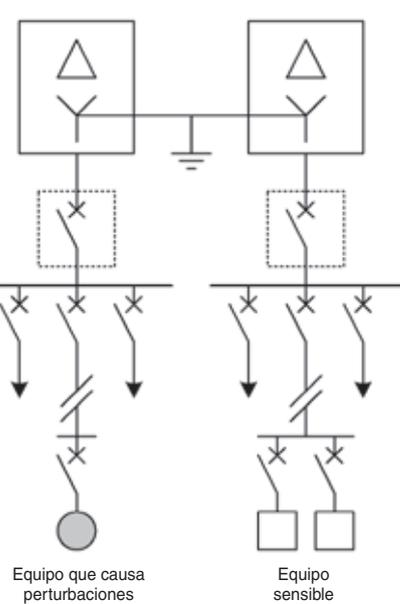
Información complementaria

2 Consideración de carga no lineal

Las cargas no lineales (por ejemplo las lámparas fluorescentes, los convertidores de alimentación CA/CC, etc.) generan corrientes armónicas que crean tensiones armónicas en la red de suministro. Esto puede suponer la sobrecarga del conductor neutro.

Puede ser necesario llevar a cabo lo siguiente:

- Sobredimensionar los transformadores AT/BT o BT/BT en previsión de una fuente de impedancia baja
- Utilizar una distribución de potencia en estrella para las distintas aplicaciones por medio de distintos alimentadores o transformadores (iluminación, motores, equipos sensibles, etc.)

Cables muy largos (impedancia común alta – línea roja)	Cables más cortos (impedancia común baja – línea roja)	Circuitos independientes y aislados
<p>Transformador</p>  <p>Equipo que causa perturbaciones</p> <p>Equipo sensible</p>	 <p>Equipo que causa perturbaciones</p> <p>Equipo sensible</p>	 <p>Equipo que causa perturbaciones</p> <p>Equipo sensible</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> No recomendado</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Aceptado</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Excelente</p>

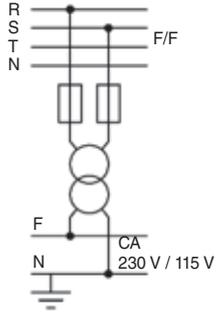
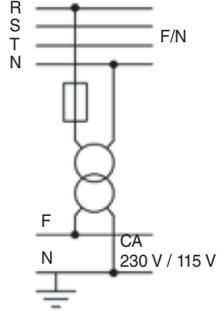
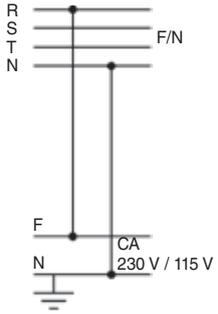
- Utilice una sección adecuada para el conductor neutro, que por lo menos sea igual que la del conductor de línea, en función del uso compartido equivalente de las cargas entre fases y el tipo del tercer armónico en el conductor neutro
- Iguale las cargas (uso compartido) entre las fases

Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Recomendaciones acerca de CA-CC (continuación)

Información complementaria

3

Distribución CA		
<p>Alimentación auxiliar aislada con un esquema de conexión a tierra TN-S. Alimentación fase a fase para minimizar la fluctuación de tensión del neutro en un esquema de conexión a tierra TN-C o IT</p> 	<p>Alimentación auxiliar aislada con un esquema de conexión a tierra TN-S</p> 	<p>Alimentación auxiliar conectada directamente entre fase y neutro desde la red de alimentación principal</p> 
<input checked="" type="checkbox"/> Excelente	<input checked="" type="checkbox"/> Aceptado	<input type="checkbox"/> No recomendado
<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Separación galvánica aguas arriba/aguas abajo • Posibilidad de reducir la tensión, si es necesario • Posibilidad de adaptar la tensión • Posibilidad de modificación del esquema de conexión a tierra ("TN-S") • Se minimizan las perturbaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Separación galvánica aguas arriba/aguas abajo • Posibilidad de reducir la tensión, si es necesario • Posibilidad de modificación del esquema de conexión a tierra ("TN-S") 	
<p>Desventajas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existe la posibilidad de que se produzcan fluctuaciones de tensión del neutro, que podrían perturbar la alimentación auxiliar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin separación galvánica aguas arriba/aguas abajo • No existe posibilidad de reducir la tensión • Todas las perturbaciones de la alimentación principal son percibidas por la alimentación auxiliar • La modificación del esquema de conexión a tierra no es posible
<p>Observaciones</p> <p>El esquema de conexión a tierra TN-S requiere una conexión muy corta entre el neutro y la toma a tierra</p> <p>El esquema de conexión a tierra IT no se recomienda en el lado secundario del transformador</p>	<p>El esquema de conexión a tierra TN-S requiere una conexión muy corta entre el neutro y la toma a tierra</p> <p>El esquema de conexión a tierra IT no se recomienda en el lado secundario del transformador</p>	<p>Esta configuración no está recomendada</p>

Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Recomendaciones acerca de CA-CC (continuación)

Información complementaria

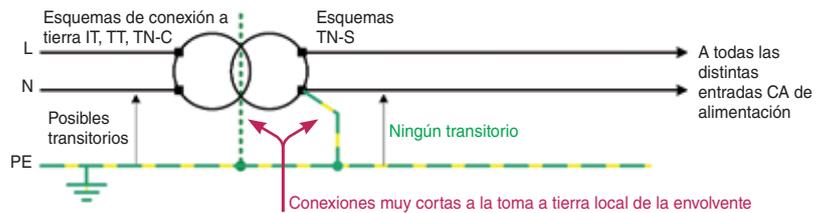
4 Uso del transformador

Se recomienda disponer de distintos transformadores independientes en cada envolvente o grupo de envolventes, para alimentar los autómatas programables (PLC) y los dispositivos asociados.

El esquema de conexión a tierra en el secundario del transformador debe ser TN-S (neutro conectado directamente a la barra de tierra principal de la envolvente).

En este caso, se evita el modo común entre los distintos circuitos.

En caso de fallo aguas abajo (lado secundario de los transformadores) en un circuito, los demás quedan seguros.



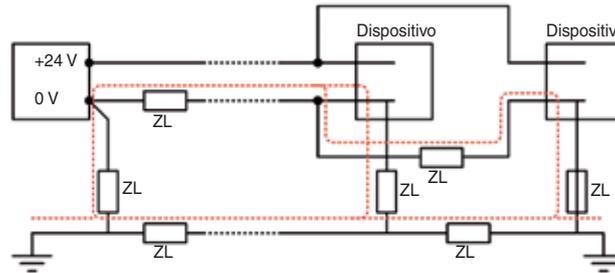
Podría utilizarse un transformador con un blindaje electrostático (por ejemplo, la referencia de **Schneider Electric**: ABL6TS63U u otros modelos adaptados a las necesidades de potencia).

5 Distribución CC

La alimentación de 24 V CC de cada cubículo es común para los autómatas programables (PLC), E/S discreta, relés de liberación, salidas analógicas, etc. Si esta alimentación también se distribuye fuera de los cubículos a distintas envolventes, cualquier perturbación o emisión en los cables de 24 V CC puede afectar a alguno de los dispositivos conectados a esta red.

La referencia de potencial de 24 V CC (0 V) no debe estar conectada directamente a tierra en puntos distintos. Esta situación no está recomendada.

Varias conexiones entre el paso por cero (0 V) y la toma a tierra crean bucles a tierra/masa y/o impedancia común, y en esta situación, el paso por cero (0 V) podría recibir perturbaciones de BF y AF (50/60 Hz, armónicos, transitorios, etc.).



Dentro de la línea roja, una parte de los flujos de corriente de CC y también las perturbaciones que provienen del exterior o de dispositivos que generan perturbaciones (relés, contactores, bobinas, convertidores, etc.). ZL es la impedancia de línea del cableado. En función de los valores de estas impedancias (principalmente la longitud) y también de di/dt , las diferencias de potencial entre los distintos dispositivos podrían ser muy elevadas.

En este caso, la referencia de paso por cero (0 V) junto a la red de alimentación no es equipotencial y pueden surgir problemas.

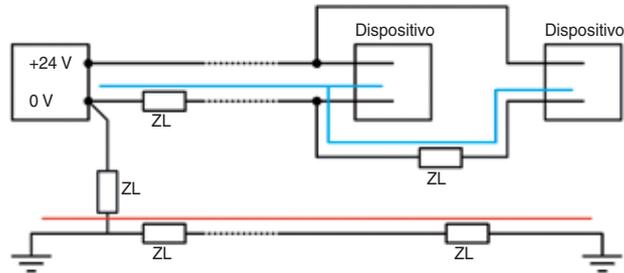
Se recomienda únicamente una conexión de paso por cero (0 V) a tierra.

Esta conexión debe estar situada en la salida del convertidor de CA/CC y debe ser lo más corta posible.

Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

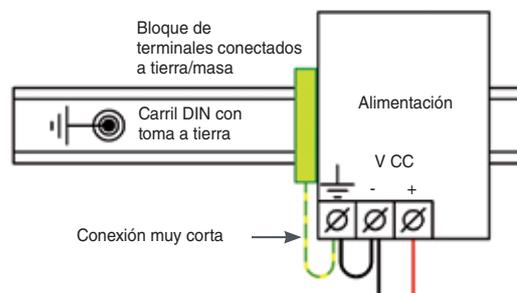
Recomendaciones acerca de CA-CC (continuación)

Información complementaria



La conexión entre el paso por cero (0 V) y tierra/masa debe ser lo más corta posible, para minimizar la impedancia de línea (ZL).

Ejemplo de conexiones de cables cortos:



Se recomienda utilizar distintas fuentes de alimentación CC independientes para autómatas programables (PLC), E/S analógica, E/S lógica y módulos de comunicación. Esta situación es más fácil de gestionar y permite evitar muchos problemas de instalación. Por contra, para el diseño de E/S remota y los sistemas de suministro 24 V CC adjuntos, debe proporcionarse siempre aislamiento entre el enlace equipotencial (PE) y 0V24 del equipo.

Pero, en cualquier caso, si la alimentación (CA y/o CC) se aísla de la toma a tierra, se requiere un dispositivo de supervisión de aislamiento (IMD). Si se produce un fallo a tierra, el personal de mantenimiento está bien informado y puede solucionar el problema con rapidez. Sin este dispositivo, pueden aparecer muchos problemas y nadie sería capaz de detectarlos.

Extracto de la guía “Alimentación auxiliar”

Recomendaciones acerca de CA-CC (continuación)

Información complementaria

6 Opción de alimentación TeSys T para una solución de 24 V CC

- Características del convertidor de CA/CC con aislamiento galvánico
- Entrada CA: 230 V CA (+15 / -20%)
- CC Salida CC: 24 V CC ($\pm 10\%$)
- Aislamiento de entrada/salida: 4 kV CA mini - 50 Hz

También se recomienda limitar el número de TeSys T por convertidores de alimentación y dividir la instalación en varios apartados (islas).

Productos de Schneider Electric: la gama ABL8RP.

Referencias	Tensión E	Tensión S	Corriente	TeSys T / Convertidor
ABL8RPS24100	200-500 V CA	24 V CC	10 A	24
ABL8RPS24050	200-500 V CA	24 V CC	5 A	12
ABL8RPS24030	200-500 V CA	24 V CC	3 A	8

7 Opción de alimentación CA TeSys T

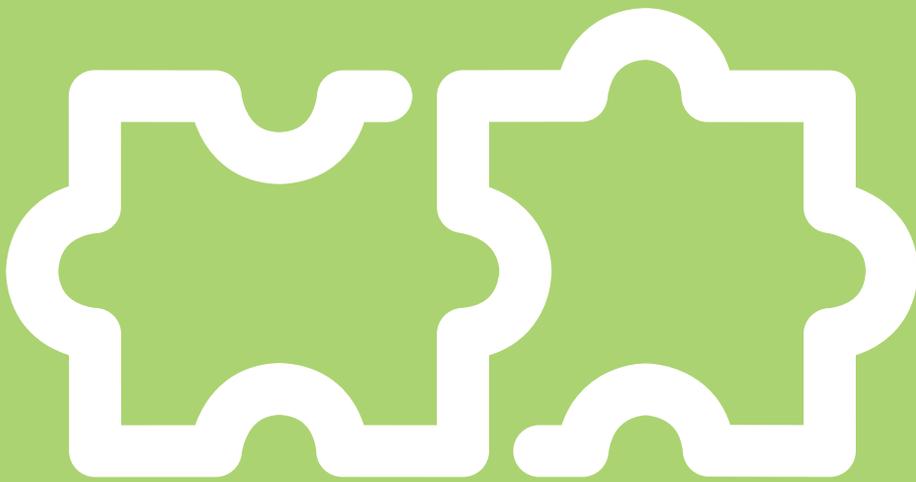
- Características del convertidor de CA/CA con aislamiento galvánico
- Entrada CA: 230 V CA (+15/-20%)
- CA Salida CC: 115 V CA (+15/-20%)
- Aislamiento de entrada/salida: 4 kV CA mini - 50 Hz

Técnicas de conexionado

Contenido

Tornillería de conexionado
Pares de apriete
Información adicional

3/23
3/29
3/33



Este capítulo describe las distintas técnicas de conexionado eléctrico y mecánico utilizadas con mayor frecuencia en los cuadros de distribución eléctrica

Técnicas de conexionado

Tornillería de conexionado

Información complementaria

Tornillería de conexionado

Normas

Teoría

1

La tabla siguiente presenta los distintos componentes de conexionado que pueden utilizarse en los cuadros de distribución eléctrica. Muestra su uso normal y sus propiedades.

Descripción	Representación	Utilización	Propiedades
Varilla roscada		Conexionados mecánicos y eléctricos	
Tornillo de cabeza hexagonal		Conexionados mecánicos y eléctricos	
Tuerca hexagonal		Conexionados mecánicos y eléctricos	
Tuerca autofrenada (Nylstop™) con arandela de seguridad de plástico		Únicamente conexionados mecánicos ⚠ Se prohíbe su uso en los conexionados eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Tuerca de autobloqueo con una arandela de nailon sin rosca Se deteriora a altas temperaturas Riesgo de deslizamiento o envejecimiento prematuro
Tuerca de base con muescas (Thiant™)		Únicamente conexionados mecánicos ⚠ Se prohíbe su uso en los conexionados eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Sin pasador elástico Superficie de contacto reducida
Arandela plana		Conexionados mecánicos y eléctricos ⚠ Obligatorio para la conexión de barras flexibles aisladas	<ul style="list-style-type: none"> Aumenta la superficie de presión de la tuerca en una pieza hecha de un material que presenta riesgo de deformación Presión de contacto distribuida en un área más extensa Para ser eficaz, debe tener un diámetro externo que sea claramente superior al diámetro del agujero Utilizado con una arandela cónica de abanico para desplazar un agujero ovalado o alargado y para aumentar la superficie de contacto No tiene una función de bloqueo
Arandela cónica de abanico también llamada arandela de contacto		Recomendada por Schneider Electric para los conexionados eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> Arandela con bloqueo de resorte: asegura una resistencia mecánica excelente del elemento sujetado, al ejercer presión en el elemento y en la tuerca La presión de contacto se distribuye mejor, gracias a su elasticidad Funciona mediante la deformación del plástico: por lo tanto, debe sustituirse por una arandela nueva si se afloja o se desmonta

Técnicas de conexionado

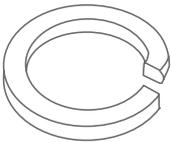
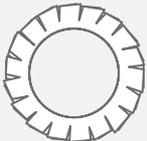
Tornillería de conexionado (continuación)

Información complementaria

Tornillería de conexionado (continuación)

📖 Normas

📖 Teoría

Descripción	Representación	Utilización	Propiedades
Una arandela partida también llamada arandela Grower		Conexionados mecánicos. Para los conexionados eléctricos, debe ir asociada con una arandela plana	<ul style="list-style-type: none">• Arandela con bloqueo de resorte: asegura una resistencia mecánica excelente del elemento sujetado, al ejercer presión en el elemento y en la tuerca• Evita que el conexionado se afloje a medida que pasa el tiempo• El contacto eléctrico no es tan bueno que con una arandela cónica de abanico• Es más barata que la arandela cónica de abanico• Puede desmontarse varias veces (puede desmontarse 3 o 4 veces antes de ser sustituida por una arandela nueva)
Arandela de estrella o de abanico		Conexionados mecánicos. No válida para conexionados eléctricos	<ul style="list-style-type: none">• Arandela de bloqueo• Menos resistente que la arandela Grower porque tiene mayor tendencia a quedar aplastada• Puede garantizar la función de continuidad de la conexión a tierra
Arandela de resorte también llamada arandela Belleville		Conexionados mecánicos	<ul style="list-style-type: none">• Arandela con bloqueo de resorte: asegura una resistencia mecánica excelente del elemento sujetado, al ejercer presión en el elemento y en la tuerca• Se comporta en la dirección del eje como resorte muy rígido• Tamaño reducido• Eficaz en entornos con perturbaciones (expansiones, vibraciones)• Combina los efectos de una arandela plana y una arandela de bloqueo en materiales frágiles, como el aluminio• Es más cara que la arandela cónica de abanico
Arandela de contacto		 De uso obligatorio por parte de Schneider Electric para garantizar la continuidad de la conexión a tierra	<ul style="list-style-type: none">• Rasca la pintura para poner el metal en contacto y por lo tanto garantiza una continuidad eléctrica excelente• Bloqueo mecánico

Técnicas de conexionado

Tornillería de conexionado (continuación)

Información complementaria

Características del tornillo

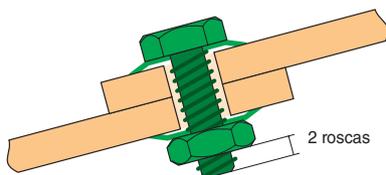
Normas

Práctica recomendada

1 Utilice tornillos dicromáticos amarillos galvanizados sin engrasar (Zn8C), clase 8.8. para los conexionados mecánicos y eléctricos. Después de apretarse al par recomendado, retienen todas las características mecánicas (elasticidad) por un tiempo prolongado, sin que se deforme el material, independientemente de las condiciones de temperatura del interior del cuadro de distribución.

2 Para las unidades combinadas de tornillo y arandela, elija una arandela con una dureza por lo menos equivalente a la del tornillo.

3 La longitud de los tornillos debe corresponder a la suma del grosor total de los componentes que deben ensamblarse, más el grosor de las arandelas nuevas (no comprimidas), más el grosor de la tuerca, más las dos roscas.



Cuando debe ensamblarse conjuntamente más de una barra, puede utilizarse la tabla siguiente para determinar la longitud de los tornillos:

Número de barras para ensamblar	Longitud mínima (mm)	Longitud máxima (mm)
2	25	30
3	30	40
4	35	40
5	40	50
6 y 7	50	60
8 y 9	60	70

Tabla establecida para barras de 5 mm de grosor. Para barras de 10 mm, deben añadirse 10 mm a los valores de la tabla anterior.

! Sugerencia

En algunas situaciones especiales (por ejemplo, entornos corrosivos) el tornillo debe ajustarse alineado con la tuerca. De todas formas, el bisel del tornillo debe situarse siempre fuera del pasador.

Técnicas de conexionado

Tornillería de conexionado (continuación)

Información complementaria

Características del tornillo (continuación)

Normas

Práctica recomendada

4

Las tuercas utilizadas para los conexionados eléctricos deben proporcionar y mantener una presión constante > 25 MPa.

Debe tenerse en cuenta la elección de los cierres y la técnica de conexionado que debe utilizarse:

- Dilataciones o contracciones de los conductores debidos a aumentos de temperatura o a la refrigeración
- Fuerzas electrodinámicas (generadas por la corriente asignada y las corrientes de cortocircuito)
- Un entorno con vibraciones que pueda aflojar los tornillos

5



En caso de producirse una corriente elevada (≥ 4000 A), las pérdidas por histéresis y por corrientes parásitas aumentan significativamente y esta situación, a su vez,

provoca un aumento de la temperatura.

Para evitar que el punto de sujeción sea una fuente adicional de aumento de temperatura, deben utilizarse tornillos no magnéticos cuando exista una corriente elevada (≥ 4000 A).

Las principales ventajas de los tornillos no magnéticos son las siguientes:

- Tienen una mayor resistencia que el acero básico (la disipación de calor debida a las corrientes parásitas en los puntos de sujeción es inversamente proporcional a la resistencia de los tornillos)

- No se producen pérdidas por histéresis

El uso de acero inoxidable también se recomienda en situaciones de entornos corrosivos.

No elimine el lubricante de los tornillos.

Ejemplo

Schneider Electric recomienda utilizar tornillos de acero inoxidable de clase A4-80 en las conexiones de la aparata MASTERPACT NW40 a NW63.



Técnicas de conexionado

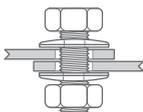
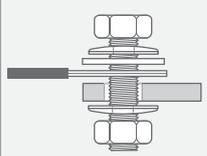
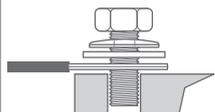
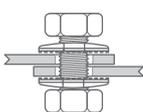
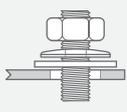
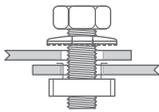
Tornillería de conexionado (continuación)

Información complementaria

Tipos de conexiones utilizadas con frecuencia

Normas

Teoría

En tensión	Representación	Orden de colocación
Cobre rígido en barra de cobre rígido		<ul style="list-style-type: none"> Tornillo de cabeza hexagonal Arandela cónica de abanico (arandela de contacto) Barra rígida Barra rígida Arandela cónica de abanico (arandela de contacto) Tuerca hexagonal
Barra aislada flexible en barra de cobre rígida		<ul style="list-style-type: none"> Tornillo de cabeza hexagonal Arandela cónica de abanico (arandela de contacto) Arandela plana Barra flexible aislada Barra rígida Arandela cónica de abanico (arandela de contacto) Tuerca hexagonal
Barra aislada flexible en placa de conexión de dispositivo		<ul style="list-style-type: none"> Tornillo de cabeza hexagonal Arandela cónica de abanico (arandela de contacto) Arandela plana gruesa (2 mm) Barra flexible aislada Placa de conexión de dispositivo (agujero con rosca)
Cobre rígido en placa de conexión de dispositivo		<ul style="list-style-type: none"> Tornillo de cabeza hexagonal Arandela cónica de abanico (arandela de contacto) Barra rígida Placa de conexión de dispositivo (agujero con rosca)
Continuidad de enlace eléctrico		<ul style="list-style-type: none"> Tornillo de cabeza hexagonal Arandela de contacto Cubierta Cubierta Arandela de contacto Tuerca hexagonal
Caso especial: agujeros alargados		<ul style="list-style-type: none"> Cuando los agujeros por los cuales pasa el tornillo sean alargados, coloque una arandela plana gruesa (2 mm) entre la barra y la arandela cónica de abanico (arandela de contacto) El diámetro de la arandela plana debe ser como mínimo el doble del diámetro del agujero
Tuerca enjaulada		<ul style="list-style-type: none"> La tuerca enjaulada debe adaptarse al grosor del componente que debe sujetarse La tuerca asegura la continuidad de la conexión a tierra únicamente cuando se utiliza una tuerca enjaulada de contacto

Técnicas de conexionado

Tornillería de conexionado (continuación)

Información complementaria

Reglas generales de instalación

Normas

Práctica recomendada

1

Los operarios deben poder insertar los tornillos fácilmente en su alojamiento sin ejercer una fuerza excesiva. Esta precaución hace que sea posible:

- Evitar que las roscas queden dañadas
- Garantizar que el tornillo pueda apretarse sin restricciones de fricción

2



Conformidad con:

- El orden de colocación que se proporciona en la tabla anterior
- La dirección de montaje de las arandelas

3

Asegúrese siempre de la conformidad de las distancias de aislamiento, especialmente en las placas de conexión de la aparamenta o en los extremos de las barras.

IEC 61439-1

Técnicas de conexionado

Pares de apriete

Información complementaria

Pares de apriete

Normas

Práctica recomendada

1



Conseguirá un **conexionado de excelente calidad** si sigue estrictamente las directrices proporcionadas por los fabricantes en los manuales técnicos, especialmente en relación con los pares de apriete que deben aplicarse.

Un apriete incorrecto puede comportar:

- El deterioro del conductor de alimentación
- Un falso disparo del dispositivo de protección
- El sobrecalentamiento del punto de conexión, que podría iniciar un incendio en el cuadro de distribución

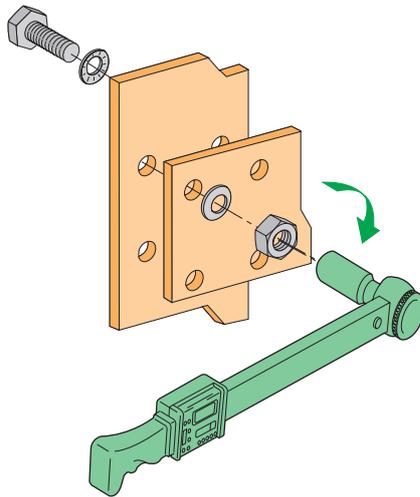
Ejemplo



Sobrecalentamiento en la tuerca debido a un apriete incorrecto

2

Utilice una llave dinamométrica debidamente calibrada por una entidad certificada para estar seguro de que se aplica el par de apriete que garantiza la presión de contacto adecuada (de 2 a 3 daN/mm²).



Apriete de una tuerca con hembra y un tornillo para orificio con rosca.



Sugerencia

Debe comprobar que las llaves dinamométricas se calibren con regularidad.
> Véase el capítulo 8 - "Control final en taller".

Ejemplo

Si no dispone de una llave dinamométrica, puede utilizar tuercas de autobloqueo para garantizar que se aplica el par de apriete.

Técnicas de conexionado

Pares de apriete (continuación)

Información complementaria

Pares de apriete (continuación)

Normas

Práctica recomendada

3

El par de apriete depende del diámetro y la calidad de los tornillos. Si no existe ningún tipo de recomendación, utilice la tabla siguiente. Muestra los pares de apriete que se aplican a los tornillos de rosca de acero ISO y los tornillos inoxidables no lubricados con las características siguientes:

- Clase 8.8
- Re = 64 daN/mm²
- Rr = 80 daN/mm²
- Conforme con la norma E 25 030

Ø nominal (mm)	Rosca (mm)	Resistencia media de la sección πr^2 (mm ²)	Ø máximo de perforación (mm)	Fuerza axial en el tornillo (daN)	Par de apriete al 80% del límite de elasticidad (m.daN) para tornillos de acero inoxidable conformes con T.04121-9 lubricados o de acero - Clase 8.8 no lubricados					
					Tuerca con arandela		Tuerca de base con muescas		Tuerca autofrenada (Nylstop) con arandela	
					Grower + Plana	Contacto	Acero	Cobre o alum.	Plana	Contacto
3	0,5	5,03	3,4	150	0,1	0,15	0,15	0,17	0,12	0,17
4	0,7	8,78	4,5	250	0,25	0,35	0,35	0,41	0,28	0,38
5	0,8	14,2	5,5	380	0,5	0,7	0,8	0,93	0,55	0,75
6	1	20,1	6,6	600	0,85	1,3	1,35	1,55	1	1,45
8	1,25	36,6	9	1000	1,9	2,8	2,5	2,9	2,2	3,1
10	1,5	58	11	1500	3,75	5	5	5,9	4,15	5,4
12	1,75	84,3	14	2400	6,2	7,5	7,9	9,2	7	8,3
14	2	115	16	3300	9,8	12	12,5	14,6	11	13,2
16	2	157	18	4500	15,5	18,5	18	21	17	20
18	2,5	192	20	5500	21	26	27	31	23	28
20	2,5	245	22	7100	29	37	39	45	33	41

Recordatorio: 1 m daN = 1 m kgf

Únicamente conexionado mecánico

Para los conexionados eléctricos deben utilizarse las tuercas de base con muescas y las tuercas autofrenadas (Nylstop).

Técnicas de conexionado

Pares de apriete (continuación)

Información complementaria

Pares de apriete (continuación)

Normas

Práctica recomendada

4

Para tornillos, varillas roscadas o tuercas (con altura \times diámetro = 0,8) fabricadas en los materiales de la tabla siguiente, debe multiplicarse el par, obtenido en la tabla anterior, por el coeficiente A.

Para un agujero roscado (de los mismos materiales antes señalados) normalmente puede aplicarse el par de atornillado, siempre que se proporcione una longitud suficiente para el enroscado, de tal modo que:

- $1 \times d$ en acero
- $1.5 \times d$ en aleación de cobre y hierro colado (a menos que se aplique un tratamiento específico a las roscas)

d = diámetro de tornillo normal

Si esta longitud no es suficiente, aplique el coeficiente A de la tabla siguiente. En ausencia de coeficiente, utilice la regla empírica:

- $A = RE / 48$

RE es el valor del límite elástico del material tomado en consideración.

Material	A
Cobre ETP H12	0,4
AZ5 GU	0,65
Latón	acerca de 0,50
Bronce	acerca de 0,65
Jaula con tornillos	0,5
Tuerca enjaulada	0,5

5

Cuando la fuerza de apriete se aplica directamente a una placa de aparamenta, debe mantenerse la conformidad con el par de apriete recomendado en el manual técnico de la aparamenta.

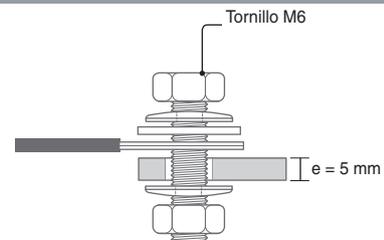
6

No apriete los tornillos **autorroscantes**. Ajústelos con precaución para no dañar las roscas.



No utilice tornillos autorroscantes para los conexionados eléctricos.

Ejemplo



El par de apriete recomendado normalmente para un tornillo M6 de clase 8.8 con una arandela de contacto es de 1,3 m.daN. En el ejemplo anterior, el diámetro del tornillo es mayor que el grosor de la barra de cobre a la cual se sujeta la barra flexible. Por consiguiente, debe aplicarse el factor de corrección. El par de apriete que debe aplicarse será, por lo tanto, $1,3 \times 0,4 = 0,52$ m.daN.

Técnicas de conexionado

Pares de apriete (continuación)

Información complementaria

Pares de apriete (continuación)

Normas

Práctica recomendada

7



Debe mantener completamente la conformidad con el par de apriete:

- Un apriete excesivo causará la elongación y debilitamiento de la rosca del tornillo, en mayor o menor grado, y podría provocar su ruptura en caso de producirse un cortocircuito
- Un apriete insuficiente provocará una presión de contacto insuficiente o distribuida de modo desigual. Esto podría suponer un aumento de temperatura en la conexión

8



Si es necesario desmontar una conexión tras apretar los cierres (tornillos, arandelas, tuercas), deberá utilizar **cierres nuevos** cuando tenga que volver a realizar el montaje.

El motivo es la pérdida de las características elásticas iniciales de los cierres cuando se desmonta el conexionado (en particular la elasticidad de las tuercas enjauladas).



Conformidad del conexionado

Normas

Práctica recomendada

1

Tras apretar el par, el operario debe aplicar un barniz acrílico tintado que sea indeleble y resistente al calor. Esto significa que ha llevado a cabo una comprobación personal completa del conexionado, es decir, que ha verificado y validado:

- Las características de los tornillos utilizados
- La conformidad del conexionado (superficies de contacto, dirección de las arandelas, etc.)
- La longitud de los tornillos

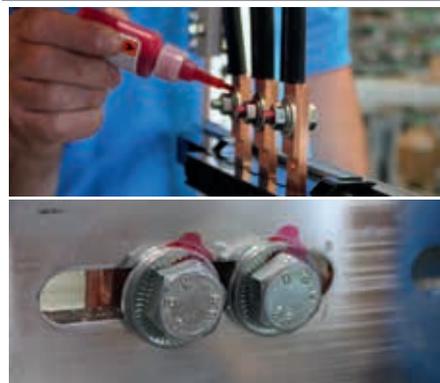
La fijación de esta marca certifica que se ha llevado a cabo la comprobación personal.

El uso de barniz también posibilita la identificación de cualquier pieza aflojada.



No ajuste el apriete después de aplicar barniz al tornillo. Si debe desmontarse la conexión, sustituya los tornillos por tornillos nuevos.

Ejemplo



Técnicas de conexionado

Información adicional

Información complementaria

Tornillos lubricantes

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

En algunos casos puede resultar necesario lubricar los tornillos. Esta particularidad se especifica claramente en los manuales de la aparata.

1

La utilización de lubricante o grasa tiene un efecto beneficioso en los conexionados a nivel mecánico:

- Reducción de la fricción durante el apriete
- Reducción del riesgo de rotura de la tuerca
- Ciclo de vida superior de la tuerca

No obstante, en los cuadros de distribución puede presentar algunos riesgos para el equipo:

- Si se aplica con poca precaución
- Limitación de los pares de apriete al 80% del límite elástico
- Riesgo de fusión del lubricante o la grasa (temperatura de derretimiento) en la zona con la mayor temperatura y consiguiente debilitamiento (o incluso desaparición) del lubricante
- Riesgo de que el lubricante fluya hacia zonas de contacto que queden aisladas
- Deterioro, o incluso destrucción, de componentes plásticos que se ponen en contacto con lubricante o grasa incompatibles
- Riesgo de ignición por el uso de lubricante o grasa inadecuados

Cabe añadir que el uso de unas técnicas de mecanización metálica altamente avanzadas, en combinación con unos materiales de muy alta calidad, aporta en la actualidad unos estados de superficie excelentes para las roscas atornilladas, con lo que se evita la necesidad de aplicar lubricante o grasa.

En resumen, dados los riesgos, normalmente no resulta recomendable engrasar los tornillos.

Caso particular - Otras técnicas de conexionado

Normas

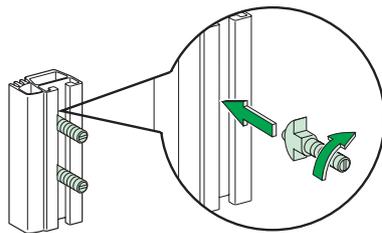
Práctica recomendada

1

Las conexiones a los juegos de barras Linergy se ejecutan mediante un tornillo específico.

Este tornillo tiene una cabeza que puede deslizarse por los surcos de los perfiles y mantenerse en su posición a todos los niveles, gracias a un sistema de rodamiento y resorte.

Elija un tornillo de longitud adecuada y supervise la posición de la ranura de marcado, al final del tornillo. Tras el montaje del tornillo, la ranura debe estar en posición horizontal para poder apretar el tornillo, lo cual garantiza que el tornillo queda bloqueado en esta posición.



Técnicas de cableado

Contenido

Técnicas de cableado	3/35
Conexiones engastadas	3/44
Engastado	3/49



Técnicas de cableado

Técnicas de cableado

Información complementaria

Introducción

Normas

Teoría

1

Las conexiones eléctricas deben asegurar una fiabilidad absoluta para garantizar que el cuadro de distribución funcionará correctamente.

Los requisitos siguientes son necesarios para obtener una conexión de buena calidad:

- Un conductor con una sección adecuada
- Una conexión adaptada a la sección del conductor que debe conectarse
- Un conductor desguarnecido correctamente
- Una máquina o una herramienta de desguarnecimiento/engastado adecuada y limpia, en buen estado y calibrada con regularidad
- Un operario cualificado y formado para llevar a cabo esta operación

Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Definiciones		
📖 Normas	📖 Teoría	
Descripción	Representación	Definición
Conductor aislado	<p>Recubrimiento aislante / Aislador Núcleo</p>	Un conductor aislado se compone de un núcleo conductor y su recubrimiento aislante
Cable unipolar	<p>Aislador Núcleo Cubierta de protección</p>	Un cable unipolar es un conductor aislado con una cubierta de protección adicional
Cable con varios polos	<p>Aislador Núcleo Cubierta de protección</p>	Un cable con varios polos es un conjunto de conductores aislados reunidos bajo una cubierta de protección
Terminales, punteras de conexión	<p>Conectores de anillo con aislamiento de fábrica Terminal de horquilla con aislamiento de fábrica</p> <p>Terminal tubular</p> <p>Clip hembra con aislamiento de fábrica Final con aislamiento de fábrica</p>	<p>Una conexión engastada en una pieza intermedia utilizada para conectar un cable a la aparatadura. Este medio de conexión debe garantizar las prestaciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una conductividad perfecta • Una buena resistencia de tracción • Una buena resistencia a la corrosión • Una buena resistencia a las vibraciones • No debe ser una fuente de aumentos de temperatura o caídas de tensión <p>Puede utilizar distintos tipos de conexiones engastadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terminales con aislamiento de fábrica • Terminales tubulares • Terminales de cable con aislamiento de fábrica • Clips hembra
Engastado		Compresión mecánica de la caña de un terminal alrededor del conductor de un cable eléctrico. Este tipo de conexión tiene una resistencia baja, una conductividad elevada y una duración a largo plazo. Puede añadirse un segundo engastado al aislador para aumentar su resistencia a las vibraciones
Caña		Extremo posterior de un terminal. La caña puede engastarse en el conductor, en el aislador o en ambos. Existen distintos tipos de cañas (aisladas o no aisladas, abiertas o en una única pieza, con o sin manguito aislante, con código de color, etc.) para adaptarse a la mayor gama posible de aplicaciones Nota: Véanse los catálogos de los proveedores.
Lengüeta		Extremo de un terminal que se ajusta al componente que debe conectarse. Existen distintos tipos de lengüetas (redondas, rectangulares, horquillas encliquetables, clip hembra, etc.) para adaptarse a la mayor gama posible de aplicaciones Nota: Véanse los catálogos de los proveedores.
Marca de engastado		Parte de un troquel engastado que modela la caña durante el engastado

Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Características técnicas de los cables

Normas

Teoría

Características	Núcleo	Manguito aislante
Material	<ul style="list-style-type: none">• Cobre• Latón• Bronce• Aluminio	<ul style="list-style-type: none">• Polímero sin materiales halógenos• Polímero con materiales halógenos en función de la sala en la cual se ha instalado el cuadro de distribución
Tipo de conductor	<ul style="list-style-type: none">• Un hilo• Varios hilos	No aplicable
Características eléctricas	<ul style="list-style-type: none">• Conductividad eléctrica• Resistencia• Tensión de aislamiento	Intensidad dieléctrica
Características mecánicas	<ul style="list-style-type: none">• Flexible• Rígido• Radio admisible de curvatura	<ul style="list-style-type: none">• Resistencia de tracción• Intensidad maleable de compresión• Resistencia a vibraciones e impactos• Estabilidad frente al envejecimiento• Resistencia a la corrosión
Características térmicas	Temperatura máx. de funcionamiento	Temperatura máx. de funcionamiento
Color	No aplicable	Color recomendado: <ul style="list-style-type: none">• Negro si no existen especificaciones por parte del cliente Colores reservados: <ul style="list-style-type: none">• Neutro: azul celeste• Tierra: amarillo/verde• Corriente continua: azul oscuro (polo -)

Nota: Véanse los catálogos del proveedor para conocer las opciones de cables disponibles.

Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Dimensionamiento del cable

Normas

Teoría

1

La sección de un conductor debe determinarse conforme a:

- Las características de la aparamenta que debe conectarse
- La longitud de la conexión que debe realizarse
- El entorno térmico de la conexión

2

La sección del conductor, por lo tanto, debe elegirse conforme a:

- La intensidad que debe transportarse
- El modo de instalación (por separado o en grupos)
- La temperatura ambiente alrededor de los conductores
- El grado de protección IP del cuadro de distribución

Las tablas siguientes tienen en cuenta las condiciones de instalación en relación con el tipo de dispositivo (temperaturas admisibles en las extensiones de conexión, etc.).

Se utilizan para supervisar los valores de desclasificación de temperatura de la aparamenta instalada en cada cubículo con una cobertura IP ≤ 55.

- Temperatura interna del cuadro de distribución: 60 °C
- Conexiones mediante cables de cobre

Conexión del interruptor

Sección del cable (mm ²)	Corriente admisible (A)			
	Fijación individual de los cables		Fijación de los cables en grupos	
	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31
1,5	16	14	14	12
2,5	25	25	22	20
4	32	29	28	24
6	40	39	36	33
10	63	55	55	50
16	90	77	80	70
25	110	100	100	93
35	135	125	125	120
50	180	150		
70	230	190		
95	275	230		

Conexión a otros dispositivos

Sección del cable (mm ²)	Corriente admisible (A)			
	Fijación individual de los cables		Fijación de los cables en grupos	
	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31
1,5	13	12	12	10
2,5	23	21	20	19
4	28	26	25	22
6	36	35	32	30
10	55	50	50	46
16	80	70	72	63
25	100	90	90	84
35	120	115	110	103
50	165	135		
70	210	176		
95	250	210		

Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Reglas generales de cableado

Normas

Práctica recomendada

- 1** Se prohíbe terminantemente utilizar empalmes o soldaduras para todas las conexiones intermedias entre dos puntos de conexión (terminales, aparatos).

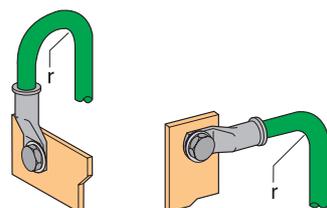
 **Igualmente, se prohíben terminantemente todas las conexiones en el interior de un conducto.**

- 2** Nunca estañe varios conductores de hilo antes de que estén conectados, para evitar que el núcleo del conductor se debilite o el riesgo de deslizamiento del apriete.

- 3** Asegúrese de que no se ejerza ningún esfuerzo por maleación o por compresión en los puntos de conexión de la aparatama. Este tipo de esfuerzos podrían comprometer la fiabilidad de la conexión eléctrica.

- 4** Asegúrese siempre de que los cables no queden dañados por esfuerzos mecánicos o térmicos.

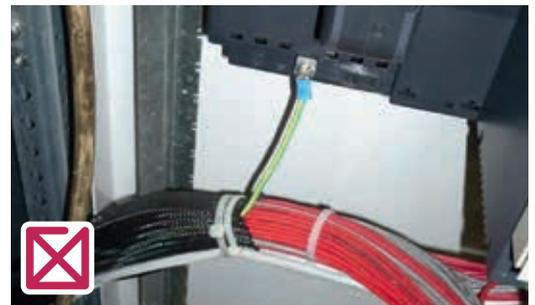
- 5** Conformidad con el radio de curvatura permisible de cada tipo de cable. En especial:
- Mantenga un radio de curvatura **mínimo** entre 6 y 8 veces el diámetro exterior del cable



- No utilice las herramientas para doblar los cables

El incumplimiento de estas recomendaciones puede comportar un aumento de temperatura anómalo en los conductores.

Ejemplo



El cable a tierra, demasiado corto, ejerce un esfuerzo mecánico en el punto de conexión debido al peso de grupo de cables.

Sugerencia

Los valores de radio de curvatura admisibles los proporcionan los proveedores de cables.

Dependen del tipo:

- De núcleo (cobre o aluminio)
- Del aislador

Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Desguarnecimiento de los conductores

Normas

Práctica recomendada

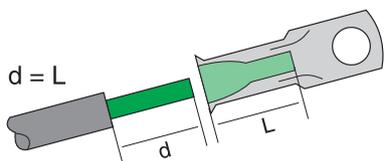
1

Debe utilizarse una herramienta de mano adecuada y en buenas condiciones o una máquina desguarnecedora inspeccionada con regularidad.

2

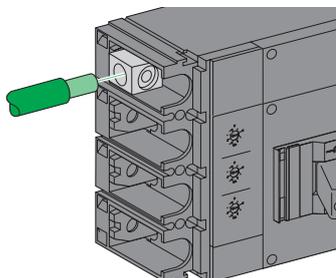
Mantenga la longitud de desguarnecimiento de un conductor, en función de su uso:

- Colocación en un terminal para engastar:



La longitud de desguarnecimiento equivale a la profundidad del terminal que debe engastarse.

- Colocación en la jaula de un dispositivo:



La longitud de desguarnecimiento equivale a la profundidad de la jaula del dispositivo.

3

Verifique siempre que:

- El conducto esté cortado cuidadosamente
- El conductor no esté dañado
- Los hilos de los cables con varios hilos no estén dañados o cortados
- No existan partículas aislantes en la parte descubierta del conductor
- El manguito aislante no esté dañado (cortado o aplastado)

Ejemplo



Hilos de conductor cortados



Partículas aislantes en la parte descubierta del conductor



Manguito aislante dañado

Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Instalación de bornas

Normas

Teoría

Ejemplo

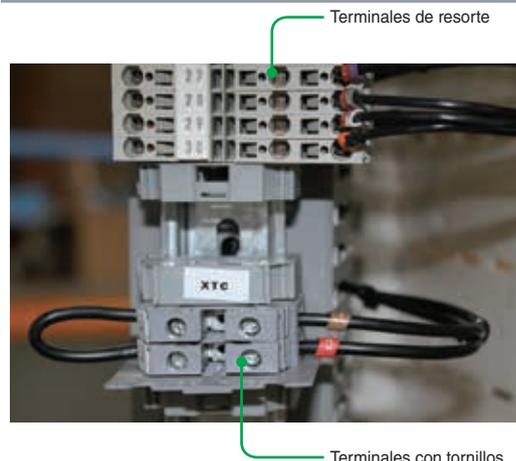
1 Las bornas son grupos de terminales destinados a facilitar la conexión interna al cuadro de distribución y al lugar de instalación.

Pueden aplicarse varias tecnologías:

- Terminales de resorte
- Terminales con tornillos
- Terminales con tornillos de bloqueo
- Terminales específicos (seccionador desplazamiento aislante, estribo, etc.)

La sección de los cables que deben conectarse y las especificaciones del cliente determinan la elección del tipo de borna que debe utilizarse.

Nota: Véanse los catálogos de los proveedores.



2 Independientemente de su tipo específico, las bornas deben:

- Adaptarse a la sección de los conductores que están conectados o son susceptibles de ser conectados (cables cliente)
- Soportar esfuerzos térmicos en caso de producirse un cortocircuito

Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Instalación de bornas (continuación)

Normas

IEC 60445

Práctica recomendada

1

Instale las bornas para garantizar que:

- Se acceda a ellos con facilidad, para permitir conexiones internas bajo las condiciones adecuadas
- Los cables externos al cuadro de distribución puedan conectarse fácilmente
- Se mantenga el radio de curvatura recomendado para cada tipo de cable
- Se facilite la conexión al conductor de protección PE/PEN mediante la instalación de una barra específica en el entorno de los terminales dedicados
- Puedan llevarse a cabo modificaciones in situ

Las bornas deben estar marcadas para garantizar que se identifiquen sin que exista la posibilidad de ningún tipo de error.

2

Utilice un tope de separación para dividir físicamente:

- Las bornas de potencia
- Las bornas de mando/control
- Las bornas de comunicación

Marque cuidadosamente cada borna, para facilitar su identificación.

Asegúrese de que el carril en el cual se sujetan las bornas (bloques de color amarillo-verde) esté conectado correctamente a tierra en el cuadro de distribución.

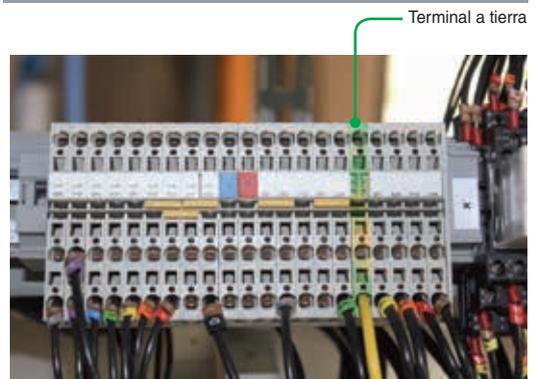
3

Coloque un tope de terminal en cada extremo de una borna para mantener los terminales en su posición, especialmente cuando la borna se coloca verticalmente.

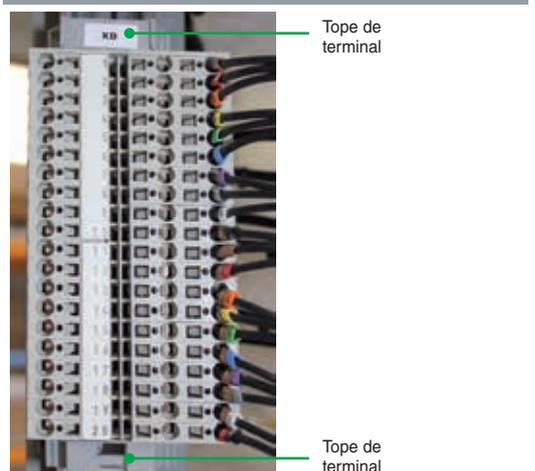
Ejemplo



Ejemplo



Ejemplo



Técnicas de cableado

Técnicas de cableado (continuación)

Información complementaria

Instalación de bornas (continuación)

Normas

IEC 60947-7
IEC 61439-1

Práctica recomendada

4

Bornas resorte

Las bornas resorte permiten unas conexiones fiables y rápidas. El cable se aprieta sin tornillos. El contacto eléctrico se obtiene a través de una lengüeta con resorte que presiona el conductor de un hilo o de varios hilos contra una forma especial que evita su extracción.

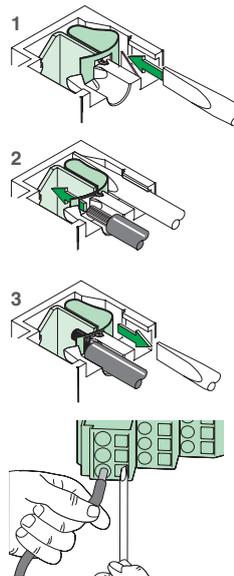
La presión de contacto se adapta automáticamente a la sección del conductor y no depende del operario. Las conexiones no se ven afectadas por vibraciones ni variaciones térmicas, y no requieren ningún tipo de mantenimiento.

Siga las recomendaciones siguientes para instalar terminales de resorte:

- Asegúrese de desgarnecer una longitud de cable que corresponda exactamente a la profundidad del terminal
- Utilice únicamente un destornillador plano con una sección cilíndrica para abrir el resorte
- Únicamente debe haber un conductor por borna resorte
- No utilice punteras en las bornas resorte

Ejemplo

Schneider Electric ha realizado pruebas en los terminales, aislados y en combinación con otros dispositivos de Schneider Electric. Los terminales están conformes con las normas IEC 60947-7 (pruebas de resistencia de los cables) e IEC 61439-1 (pruebas de aumento de temperatura y pruebas electrodinámicas).



IEC 60947-7

IEC 61439-1

5

Las bornas con tornillos

Las bornas con tornillos se utilizan para conectar cables con secciones más grandes. Siga las recomendaciones siguientes para instalar terminales con tornillos:

- Asegúrese de desgarnecer una longitud de cable que corresponda exactamente a la profundidad del terminal o la jaula del dispositivo que va a utilizarlos
- Respete los aprietes recomendados por el proveedor. Un apriete excesivo podría dañar el núcleo del conductor
- No coloque más de dos conductores por jaula
- Es preferible utilizar una puntera en un conductor de varios hilos, para evitar el riesgo de cizallado y dispersión de los hilos cuando el conductor se coloque dentro de la jaula

Tras el apriete, asegúrese de que no se produzcan daños en:

- El núcleo del conductor (hilo cortado, deformación excesiva, deslizamiento del cobre)
- El conducto aislante (cortes, aplastamiento)

Ejemplo

Schneider Electric ha realizado pruebas en los terminales, aislados y en combinación con otros dispositivos de Schneider Electric. Los terminales están conformes con las normas IEC 60947-7 (pruebas de resistencia de los cables) e IEC 61439-1 (pruebas de aumento de temperatura y pruebas electrodinámicas).

! Sugerencia

Si instala dos conductores por jaula, deben tener el mismo tipo de núcleo y la misma sección.

Algunas especificaciones requieren que se instale únicamente un conector por terminal.

Técnicas de cableado

Conexiones engastadas

Información complementaria

Conexiones engastadas

Normas

Teoría

1

La tecnología de engastado se ha desarrollado para sustituir a la soldadura. Posibilita la obtención de conexiones perdurables y de buena calidad entre un componente de conexión y un cable eléctrico con un coste económico relativamente bajo.

El engastado es más fiable que la soldadura, porque no deforma la estructura molecular del cobre. Garantiza una conexión más duradera y elimina el punto que se deriva de las temperaturas de soldadura elevadas.

2

Una conexión engastada en una pieza intermedia utilizada para conectar un cable a la aparatura.

Este medio de conexión debe garantizar las prestaciones siguientes:

- Una conductividad perfecta
- Una buena resistencia de tracción
- Una buena resistencia a la corrosión
- Una buena resistencia a las vibraciones
- No debe ser una fuente de aumentos de temperatura o caídas de tensión

Para garantizar estas prestaciones, utilice:

- Una conexión de engastado de calidad, adecuada a la aplicación
- Un conductor correctamente desgarnecido y con una sección adecuada a la aplicación
- Una herramienta o máquina de engastado en buenas condiciones, calibrada con regularidad y adecuada a la conexión que se va a engastar
- Un operario cualificado con formación en técnicas de engastado industrial

3

Puede utilizar distintos tipos de conexiones engastadas:

- Extremos de cable con aislamiento de fábrica
- Terminales con aislamiento de fábrica
- Clips hembra
- Terminales de horquilla

NFC 20130
NFC 63-023

Técnicas de cableado

Conexiones engastadas (continuación)

Información complementaria

Terminales

Normas

Práctica recomendada

1

Para entornos con corrosión o conductores de varios hilos se recomienda la utilización de terminales.

Elija los terminales en función de los aspectos siguientes:

- La sección del conductor a los cuales deben adaptarse
- Las características del terminal o la jaula del aparato (sección y profundidad)

Nota: Véanse los catálogos del proveedor de los terminales y el manual de la aparata.

2

Siga las recomendaciones siguientes para instalar los terminales:

- Mantenga la longitud de desguarnecimiento de los conductores
- Todos los hilos de un conductor de varios hilos deben colocarse en la caña del terminal
- En la jaula de un dispositivo puede adaptarse únicamente un conductor equipado con un terminal



Un terminal mal elegido o mal engastado aumenta los riesgos de aumento de temperatura.

Ejemplo

La jaulas de terminal de algunos aparatos de **Schneider Electric** han sido diseñadas para contener dos cables flexibles descubiertos (sin terminales) con la misma sección. La pruebas llevadas a cabo muestran que la combinación de terminal y cable en tensión en la jaula aporta los mejores resultados (resistencia a desgarros y aumentos de temperatura). La ausencia de un terminal aumenta las superficies de contacto.

Técnicas de cableado

Conexiones engastadas (continuación)

Información complementaria

Terminales de engaste

Normas

Práctica recomendada

1

Elija los terminales en función de los aspectos siguientes:

- La sección del conductor a los cuales deben adaptarse
- El diámetro del tornillo de sujeción

Nota: Véanse los catálogos de los proveedores.



Un terminal mal elegido o mal engastado aumenta los riesgos de aumento de temperatura.

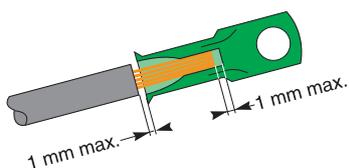
2

Siga las recomendaciones siguientes para instalar los terminales:

- Mantenga la longitud de desguarnecimiento de los conductores
- No instale más de un terminal por punto de conexión
- No coloque dos conductores en el mismo terminal
- No doble el conductor dentro del terminal

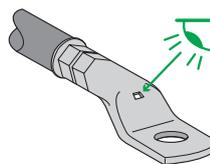
3

Todos los hilos de un conductor de varios hilos deben colocarse en la caña del terminal, del modo siguiente:



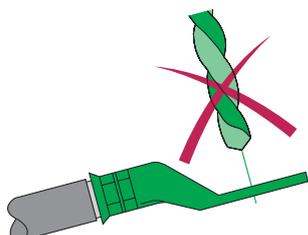
Ejemplo

Schneider Electric recomienda el uso de terminales de caña abierta, que permiten ver la inserción del cable.



4

No mecanice dos veces un mismo terminal (taladrado, inserción o fijación).



Técnicas de cableado

Conexiones engastadas (continuación)

Información complementaria

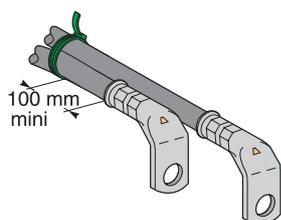
Terminales de engaste (continuación)

Normas

Práctica recomendada

5

No sujete los cables agrupados junto a los terminales, para evitar dañar el aislador y cualquier posible riesgo de cebado o carga disruptiva. Deje una distancia mínima de 100 mm.



Técnicas de cableado

Conexiones engastadas (continuación)

Información complementaria

Casos especiales

Normas

Práctica recomendada

1

Clips hembra



Los clips hembra deben utilizarse únicamente con circuitos auxiliares de baja potencia.



Asegúrese de que la anchura de los clips se corresponda con la de la lengüeta a la cual se conectará.

Al colocar el clip en la lengüeta, asegúrese de que el terminal del clip quede colocado correctamente en el agujero de la lengüeta (función de bloqueo).

2

Terminales de horquilla

Antes de utilizar terminales de horquilla, debe comprobar primero con el fabricante del aparato su idoneidad.

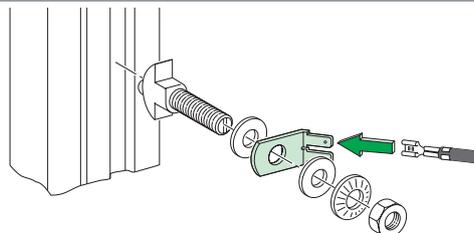


Advertencia: nunca utilice terminales de horquilla para conectar circuitos auxiliares de corriente.

3

Si está conectando cables de aluminio a extensiones de cobre, utilice interfaces o terminales de dos metales.

Ejemplo



Lengüetas para clips de cierre rápido (fast-on) de 6,35 mm.

Técnicas de cableado

Engastado

Información complementaria

Engastado

Normas

Teoría

1 Normalmente se recomienda la tecnología de engastado para obtener conexiones eléctricas de calidad entre un cable y un terminal.

2 Algunas definiciones útiles:

Descripción	Definición
Engastado	Compresión mecánica de la caña de un terminal alrededor del conductor de un cable eléctrico. Este tipo de conexión tiene una resistencia baja, una conductividad elevada y una duración a largo plazo. Puede añadirse un segundo engastado al aislador para aumentar su resistencia a las vibraciones
Conexiones para engastar	Una conexión de engastado proporciona el enlace entre un cable y el equipo eléctrico. Este tipo de conexión debe garantizar las prestaciones siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Una conductividad perfecta • Una buena resistencia a la maleabilidad • Una buena resistencia a la corrosión • Una buena resistencia a las vibraciones • No debe producir aumentos de temperatura ni caídas de tensión <p>Puede utilizar distintos tipos de conexiones engastadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terminales con aislamiento de fábrica • Terminales tubulares • Extremos de cable con aislamiento de fábrica • Clips hembra <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Terminal con aislamiento de fábrica</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Terminal de horquilla con aislamiento de fábrica</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Terminal tubular</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Clip hembra con aislamiento de fábrica</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Posicionamiento final con aislamiento de fábrica</p> </div> </div>
Caña	Final posterior de un terminal. La caña puede engastarse en el conductor, en el aislador o en ambos. Existen distintos tipos de cañas (aisladas o no aisladas, abiertas o en una única pieza, con o sin manguito aislante, con código de color, etc.) para adaptarse a la mayor gama posible de aplicaciones Nota: Véanse los catálogos de los proveedores
Lengüeta	Extremo de un terminal que se ajusta al componente que debe conectarse. Existen distintos tipos de lengüetas (redondas, rectangulares, horquillas encliquetables, clip hembra, etc.) para adaptarse a la mayor gama posible de aplicaciones Nota: Véanse los catálogos de los proveedores.
Marca	Parte de un troquel engastado que modela la caña durante el engastado

! Sugerencia

Se utiliza un código de color para el aislador del terminal. Permite identificar la capacidad máxima del terminal a simple vista:

- > Rojo
- Para secciones de cable de hasta 1,5 mm²
- > Azul
- Para secciones de cable de hasta 2,5 mm²
- > Amarillo
- Para secciones de cable de hasta 6 mm²

Técnicas de cableado

Engastado (continuación)

Información complementaria

Procedimiento de engastado

Normas

Práctica recomendada

- 1** Existen varias herramientas de engastado:
- Herramientas de mano (herramientas con uno o más conjuntos de troqueles, herramientas neumáticas)
 - Herramientas semiautomáticas (herramientas de compresión)
 - Máquinas completamente automatizadas para efectuar el desguarnecimiento y el engastado en una sola máquina

La elección de la herramienta y el proceso que debe aplicarse queda determinada por el tipo de aplicación y el volumen de las conexiones que deben realizarse.

- 2** Independientemente del proceso elegido:
- La sección del conductor debe ser adecuada a la aplicación
 - El terminal debe ser de buena calidad y debe estar adaptado a la sección del conductor y a la aplicación
 - La herramienta de engastado debe estar adaptada al tipo de terminal y a la sección del conductor. Es fundamental que la herramienta sea ajustada, revisada e inspeccionada con regularidad para obtener un engastado de alta calidad
 - El operario debe haber recibido formación en técnicas de engastado

- 3** Antes de empezar una operación de engastado, debe comprobarse la calidad del desguarnecimiento.

Nota: Véanse el apartado "**Desguarnecimiento de los conductores**" de este capítulo, **página 3/40**.

- 4** **Utilice una herramienta de compresión o una máquina automática**
- El montaje de las herramientas debe realizarse adaptado a los terminales y cables utilizados en la herramienta de compresión o la máquina
 - Asegúrese de que las herramientas están limpias y en buen estado
 - Respete escrupulosamente las instrucciones de funcionamiento y seguridad que se indican en las guías del usuario de la máquina y la herramienta

Ejemplo

Máquina automática



Técnicas de cableado

Engastado (continuación)

Información complementaria

Procedimiento de engastado (continuación)

Normas

Práctica recomendada

! Sugerencia

Cada operario debe utilizar únicamente la herramienta que se le haya asignado.

Si la herramienta cae al suelo, es fundamental que la compruebe un servicio de asistencia técnica.

5 Uso de una herramienta de engastado manual

Por regla general, siga las instrucciones del proveedor de la herramienta.

- Compruebe a partir de esta hoja de datos que la herramienta de engastado esté diseñada para la sección del cable y el terminal que se utilizarán
- Si es necesario, seleccione el troquel adaptado al cable y el terminal que va a engastarse
- Abra la herramienta e inserte el terminal
- Cierre la herramienta levemente para alojar el terminal e inserte el cable
- Apriete la herramienta **lo máximo posible** hasta que se libere el bastidor de no retorno
- Abra la herramienta y extraiga la conexión engastada

6 Después del engastado, debe realizarse una inspección visual.

7 Ejecute pruebas de resistencia regularmente en una muestra de terminales engastados, para comprobar la calidad del engastado.

Ejemplo

Pruebas de resistencia



Técnicas de cableado

Engastado (continuación)

Información complementaria

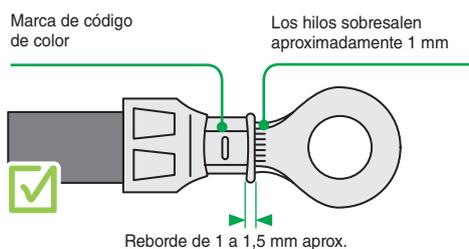
Inspección de terminales con aislamiento de fábrica

Normas

Práctica recomendada

1

Terminales con aislamiento de fábrica



Defecto	Causa
	 Conductores con desgarnecimiento insuficiente. Los hilos no pueden verse desde el extremo del terminal
	 Demasiado engastado en la parte posterior: terminal excesivamente insertado en la herramienta
	 Demasiado engastado en la parte frontal: terminal no suficientemente insertado en la herramienta
	 Marca de engastado invertida: terminal insertado en sentido contrario en la herramienta
	 Conductor demasiado desgarnecido. Los hilos sobresalen de la zona de contacto del terminal

Técnicas de cableado

Engastado (continuación)

Información complementaria

Inspección de terminales tubulares

Normas

Práctica recomendada

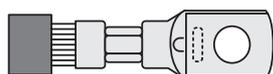
1

Terminales tubulares

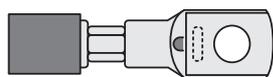


Defecto

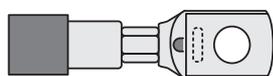
Causa



Conductor no insertado suficientemente en el terminal: el cable no aparece en el agujero de inspección



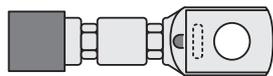
Demasiado engastado en la parte posterior: terminal excesivamente insertado en la herramienta



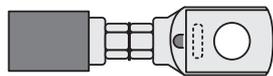
Demasiado engastado en la parte frontal: terminal no suficientemente insertado en la herramienta



Uso inadecuado o excesivo del troquel: terminal pellizcado, aspecto de los terminales



Marcas de engastado no centradas en la caña



Marcas de engastado no centradas en la caña

Técnicas de cableado

Engastado (continuación)

Información complementaria

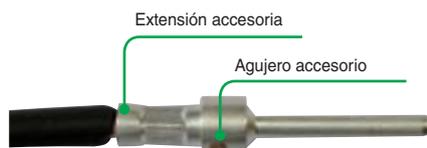
Contactos macho y hembra

Normas

Práctica recomendada

1

Contactos macho



Marca de engastado centrada entre la extensión y el agujero accesorio

Defecto



Causa



Algunos hilos del núcleo del conductor quedan fuera de la caña



Mal posicionamiento de la adaptación final, engastado no centrado adecuadamente



Conductor demasiado desguarnecido

Contactos hembra



Defecto



Causa



Desguarnecimiento excesivo



Terminal colocado de forma incorrecta en la herramienta de engastado



Algunos hilos del núcleo del conductor quedan fuera de la caña

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Contenido

Introducción	3/57
Transferencias térmicas	3/59
Condiciones medioambientales	3/65
Límites de aumento de temperatura	3/68
Confinamiento del cuadro de distribución	3/69
Temperatura interna del cuadro de distribución demasiado baja	3/70



Gestión térmica de los cuadros de distribución

Introducción

Información complementaria

Introducción

Normas

Teoría

! Sugerencia

El sobrecalentamiento de un circuito eléctrico se produce cuando existe un aumento de temperatura en relación con el entorno medioambiental.

1

Cuando pasa corriente a través de un conductor eléctrico, (embarrado, barra flexible aislada, cable, etc.) o a través de una aparatura, se produce su calentamiento (efecto Joule) y el resultado es un aumento de temperatura en el interior del cuadro de distribución.

Temperatura interna = temperatura externa + aumento de temperatura

No obstante, la aparatura instalada en el interior de un cuadro de distribución eléctrica ha sido diseñada para funcionar dentro del intervalo de temperatura entre -10 °C y +70 °C.

Así pues, es obligatorio:

- Mantener la temperatura interna dentro de este intervalo para que no queden afectadas las prestaciones de la aparatura
- Garantizar un equilibrio entre la potencia disipada instalada y la capacidad de la envolvente para evacuar sus calorías

El calor se transfiere a los cuadros de distribución:

- Principalmente por conducción
- Por convección
- Por radiación



Nota: Véase el apartado "Transferencias térmicas" de este capítulo.



El comportamiento térmico del cuadro de distribución determina su funcionamiento y su longevidad.

2

La solución de gestión térmica debe definirse también teniendo en cuenta lo siguiente:

- Las condiciones medioambientales del entorno del cuadro de distribución: temperatura ambiente, higrometría, contaminación y altitud

Nota: Véase el apartado "**Condiciones medioambientales**" de este capítulo.

- El grado de protección IP y todas las compartimentaciones del cuadro de distribución (formas 1, 2, 3 o 4)

Nota: Véase el apartado "**Confinamiento del cuadro de distribución**" de este capítulo.

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Introducción (continuación)

Información complementaria

Introducción (continuación)

Normas

Teoría

IEC 61439-1
§ 10.10.2.3.3

3

Cuando el aumento de temperatura a causa del efecto Joule es demasiado elevado, existe el riesgo de disparo accidental de la aparatada de protección, o incluso de quemaduras para los usuarios, y con toda seguridad se produce un envejecimiento más rápido del equipo. Para evitar estos riesgos, la norma IEC 61439-1 especifica los límites de aumento de temperatura para cada parte del cuadro de distribución.

Nota: Véase el apartado "**Límites de aumento de temperatura**" de este capítulo.

4

Una gran mayoría de las interrupciones o funcionamientos incorrectos de las instalaciones eléctricas y la aparatada en el interior de los cuadros de distribución eléctricos se debe a motivos térmicos:

- Auditoría térmica interna no realizada
- Condiciones climáticas en el exterior del cuadro de distribución no comprobadas
- Condiciones medioambientales difíciles o rigurosas (contaminación)

Por lo tanto, los retos de la gestión térmica son:

- Evitar incidencias graves (incendio)
- Garantizar la protección de personas y bienes
- Garantizar la continuidad del servicio
- Evitar las interrupciones y los funcionamientos incorrectos causados por aumentos de temperatura en los circuitos eléctricos
- Aumentar el ciclo de vida de los componentes del cuadro de distribución
- Reducir los costes de mantenimiento o los costes relacionados con la interrupción de la instalación

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Transferencias térmicas

Información complementaria

Principio

Normas

Teoría

1

Existen tres modos de transferencia térmica en el interior de un cuadro de distribución:

- Conducción
- Convección
- Radiación

El control de estos fenómenos permite:

- Reducir los aumentos de temperatura en el interior del cuadro de distribución
- Optimizar las prestaciones de la aparata instalada en el cuadro de distribución

Conducción

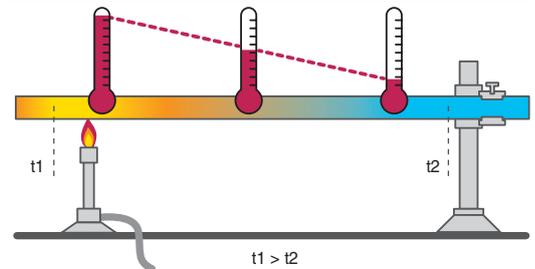
Normas

Teoría

1

La conducción es la transferencia térmica provocada por la diferencia de temperatura entre dos zonas del mismo entorno o dos entornos en contacto sin movimiento de materia. Se trata de un fenómeno lento que puede interpretarse como la transmisión acumulada de la agitación térmica.

Ejemplo



Gestión térmica de los cuadros de distribución

Transferencias térmicas (continuación)

Información complementaria

Conducción (continuación)

Normas

Práctica recomendada

1

El modo de transferencia térmica que actúa espontáneamente en el interior del cuadro de distribución y tiene el mayor impacto en el equilibrio térmico del conexionado es la conducción. Por lo tanto, resulta esencial no alterar la disipación de calor por **inducción** mediante:

- La selección de materiales de excelente calidad (cobre o aluminio)
- La definición correcta de la sección de los conductores (embarrados principales, barras flexibles aisladas, cables)
- La selección de dispositivos con características conocidas y probadas compatibles con la envolvente en la cual deben instalarse
- La preparación cautelosa de las superficies de conexión (limpieza, acondicionamiento) y la conformidad con las reglas de recubrimiento (recubrimiento de 3 a 5 veces el grosor de la barra)
- Utilización de los tornillos adecuados (tornillos dicromáticos amarillos galvanizados sin engrasar, clase 8.8 (Zn8C))
- Conformidad con los pares de apriete recomendados, para obtener una buena presión de contacto



Todas estas recomendaciones interactúan con la calidad de las transferencias térmicas por conducción en el interior del cuadro de distribución.

Ejemplo

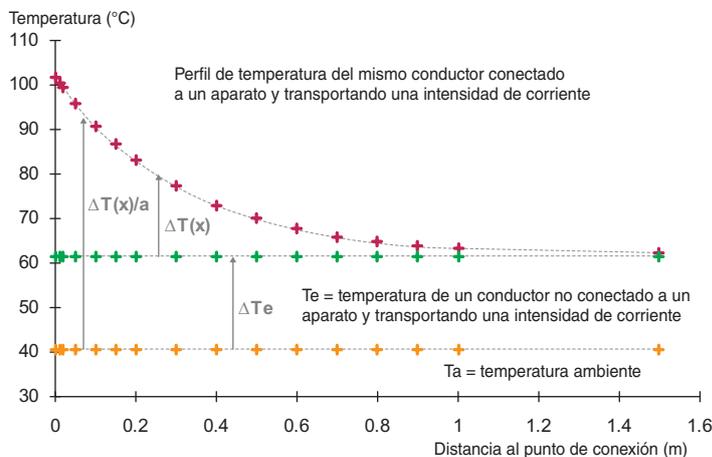


Al igual que el peaje de una autopista, donde el flujo de vehículos se regula y optimiza mediante el número de cabinas abiertas, la disipación de calor por conducción en un cuadro de distribución depende de la conformidad con todas las recomendaciones relacionadas.

La no conformidad con una de ellas comportará un "atasco" y un aumento significativo de los riesgos de aumento de temperatura.

2

Un cable conectado a un dispositivo permite la evacuación de calorías. La sección del cable, por lo tanto, debe elegirse pensando en esta característica.



Gestión térmica de los cuadros de distribución

Transferencias térmicas (continuación)

Información complementaria

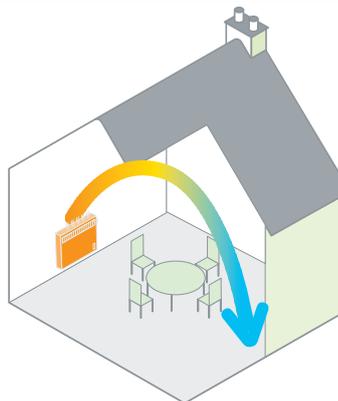
Convección

Normas

Teoría

- 1 La convección es el modo de transferencia térmica que se produce únicamente en entornos líquidos y gaseosos. A diferencia de la conducción, implica un movimiento de materia en el entorno.

Ejemplo

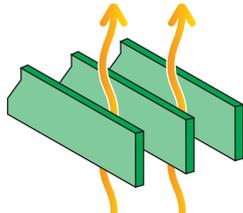


Convección (continuación)

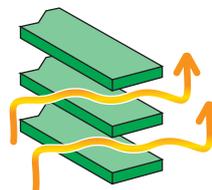
Normas

Práctica recomendada

- 1 Para favorecer la disipación térmica por **convección**, resulta esencial instalar las barras en vertical.



Ejemplo



Al utilizar barras planas, es decir, derivaciones de la armadura de entrada en juegos de barras, **Schneider Electric** recomienda un decalaje de los juegos de barras de 0,8.

- 2 Para corregir el estado térmico del cuadro de distribución, existen varias posibilidades en función de la disipación de calor por convección:

- Ventilación natural
- Ventilación forzada
- Aire acondicionado

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Transferencias térmicas (continuación)

Información complementaria

Convección (continuación)

Normas

Práctica recomendada

3

Ventilación natural

La ventilación natural o la convección natural es la solución de transferencia térmica del cuadro de distribución que normalmente resulta suficiente cuando el valor calórico que debe disiparse es bajo y el equipo se instala en un entorno de poca contaminación.

Se examina cada construcción de los sistemas de cuadro de distribución para obtener la mejor circulación de aire en el interior de la columna. Si se instalan rejillas de ventilación en la parte superior e inferior del cuadro de distribución, la sección de la apertura superior debe ser como mínimo de 1,1 veces la sección de la apertura inferior.

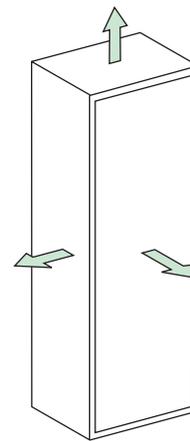
Asegúrese de que ningún equipo (aparamenta, piezas metálicas, etc.) bloquee la circulación de aire por aperturas laminadas (rejillas, persianas, etc.).

Deben ser compatibles con el grado de protección que requiere la columna.

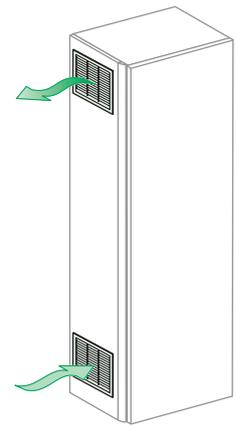
! Sugerencia

La ventilación natural asegura el funcionamiento correcto de los cuadros de distribución, en la mayoría de casos.

Ejemplo



IP > 31



IP ≤ 31

4

Ventilación forzada

Algunas condiciones (índice de protección elevado, instalación de aparamenta con una disipación de calor muy elevada, como arrancadores suaves, baterías de condensadores, etc.) generan aumentos de temperatura elevados que requieren el uso de una ventilación forzada.

Esta solución se utiliza para evacuar una gran cantidad de calor, por extracción o conducción de grandes cantidades de aire. Esto se lleva a cabo cuando se instala el equipo en un entorno con un nivel de contaminación no excesivamente elevado.

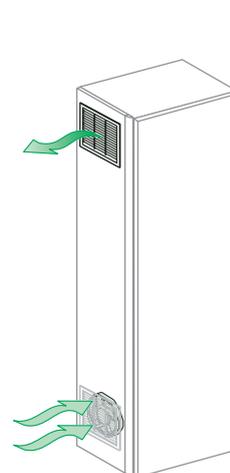
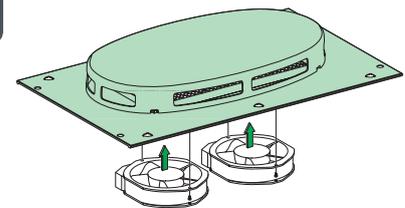
La solución de ventilación forzada mejora los intercambios térmicos dentro del cuadro de distribución y por consiguiente tiene efectos en la optimización del cuadro de distribución, los conductores y el volumen de la envolvente en determinados casos.

En entornos con nivel de contaminación elevado, el cuadro de distribución debe instalarse en un cuarto de electricidad con filtros, para evitar la inyección de aire contaminado en la columna.

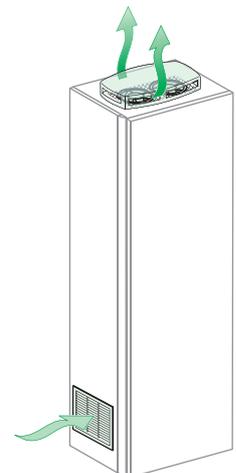
Ejemplo



Schneider Electric ofrece kits de ventilación para montar en el techo de la envolvente.



IP ≤ 54



IP ≤ 54

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Transferencias térmicas (continuación)

Información complementaria

Convección (continuación)

Normas

Práctica recomendada

5

En algunos casos (cuadros de mando/control), la cantidad de calor a evacuar es mucho más elevada.

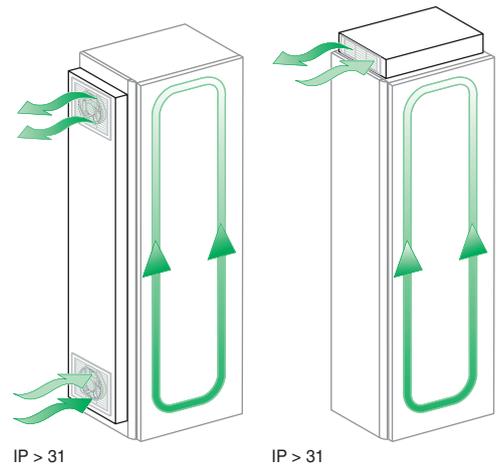
En este caso, existen varias soluciones:

- **Intercambiadores aire-aire:** incorporan una batería de intercambio de aluminio que separa los circuitos de aire interno y externo y evitan que entre el polvo
- **Intercambiadores aire-agua:** reducen la temperatura interna de la envolvente a través de una batería de intercambio suministrada en agua fría. La temperatura interna de la envolvente se regula mediante un termostato que abre y cierra una electroválvula
- **Aparatos de aire acondicionado:** son sistemas que refrigeran con eficacia la envolvente, independientemente del aire exterior. Sirven para evitar los puntos calientes. Las unidades de refrigeración pueden utilizarse en los entornos más adversos, en los cuales la temperatura puede ascender a 55 °C. La aparata integra una regulación de la temperatura del recubrimiento y una función de alarma que informa acerca de un defecto de funcionamiento

Ejemplo



Schneider Electric puede proponer estas soluciones a petición específica.



Gestión térmica de los cuadros de distribución

Transferencias térmicas (continuación)

Información complementaria

Radiación

Normas

Teoría

1

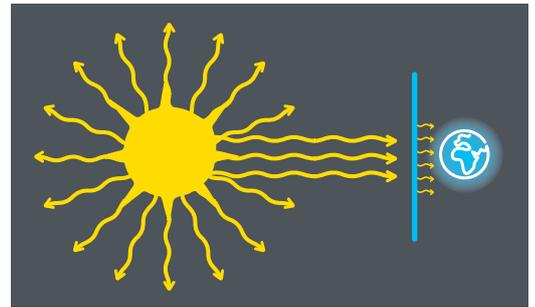
El calor se propaga en forma de ondas electromagnéticas emitidas por un cuerpo caliente.

Este fenómeno es prácticamente inmediato y, a diferencia de la conducción y la convección, no requiere un medio material para el transporte de calorías.

La potencia irradiada por un cuerpo es proporcional a su coeficiente de capacidad de emisión (entre 0 y 1) en función del estado de la superficie del material:

- Barra de aluminio: 0,05
- Aluminio anodizado: de 0,7 a 0,8
- Cobre pulido: 0,03
- Cobre envejecido: de 0,3 a 0,7
- Cobre galvanizado o plateado: 0,3
- Cobre pintado: 0,9
- Cobre aislado: 0,9

Ejemplo



Ejemplo de radiación vital y universal: la radiación solar.

Radiación (continuación)

Normas

Práctica recomendada

1

Para la misma sección de conductor, un revestimiento de pintura epoxídica puede mejorar la capacidad del conductor para transportar corriente en un 15%.

2

Para mejorar el poder de irradiación de los juegos de barras principales y por consiguiente reducir los aumentos de temperatura, se recomienda pintar las barras con pintura epoxídica.

Las superficies de conexión no deben estar pintadas, para garantizar un buen contacto eléctrico.

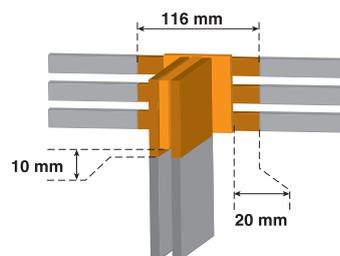
Esta pintura aporta una resistencia adicional alrededor de la zona de conexión.

El tamaño de esta resistencia depende de la sección de la barra y el tipo de conexión (conexión de embarrado horizontal/vertical, unión de dos embarrados horizontales).

Ejemplo



Protección epoxídica en las conexiones H-BB/V-BB115. Aporta una resistencia de 116 mm en las barras de 40 × 10 del embarrado horizontal para una conexión con el embarrado vertical.



Gestión térmica de los cuadros de distribución

Condiciones medioambientales

Información complementaria

Principio

Normas

Teoría

1

Un cuadro de distribución está diseñado para funcionar en condiciones medioambientales bien definidas: temperatura ambiente, higrometría, altitud, grado de contaminación.

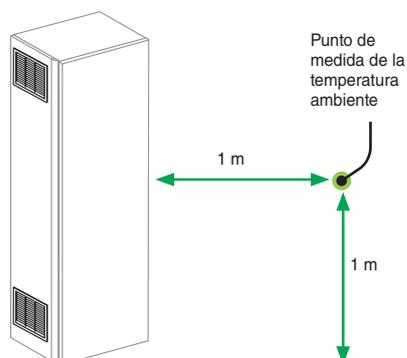
Definición de temperatura ambiente

Normas

Teoría

1

La temperatura ambiente es la temperatura medida a una distancia y una altura de 1 m respecto al cuadro de distribución.



IEC 61439-1
§ 10.10.2.3.4

2

La temperatura ambiente debe medirse utilizando por lo menos dos termómetros o termopares distribuidos equitativamente alrededor de la envolvente, aproximadamente a la mitad de su altura y a una distancia de aproximadamente 1 m respecto a la envolvente.

Los termómetros y los termopares deben estar protegidos de las corrientes de aire y las radiaciones térmicas.

IEC 61439-1
§ 7.1.1

3



La temperatura ambiente de una instalación interior debe cumplir las condiciones siguientes:

- Una media diaria inferior a +35 °C
- Límite inferior: -5 °C
- Límite superior: +40 °C

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Condiciones medioambientales (continuación)

Información complementaria

Higrometría

☞ Normas

➤ Teoría

IEC 61439-1
§ 7.1.2

1

El aire debe ser limpio y con una humedad relativa que no sea superior al 50% a una temperatura máxima de +40 °C.

Altitud

☞ Normas

➤ Teoría

IEC 61439-1
§ 7.1.4

1

Deben tomarse precauciones para los cuadros de distribución que deben instalarse a una altura superior a 2000 m.
Es importante tener en cuenta la reducción de la intensidad del aire, el poder de corte de la aparata y la capacidad de refrigeración afectada por la densidad del aire.

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Condiciones medioambientales (continuación)

Información complementaria

Grado de contaminación

Normas

Teoría

IEC 60664-1

1

La contaminación se define como la introducción de cuerpos extraños sólidos, líquidos o gaseosos que pueden reducir la intensidad dieléctrica o la capacidad de resistencia de la superficie del aislador.

Existen cuatro niveles de contaminación:

Nivel	Descripción
Grado de contaminación 1	Ausencia de contaminación o únicamente presencia de contaminación seca, sin conductividad. La contaminación no tiene ningún impacto.
Grado de contaminación 2	Únicamente se produce contaminación sin conductividad, excepto que, ocasionalmente, existe previsión de que se produzca conductividad temporal debido a la condensación.
Grado de contaminación 3	Se produce contaminación con conductividad, o existe previsión de que se produzca contaminación seca, sin conductividad, que pasa a tener conductividad debido a la condensación.
Grado de contaminación 4	La contaminación genera una conductividad persistente provocada por polvo con conductividad, lluvia u otras condiciones de humedad.

Normalmente, a menos que se especifique lo contrario, el objetivo de los conjuntos para aplicaciones industriales es su utilización en un entorno con un grado de contaminación 3. El grado de contaminación 4 no se aplica al interior de un conjunto conforme con lo establecido en la norma 61439-1.

IEC 61439-1
§ 7.1.3 + tabla 2

2

Las distancias de aislamiento y las líneas de fuga deben determinarse conforme a:

- La tensión de distancia de aislamiento asignada (U_i) de la tabla
- El tipo de material aislante (que define el grupo de materiales)
- El grado de contaminación del entorno

Nota: Véase el capítulo 3 "Juegos de barras principales".

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Límites de aumento de temperatura

Información complementaria

Límites de aumento de temperatura

Normas

Teoría

IEC 61439-1
Tabla 6.

1

La norma especifica los límites de aumento de temperatura para cada parte del cuadro de distribución.

Nota: Véase la tabla 6 de la norma 61439-1.



Los aumentos de temperatura no deben provocar daños en los componentes a través de los cuales pasa la corriente o en los componentes adyacentes.

Ejemplo

- La temperatura de un aparato de control manual metálico nunca debe ser superior a 50 °C (35 °C + 15 K)
- La temperatura de una superficie metálica exterior nunca debe ser superior a 65 °C (35 °C + 30 K)

IEC 61439-1
Tabla 6.

2

Los límites de aumento de temperatura debe especificarlos el fabricante original. Deben cumplir las especificaciones de la norma IEC 61439-1. Deben comprobarse utilizando alguno de los métodos siguientes:

- Pruebas con corriente
- Deduciones de las características, en función de un diseño sujeto a pruebas para soluciones parecidas
- Cálculos

3



Algunos valores de temperatura con los cuales debe mantenerse la conformidad:

140 °C	para embarrados principales (cobre descubierto) (35 °C + 105 K)
125 °C	para barras flexibles aisladas (35 °C + 90 K)
105 °C	para terminales para conductores externos aislados (35 °C + 70 K)
65 °C	para superficies metálicas exteriores (35 °C + 30 K)
60 °C	para dispositivos de control manual en materiales aislantes (35 °C + 25 K)

Sugerencia

35 °C es el valor de temperatura ambiente tomado como referencia y el valor expresado en K es el aumento de temperatura máximo admisible.

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Confinamiento del cuadro de distribución

Información complementaria

Confinamiento del cuadro de distribución

Normas

Práctica recomendada

1 El grado de protección IP de un cuadro de distribución tiene una relación directa en su capacidad de disipación de calor. Cuanto mayor sea el grado de protección, mayor será el confinamiento del cuadro de distribución y menores serán las posibilidades de evacuar el calor. La temperatura del interior del cuadro de distribución aumentará, por consiguiente. Para mantener la temperatura del interior del cuadro de distribución dentro de los límites de funcionamiento de la aparata, puede ser necesario limitar la corriente admisible de la aparata: esta acción se denomina decalaje. Los montadores deben proporcionar tablas que aporten las prestaciones in situ de las envolventes, la aparata y los conductores relacionados, en función de las características del cuadro de distribución y las condiciones ambientales. Estos valores deben tenerse en consideración a la hora de seleccionar juego de barras y la aparata. En algunos casos, es necesario aplicar un coeficiente de decalaje adicional, en comparación con los valores aportados en las tablas:

- 0,8 para las barras planas
- 0,8 para las barras niqueladas

Ejemplo

La capacidad de confinamiento de un índice de protección IP55 es muy superior a la de un índice IP30:

Nota: Véase la norma IEC 60529.



Para cada tipo de aparata, **Schneider Electric** proporciona tablas de decalaje (véanse los catálogos):

Tipo de aparata	IP31					IP41/54				
	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
NW08 N/H/L	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
NW10 N/H/L	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
NW12 N1	1250	1250	1250	1250	1200	1250	1250	1250	1250	1200
NW16 N1	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
NW20 H	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
NW25 H	2500	2500	2500	2500	2430	2500	2500	2500	2500	2430
NW32 H	3200	3200	3200	3120	3050	3200	3200	3200	3120	3050

Corriente admisible (A)

La tabla de decalaje de la aparata NWxx depende del índice IP del cuadro de distribución y la temperatura ambiente alrededor del cuadro de distribución.

IEC 61439-2
§ 8.101

2 Las compartimentaciones instaladas para las formas limitan la disipación de calor por convección natural. Pueden causar aumentos de temperatura en la aparata y sus conexiones (los puntos más calientes).

Ejemplo

Una compartimentación completa (forma 4) disipa menos calor que un cuadro de distribución sin particionar (forma 1):

Nota: Véase la norma IEC 61439-2 § 8.101.

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Temperatura interna del cuadro de distribución demasiado baja

Información complementaria

Temperatura interna del cuadro de distribución demasiado baja

Normas

Práctica recomendada

IEC 61439-1
§ 8.2.2

1

Para los cuadros de distribución cuya finalidad es la utilización en ubicaciones muy húmedas y temperaturas con mucha variación, deben tomarse las medidas adecuadas (ventilación y/o calentamiento interno, agujeros de drenaje, etc.) para evitar una condensación nociva en el interior del cuadro de distribución.



Asegúrese siempre de que se mantenga el grado de protección IP.

2

El método más utilizado para aumentar la temperatura interna de un cuadro de distribución es el calentamiento con resistencias.

Permite lo siguiente:

- Evitar la formación de agua condensada, mediante la limitación de variaciones de temperatura
- Proteger la instalación frente a posible congelación

Tome las precauciones siguientes a la hora de instalar resistencias de calentamiento:

- Las resistencias de calentamiento no deben instalarse demasiado cerca de la aparamenta
- Disponga y sujete los conductores de tal modo que estén lo suficientemente alejados del elemento calefactor

Gestión térmica de los cuadros de distribución

Temperatura interna del cuadro de distribución demasiado baja (continuación)

Información complementaria

Temperatura interna del cuadro de distribución demasiado baja (continuación)

Normas

Práctica recomendada

3

El aire debe ser limpio y con una humedad relativa que no sea superior al 50% a una temperatura máxima de +40 °C.

Unos niveles superiores de humedad relativa pueden ser aceptables a temperaturas inferiores, por ejemplo un 90% a +20 °C. Debe tenerse en cuenta la condensación leve que ocasionalmente puede producirse como consecuencia de las variaciones de temperatura.

→ Documentos
de referencia



Documentos de referencia

Publicaciones

Información complementaria

Documentos de la norma IEC 61439



Especificaciones IEC para conjuntos de aparata de baja tensión
Ref.: **ESMKT13043D13**



Prisma e IEC 61439-1 y -2
Ref.: **ESMKT06006C11**



Instalaciones eléctricas con máxima eficacia
Ref.: **ESMKT03004I10**

Catálogos de producto



Catálogo Prisma Plus
Ref.: **ESMKT01011110**



Catálogo Prisma PHevol
Ref.: **ESMKT01025K10**



Linergy - Sistemas de conexión y distribución
Ref.: **ESMKT01127C14**



Máximo rendimiento con incomparable sencillez y rapidez
Ref.: **998-4883-ES**

Regístrese en el Portal Partner de Schneider Electric

Disfrute de recursos adaptables a su negocio



Prepárese para:

- > Ofrecer a sus clientes mejoras continuas
- > Garantizarles lo más novedoso de la industria
- > Ayudarles a satisfacer sus expectativas y a expandir su negocio

Dispondrá de acceso a:

- > Recursos adaptables, especificaciones técnicas y de producto
- > Herramientas prácticas dedicadas a las necesidades de su negocio
- > Novedades que le permitan mantener una oferta competitiva

¡Únase a Schneider Electric
y sus clientes verán la diferencia!

Regístrese a través de este link:
<http://partners.schneider-electric.es>



→ Índice



Índice

Índice de contenidos

Información complementaria

A		
Alimentación (elección del tipo de)	3/13	
Alimentación de la aparamenta de entrada	1/80	
Almacenamiento	1/4	
Anticorrosión	1/58	
Archivo de envío	1/189	
Aumento de temperatura de la aparamenta	3/27	
B		
Barras flexibles aisladas	1/94	
Barras rígidas de cobre	1/84	
Bornas	3/41	
Bridas de cableado	1/114, 1/120	
C		
Cable	3/36	
Cable de conexión a tierra	1/22	
Cableado (circulación del)	1/117	
Circuitos auxiliares	1/114	
Circuitos de comunicación	1/126	
Compartimentación	1/40	
Conducción	3/59	
Conducto	1/119	
Conductor de protección PE	1/48	
Conductor de protección PEN	1/50	
Conexión a tierra	1/52	
Conexión de los cables	1/106	
Conexión del circuito de potencia	1/81	
Conexión de barras rígidas	1/90	
Conexiones para engastar	3/44	
Contactos directos/indirectos	1/28	
Continuidad eléctrica	1/21	
Control final en taller (inspección de calidad)	1/164	
Convección	3/61	
D		
Desguarnecimiento de las barras flexibles aisladas	1/98	
Distancia de aislamiento	1/34	
Distancia de aislamiento de seguridad	1/70	
E		
Embalaje	1/181	
Embarrados principales	1/26	
Enlace equipotencial	1/50	
Equipotencialidad	1/22	
Ergonomía	1/71	
Espacio disponible (reservas)	1/72	
Etiquetado	1/162	
F		
Formación de las barras rígidas	1/84	
Formas	1/41	
G		
Grado de protección	1/11	
Grupos de cables	1/108, 1/121	
I		
Instalación de la aparamenta	1/66	
L		
Línea de fuga	1/34	
M		
Manipulación	1/184	
Marcado	1/187	
Marcado (identificación)	1/153	
Marco	1/17	
Montaje de las envolventes	1/18	
P		
Par de apriete	3/29	
Perforación (con punzón) de las barras flexibles aisladas	1/100	
Perforación (con taladro) de las barras flexibles aisladas	1/100	
Perforación (con taladro) de las barras rígidas	1/86	
Presión de contacto	1/92	
R		
Radiación	3/64	
S		
Sujeción de las barras flexibles aisladas	1/104	
Sujeción de los cables de potencia	1/109	
T		
Terminales	3/45, 3/46, 3/52	
Terminales de conexión	1/114, 3/34	
Tornillería de conexionado	3/23	
Toroidal	1/147	
Torsión de las barras flexibles aisladas	1/99	
Torsión de las barras rígidas	1/89	
Transformador de corriente	1/54, 1/125	
Transporte	1/176	
Trenza de conexión a tierra	1/22	
V		
Ventilación de los cuadros de distribución	3/62	



Atención Comercial

Zona Mediterránea

Barcelona-Tarragona-Lleida-Girona-Baleares

Coto 2-8 Nave DC2 Park Prologis
08830 - Sant Boi de Llobregat - BARCELONA

Zaragoza

Bari, 33, Ed. 1, planta 3.ª - Pol. Ind. Plataforma Logística Plaza
50197 - ZARAGOZA

Valencia-Castellón-Albacete

Camino de Barranquet, 57
46133 - Meliana - VALENCIA

Alicante

Los Monegros, s/n - Edificio A-7, 1.º, locales 1-7
03006 - ALICANTE

Murcia

Senda de Enmedio, 12, bajos
30009 - MURCIA

Zona Centro Sur

Madrid-Cuenca-Guadalajara

De las Hilanderas, 15 - Pol. Ind. Los Ángeles
28906 - Getafe - MADRID

Sevilla-Córdoba-Jaén-Cádiz-Málaga-Granada-Almería-Huelva

Calle Charles Darwin, s/n. Planta 2ª - Edificio Bogaris. Isla de la Cartuja
41020 - SEVILLA

Las Palmas

Ctra. del Cardón, 95-97, locales 2 y 3 - Edificio Jardines de Galicia
35010 - LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Zona Norte

Bilbao

Torre de Iberdrola, planta 5.ª - Plaza Euskadi, 5.
48009 - BILBAO

San Sebastián-Álava

Parque Empresarial Zuatzu - Edificio Urumea, planta baja, local 5
20018 - DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

Navarra-La Rioja

Ctra. Pamplona-Logroño, s/n
31100 - Puente la Reina - NAVARRA

Castilla-Burgos-Soria

Pol. Ind. Gamonal Villimar - 30 de Enero de 1964, s/n, 2.º
09007 - BURGOS

Asturias-León-Cantabria

Parque Tecnológico de Asturias - Edif. Centroelena, parcela 46, oficina 1.º F -
33428 - Llanera - ASTURIAS

Valladolid

Topacio, 60, 2.º - Pol. Ind. San Cristóbal
47012 - VALLADOLID

Galicia

Pol. Ind. Pocomaco - Avenida Quinta, parcela D, 33 A
15190 - A CORUÑA

Vigo

Ctra. Vella de Madrid, 33 bajos
36211 - VIGO



**Centro Atención
Clientes**

Tel.: 934-84-31-00

Fax: 934-84-32-00

www.schneiderelectric.es/soporte

Make the most of your energy



www.schneider-electric.com/es



<http://www.facebook.com/SchneiderElectricES>



@SchneiderES



Centro Atención Clientes

Tel.: 934-84-31-00 Fax: 934-84-32-00

Soporte Técnico en productos y aplicaciones

<http://www.schneiderelectric.es/faqs>

- > Elección
- > Asesoramiento
- > Diagnóstico

Servicio Posventa SAT

<http://www.schneiderelectric.es/soporte>

- > Reparaciones e intervenciones
- > Gestión de repuestos
- > Asistencia técnica **24** horas

> www.iseonline.es

Instituto Schneider Electric de Formación

Schneider Electric España, S.A.
Bac de Roda, 52, edificio A - 08019 Barcelona

ESMKT12103G14



En razón de la evolución de las normativas y del material, las características indicadas por el texto y las imágenes de este documento no nos comprometen hasta después de una confirmación por parte de nuestros servicios. Los precios de las tarifas pueden sufrir variación y, por tanto, el material será siempre facturado a los precios y condiciones vigentes en el momento del suministro.