

ELECTRO BARRAS

DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EFICIENTE
CON ELECTRO BARRAS DE FASE
PAREADA

Las electro barras Electbus DTU de FASE PAREADA utilizan un arreglo polifásico de los conductores para cancelar el campo electromagnético entre los pares, con lo cual se reduce de manera apreciable la impedancia reactiva en la línea. Este efecto se traduce en mayor eficiencia de transmisión, con menor y mas balanceada caída de voltaje, aun en presencia de cargas desbalanceadas.



Para mayor información visítenos en:

www.electbus.com

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

Electrobarras	1
Descripción del Sistema	2
Electrobarras Electbus	2
Ventajas del Sistema	3
Seguridad	3
Flexibilidad	3
Inversión	3
Economía	4

ELEMENTOS DEL SISTEMA

Modularidad del Sistema	5
Tramos Rectos	6
Enchufable	6
Alimentador	6
Curvas	8
Posición de Montaje Horizontal	8
Curva Horizontal de Canto	8
Curva Horizontal Plana	9
Curvas Especiales	9
Elementos T	10
Cruce X	11
Elemento Conector a Tablero	12
Elemento Reductor de Capacidad	13
Caja Central	14
Caja Final	14
Cajas de Derivación	15
Tapa Final	17
Soportes Verticales	17
Soportes Horizontales	18
Piezas Especiales	18

COMO PROYECTAR CON ELECTROBARRAS MODELO DTU

Selección por Capacidad de Corriente	19
Selección por Caída de Tensión	20
Selección por Capacidad de Corto Circuito	21
Recomendaciones de espacios libres en instalaciones verticales	21
Tabla de selección por número de catálogo	22

INFORMACIÓN BÁSICA DE INGENIERÍA

Normas a Consultar	23
Dilatación	23
Acoplamiento de Fases Pareadas en sistemas de distribución en baja tensión	24
Efecto Pelicular	25
Efecto Proximidad	25
Fases Pareadas	26

INSTALACIÓN

Cómo instalar Electrobarras DTU	29
Antes de energizar el Sistema	29
Instrucciones para el empalme de dos ductos	30
Instrucciones para remover una sección de línea de Electrobarras	32
Instrucciones para instalar una Caja Central	33
Instrucciones para instalar o remover Cajas de Derivación	34
Instrucciones para suspender un ducto	35
Instrucciones para instalar Soportes de Piso	36
Almacenaje de Electrobarras	36

MANUAL DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO

Introducción	37
Preparación Preliminar	37
Herramientas Recomendadas	38
Inspección Visual	40
Parámetros Nominales	41
Parámetros de Operación	42
Recomendaciones Finales	43
Modelo de Planilla de Inspección	44
Conclusiones	45

Manual de Diseño de Electrobarra DTU

Copyright © 2002

Electbus Corporation
7501 N.W. 36st.

Miami, Fl. 33166

U.S.A.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este manual será reproducida, grabada en un sistema de almacenamiento de datos, o transmitida utilizando para ello cualquier técnica, electrónica, mecánica, fotocopia, grabación, o cualquiera otra, sin permiso escrito de Electbus Corporation. No se asume ninguna obligación o responsabilidad de patente con respecto al uso de información contenida aquí. Habiéndose tomado todas las precauciones en la preparación de este manual, Electbus Corporation no asume responsabilidad alguna por errores u omisiones. Tampoco asume responsabilidad por daños producidos como resultado del uso de la información aquí contenida.

Desarrollado en los Estados Unidos de America.

Primera Edición Impresa: Enero 2002.

Advertencia y Limitación de Responsabilidad

Se ha hecho todo el esfuerzo para que este manual sea lo más completo y exacto posible, pero esto no implica una garantía. La información provista viene en base a "tal cual como está". Electbus Corporation no tendrá responsabilidad hacia ninguna persona o entidad con respecto a cualquier pérdida o perjuicio producto de la información contenida en este manual.

Versión: Julio 2004

Electrobarras

El sistema de distribución de energía eléctrica por medio de electrobarras es el método más práctico, funcional, eficiente y económico para transportar energía eléctrica dentro de una edificación.

Este sistema fue diseñado para llevar energía eléctrica desde una Sub-Estación hasta los sitios donde están ubicadas las cargas, usando líneas de alimentación compuestas por elementos modulares que se empalman entre sí de forma muy simple y conveniente. En la Gráfica 1 se puede observar parte de un sistema de distribución de energía con una capacidad de 12.5 MVA en el Centro Comercial Sambil, en Caracas.

Las áreas a ser energizadas se conectan en puntos de derivación dispuestos en las barras enchufables cada pie lineal. La gran versatilidad del sistema facilita la incorporación de nuevos puntos de alimentación a cargas o reubicar los ya existentes, incluso después de terminada la instalación. Además de los elementos estandarizados, el sistema cuenta con piezas especiales y accesorios que garantizan acceso a todo el edificio.

[Electrobarras](#)

[Descripción del Sistema](#)

[Electrobarras Electbus](#)

[Ventajas del Sistema](#)



Gráfica 1. Sistema de Electrobaras.

Descripción del Sistema

De acuerdo a la NEMA (National Electrical Manufacturers Association), una instalación construida con electrobarras se define como: "Un sistema de distribución eléctrica mediante elementos prefabricados compuesto por ramales (bus) de barras recubiertos de una carcasa protectora, incluyendo tramos rectos, ángulos, dispositivos y accesorios".

En la ilustración 1 se observa como se energiza un sistema desde una sub estación - compuesta de una celda de baja tensión, una celda de transformador y una celda de alta tensión - a través de una serie de elementos denominados Tramos Alimentadores. Estos elementos transportan energía primaria a lo largo de la edificación hasta los puntos en los que se requiera una derivación para alimentar cargas.

Los cambios de dirección, deriva-ciones, conexiones a tablero, etc. se logran con elementos modulares estandarizados identificados con nombres fáciles de recordar: Curvas, Tes, Equis, Elementos Conectores a Tableros, Reductores, etc.

En aquellos sitios en los que se requiera de una derivación, bien sea para conectar un tablero con interruptores o alimentar maquinaria, se utilizan las llamadas "Cajas de Derivación". Estos elementos se conectan en los puntos de derivación diseñados para este fin, que están dispuestos cada 24" (60.96 cm) en ambas caras de los ductos tipo enchufable.

Esta bondad del sistema, la de poder incorporar una nueva carga, sustituir una existente por otra, o cambiarla de posición en cuestión de minutos - con un mínimo costo de mano de obra y sin tener que adquirir otros suministros que los instalados - coloca al sistema de electrobarras en una clara ventaja al compararla con sistemas tradicionales de distribución de energía eléctrica.

Esta bondad del sistema, la de poder incorporar una nueva carga, sustituir una existente por otra, o cambiarla de posición en cuestión de minutos - con un mínimo costo de mano de obra y sin tener que adquirir otros suministros que los instalados - coloca al sistema de electrobarras en una clara ventaja al compararla con sistemas tradicionales de distribución de energía eléctrica.

Electrobarras Electbus

Las Electrobarras DTU conforman un sistema de distribución de energía eléctrica modular, compuesto por piezas prefabricadas intercambiables, compuestas por los siguientes elementos:

Pletinas.- Las pletinas son los elementos conductores del sistema. Estos elementos son fabricados en Aluminio o Cobre.

Las pletinas son recubiertas con una poliamida aislante, aplicada electrostáticamente, y con un espesor tal que sobrepasa la prueba de rigidez eléctrica de 5 kV establecido por las normas.

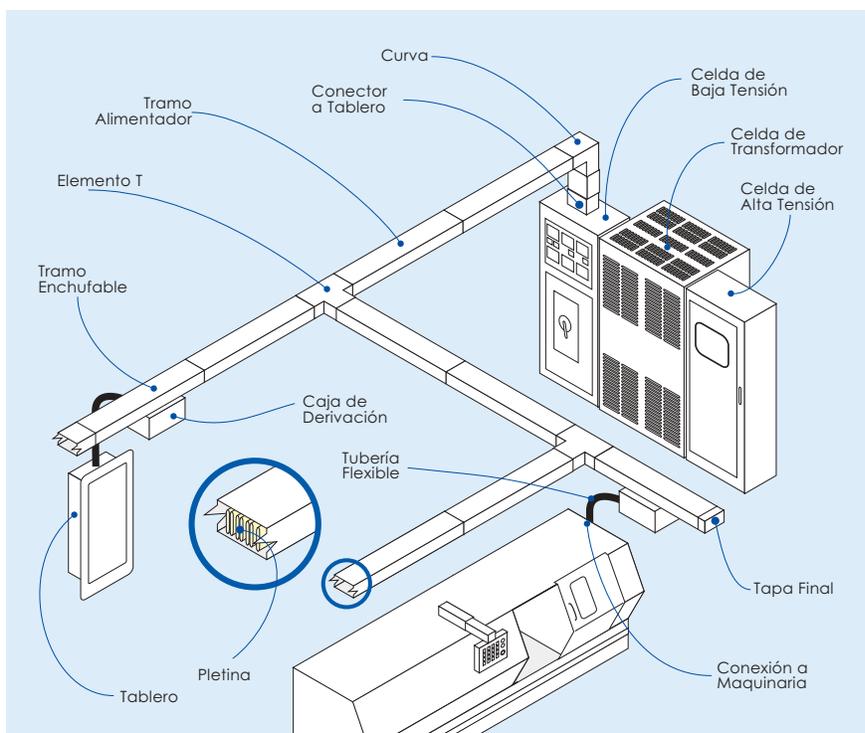


Ilustración 1. Sistema de Electrobarras.

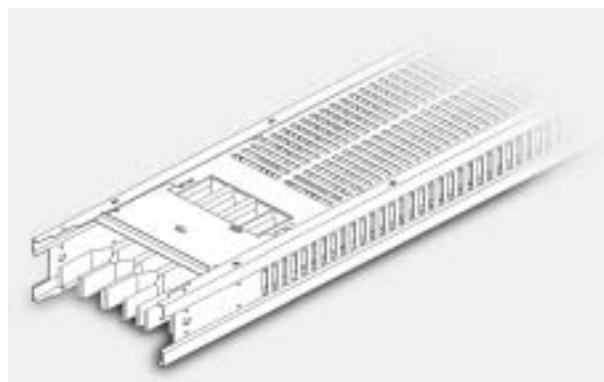


Ilustración 2. Electrobarra.

Elemento Empalmador.- Los empalmes entre barras se realizan con elementos empalmadores diseñados para reducir al mínimo el tiempo y esfuerzo en la instalación. Cada elemento de empalme está provisto de doble arandela tipo "belleville", que actúa como un resorte para absorber las dilataciones y contracciones producidas por los cambios de temperatura. En el proceso de fabricación de los elementos de empalme se utilizan resinas con fibra de vidrio y aditivos ignífugos (retardantes de llama) para lograr un producto mecánicamente termoestable, higroscópico y con una excelente rigidez dieléctrica. Ver ilustración 3.

Soportes.- Los conductores se mantienen en posición mediante elementos aislantes de alta rigidez dieléctrica y de gran resistencia mecánica. Estos garantizan la integridad física del Sistema de Electrobarras Electbus en caso de cortocircuito.

Carcaza.- Las técnicas de fabricación de la carcaza son las más avanzadas de la industria. Laboratorios independientes certifican que la pintura que la recubre, tratada al horno a temperatura estabilizada, cumple con la prueba en ambiente salino por 1000 horas.

La sencilla pero robusta construcción de las Electrobarras Modelo DTU ofrece seguridad y confiabilidad como solución ideal para distribución de energía, y pueden ser instalados rápida y fácilmente, ajustándose a cualquier distribución de espacios y asegurando un adecuado suministro eléctrico vertical u horizontal en la edificación.

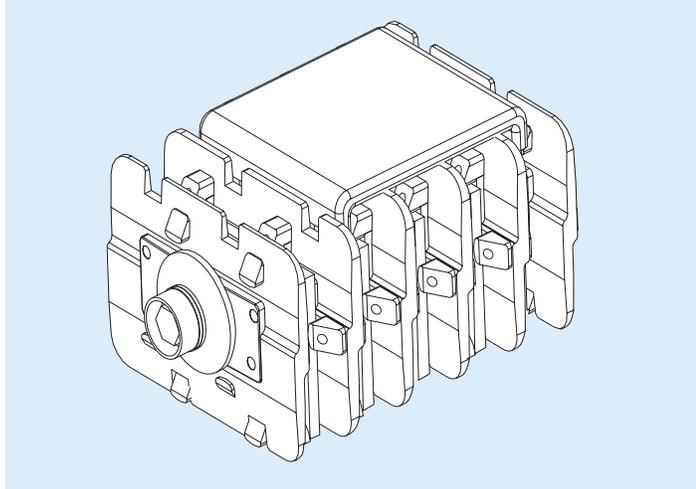


Ilustración 3. Elemento Empalmador.

Ventajas en relación con sistemas tradicionales

Seguridad

En los proyectos diseñados con el sistema de Electrobarras Electbus los circuitos ramales son sustituidos por un alimentador centralizado logrando reducir al mínimo las posibilidades de fallas. Por su construcción y diseño el sistema imposibilita conexiones impropias en el momento de la instalación o cuando se requieran modificaciones futuras.

El Sistema de Electrobarras Modelo DTU cumple con los más exigentes controles de calidad impuestos por las principales organizaciones internacionales establecidas para tal fin.

Flexibilidad

Las conexiones en los puntos de derivación se realizan en muy corto tiempo y sin necesidad de herramientas especiales. Esta característica permite modificar la distribución de las cargas o la disposición de maquinarias a muy bajo costo en relación con sistemas tradicionales. Su simplicidad lo hace comparable con conectar y desconectar un tomacorriente, pero con la capacidad eléctrica de un sistema industrial.

Inversión

A diferencia de los sistemas tradicionales, las instalaciones construidas con Electrobarras Modelo DTU pueden ser desmanteladas y reubicadas a voluntad, aprovechando 100% el material. Así la red de electrobarras se convierte en un activo fijo, 100% reutilizable desde el punto de vista técnico y financiero, y su reinstalación se ejecuta con muy bajos costos de mano de obra.

Economía

Las instalaciones construidas con el sistema de Electrobarras son la alternativa más económica en comparación con sistemas tradicionales, ya que generan ahorros en los tiempos de desarrollo de proyectos e instalación, menores costos de diseño, ejecución, mantenimiento, espacio físico y depreciación.

El precio de las Electrobarras Modelo DTU es competitivo con su equivalente en cables más tuberías o bandejas. A medida que aumentan las cargas, la diferencia se cuantifica en forma mucho más favorable al inversionista en Electrobarras.

En cuanto a instalación se refiere, el costo de mano de obra se puede reducir a un 50% cuando se utiliza el sistema de Electrobarras Modelo DTU al comparar con cables más tuberías.

En conjunto, se pueden lograr economías hasta de un 30% y ganancias de tiempo en el proyecto hasta de un 60%. Adicionalmente a los ahorros directos en la instalación inicial, el sistema de Electrobarras Modelo DTU aporta una reducción significativa en los costos de operación y mantenimiento gracias a la sencillez del sistema y su versatilidad al momento de hacer modificaciones y reinstalaciones. Esto sin contar el ahorro en depreciación anual por su característica reutilizable y su larga vida útil.

La economía en el uso del espacio es realmente significativa. La sección transversal del espacio requerido se reduce en un 50% aproximadamente, en comparación uso de cables conductores y tubería. Por otro lado la optimización del volumen es máxima en las curvas. Por norma, una acometida trifásica de gran capacidad requiere de grandes cajas de paso y radios de curvatura de gran tamaño, lo cual no ocurre con las Electrobarras, cuyos cambios de dirección se hacen normalmente en ángulo recto. De igual manera, los cuartos de control requieren mucho menos espacio para mantenimiento y operación.

Adicionalmente, la utilización del sistema de Electrobarras permite el uso racional de los elementos de corte y protección, con lo que se ha logrado optimizar costos iniciales en forma significativa, produciendo proyectos y obras técnicamente más eficientes.

En cualquier edificación comercial o industrial, las Electrobarras Modelo DTU constituyen el medio por excelencia para transportar y distribuir energía eléctrica en baja tensión, porque ofrecen mayor seguridad, permiten un diseño práctico y funcional, representan un activo fijo y son más económicas.



Modularidad del Sistema

Una de las características más resaltantes del sistema de Electrobarra Electbus es su modularidad. Gracias a ella la versatilidad de este sistema de distribución de energía eléctrica se hace prácticamente ilimitada.

Los elementos básicos que componen el Sistema de Electrobarra Electbus DTU poseen medidas estandarizadas que permiten acceder a casi cualquier recinto. En aquellos casos en que las medidas estándar no satisfagan los requerimientos de diseño, Electbus procesará bajo pedido la fabricación de piezas especiales, como parte de su política de atención personalizada al cliente.

Los elementos básicos del Sistema de Electrobarra son:

- Tramos rectos enchufables.
- Curvas.
- Cruce X.
- Caja final.
- Elemento conector a tablero.
- Tramos rectos alimentadores.
- Elemento T.
- Caja central.
- Caja de derivación.
- Tapa final.

Por la avanzada modularidad del sistema, las Electrobarra Electbus se instalan muy rápidamente y con muy pocas herramientas. Adicionalmente todos los elementos pueden ser reutilizados en futuras modificaciones en la distribución física del espacio, así como en la reubicación de las cargas con muy bajos costos. Esto representa una economía de tiempo y dinero que ningún sistema tradicional está en capacidad de equiparar.

Modularidad del Sistema

Tramos Rectos

Curvas

Elemento T

Cruce X

Elemento Conector a Tablero

Elemento Reductor de Capacidad

Caja Central

Caja Final

Caja de Derivación

Tapa Final

Soportes

Piezas Especiales

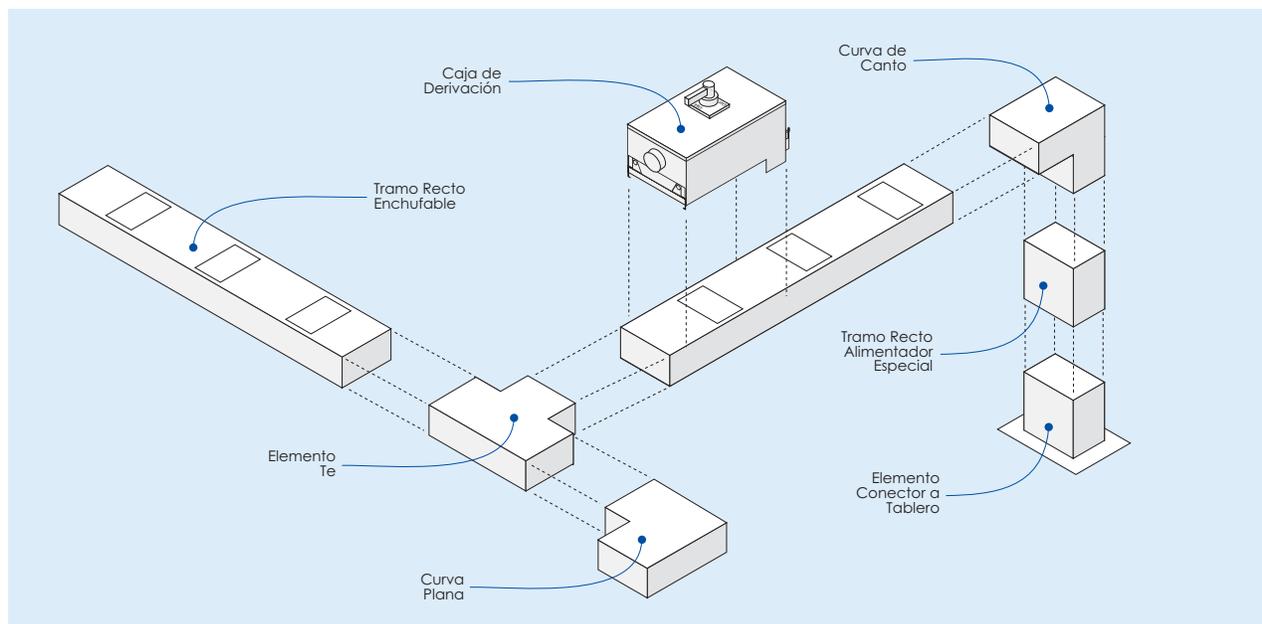


Ilustración 4. Modularidad del sistema.

Tramos Rectos

Los tramos rectos son elementos fundamentales del sistema y se utilizan para distribuir la energía eléctrica a subestaciones y puntos de consumo. Se fabrican en dos tipos:

Tramos Enchufables,

Tramos Alimentadores.

Ambas variedades son fabricadas en longitudes de 10' (3048 mm) en forma normalizada. Se fabrican 15 tipos distintos de tramos rectos con capacidades de corriente desde 225 A hasta 5000 A en tensión nominal hasta 600 VAC.

Las características eléctricas y dimensionales son iguales, tanto para tramos alimentadores como para tramos enchufables con la misma capacidad de corriente.

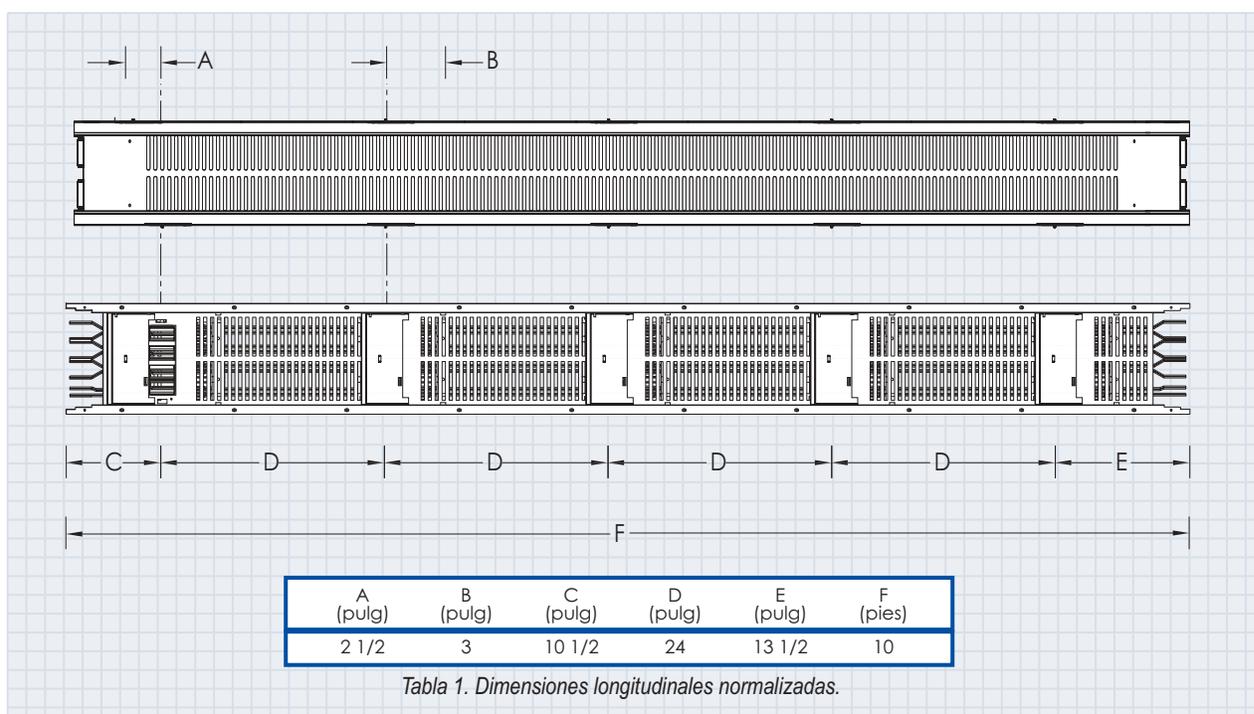
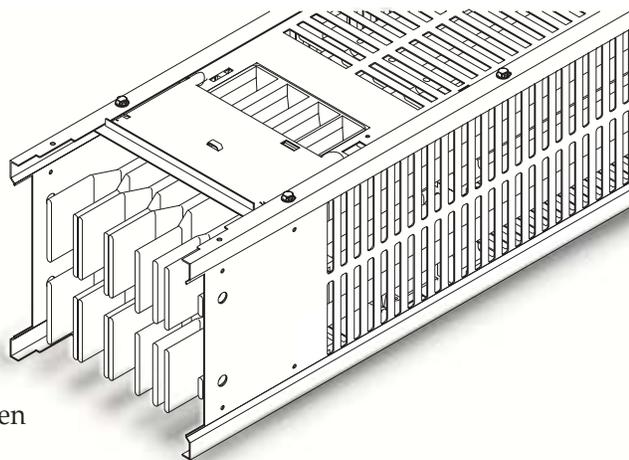


Ilustración 5. Tramos rectos.

Enchufable (P)

Diseñados para distribuir energía eléctrica a la carga en múltiples puntos de derivación a lo largo de la línea.

Cuentan con diez puntos para derivación por cada diez pies lineales (3.048 m). Esto permite disponer virtualmente de una posible derivación en cualquier lugar de la edificación.

Con este tipo de tramo recto, las conexiones a cargas pueden ser añadidas o reubicadas con gran facilidad y en cuestión de minutos.

Alimentador (F)

Estos tramos fueron diseñados para transportar energía primaria desde la fuente al centro de consumo en un área física específica.

Se utilizan cuando no se requieren derivaciones en el trayecto, por lo que permite un ahorro adicional hasta el 15% del costo comparado con Electrobarras enchufables.

Se utilizan normalmente para llevar energía desde las acometidas principales o generadores - principales o de emergencia - hasta subestaciones y centros de distribución.

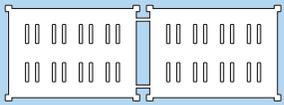
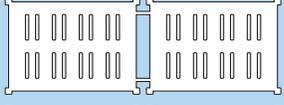
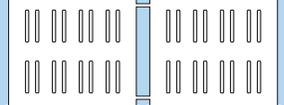
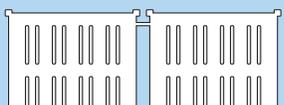
Corte Transversal	Barras por Fase	Sección del Ducto (pulg.)	Sección de Conductor (pulg.)	Capacidad de Corriente (A)			Peso
				Edgewise (ventilada)	Flatwise (ventilada)	(no ventilada)	
	1	10 x 4 1/2	1/4 x 1	225	225	225	8
	1	10 x 4 1/2	1/4 x 2	400	400	400	9
	1	10 x 5 1/2	1/4 x 3	600	600	600	10
	2	10 x 4 1/2	1/4 x 1 1/2	800	800	—	9
	2	10 x 4 1/2	1/4 x 2	1000	—	800	10
	2	10 x 5 1/2	1/4 x 2 1/2	1200	1000	—	11
	2	10 x 5 1/2	1/4 x 3	1350	1200	1000	12
	4	10 x 7 1/2	1/4 x 1 1/2	1600	1350	—	15
	4	10 x 7 1/2	1/4 x 2	2000	1600	1200	17
	4	10 x 9 1/2	1/4 x 2 1/2	—	—	1350	19
	4	10 x 9 1/2	1/4 x 3	2500	2000	1600	21
	8	20 5/8 x 7 1/2	1/4 x 1 1/2	3000	3000	2000	31
	8	20 5/8 x 7 1/2	1/4 x 2	—	3500	2500	35
	8	20 5/8 x 9 1/2	1/4 x 2 1/2	4000	—	—	43
	8	20 5/8 x 9 1/2	1/4 x 3	5000	4000	3000	50

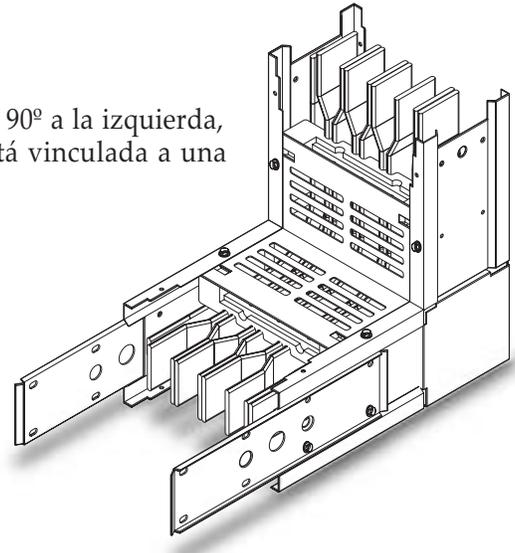
Tabla 2. Características de ductos y conductores, capacidades de conducción y pesos aproximados

Curvas (L)

Estos elementos permiten efectuar un cambio de dirección de 90° a la izquierda, derecha, hacia arriba o abajo. La nomenclatura utilizada está vinculada a una posición de montaje predefinida

Posición de Montaje Horizontal

Considerando una instalación en planos horizontales, se pueden disponer los ductos en dos maneras: Horizontal Edgewise o Flatwise.





Edgewise

Edgewise: Las pletinas conductoras están ubicadas en posición vertical. En esta posición el calor se disipa fácil y rápidamente.



Flatwise

Flatwise: Las pletinas están en posición horizontal. La disipación de calor no es tan eficiente en esta posición.

Curva Edgewise (Lx)

En la Ilustración 6-a se reproduce la vista superior de una Curva Edgewise. Se puede observar que el eje transversal mayor de la carcasa se encuentra en posición horizontal, sin embargo, las pletinas conductoras están dispuestas de canto.

Estas curvas permiten un cambio de dirección de 90° en planos horizontales en una Posición de Montaje Horizontal.

Dada la asimetría de este elemento, se hace necesario especificar la posición del Neutro en cualquiera de estas dos posiciones:

Neutro Interno (LI)

Neutro Externo (LE)

La posición del Neutro se indica con las letras "I" o "E" según las especificaciones del elemento (ver Neutro Externo resaltado en color amarillo en la Ilustración 6).

Capacidad (AMP)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)
225 - 400	12	10	4 1/2
600	12	10	5 1/2
800 - 1000	12	10	4 1/2
1200 - 1350	12	10	5 1/2
1600 - 2000	12	10	7 1/2
2500	12	10	9 1/2
3000	12	20 5/8	7 1/2
4000 - 5000	12	20 5/8	9 1/2

Tabla 3. Dimensiones por capacidad.

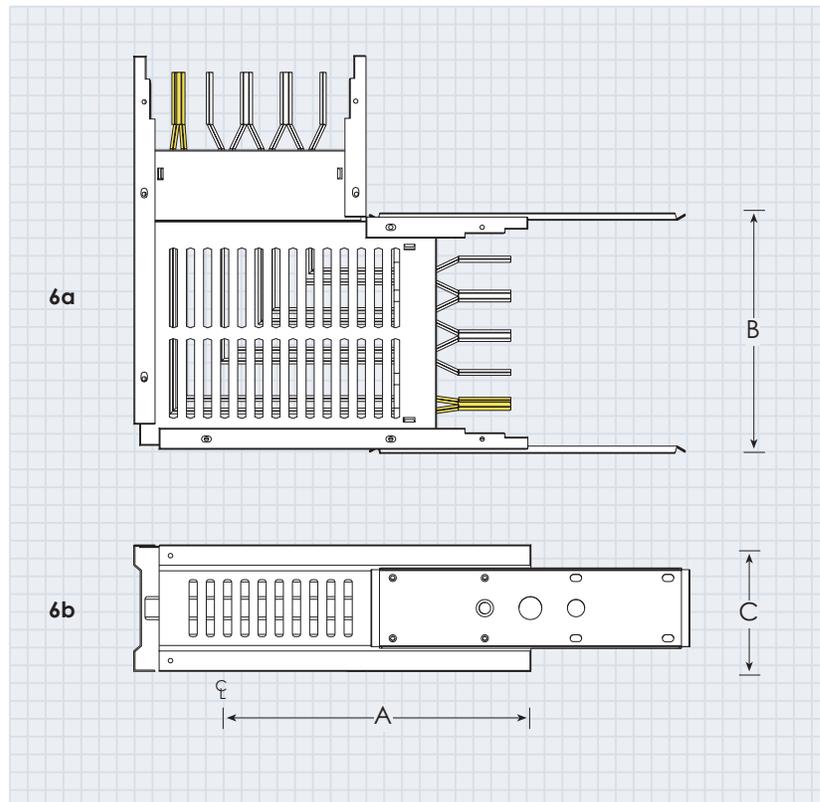


Ilustración 6. Curva Horizontal Plana.

Curva Flatwise (LF)

En la Ilustración 7-a se reproduce la vista superior de una Curva Flatwise. Se puede observar que el eje transversal de la carcaza está en posición vertical y las pletinas están en posición horizontal.

Estas curvas permiten un cambio de dirección de 90° del recorrido del Sistema de Electrobarras en el plano horizontal en una Posición de Montaje Horizontal.

Por la simetría de la pieza, se utiliza un mismo modelo independientemente de la ubicación del Neutro. Basta con invertir la posición del elemento para ubicar el Neutro en la ubicación deseada.

Capacidad (amperios)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)
225 - 400	12	10	4 1/2
600	12	10	5 1/2
800 - 1000	12	10	4 1/2
1200 - 1350	12	10	5 1/2
1600 - 2000	12	10	7 1/2
2500	12	10	9 1/2
3000	12	20 5/8	7 1/2
4000 - 5000	12	20 5/8	9 1/2

Tabla 4. Dimensiones por capacidad.

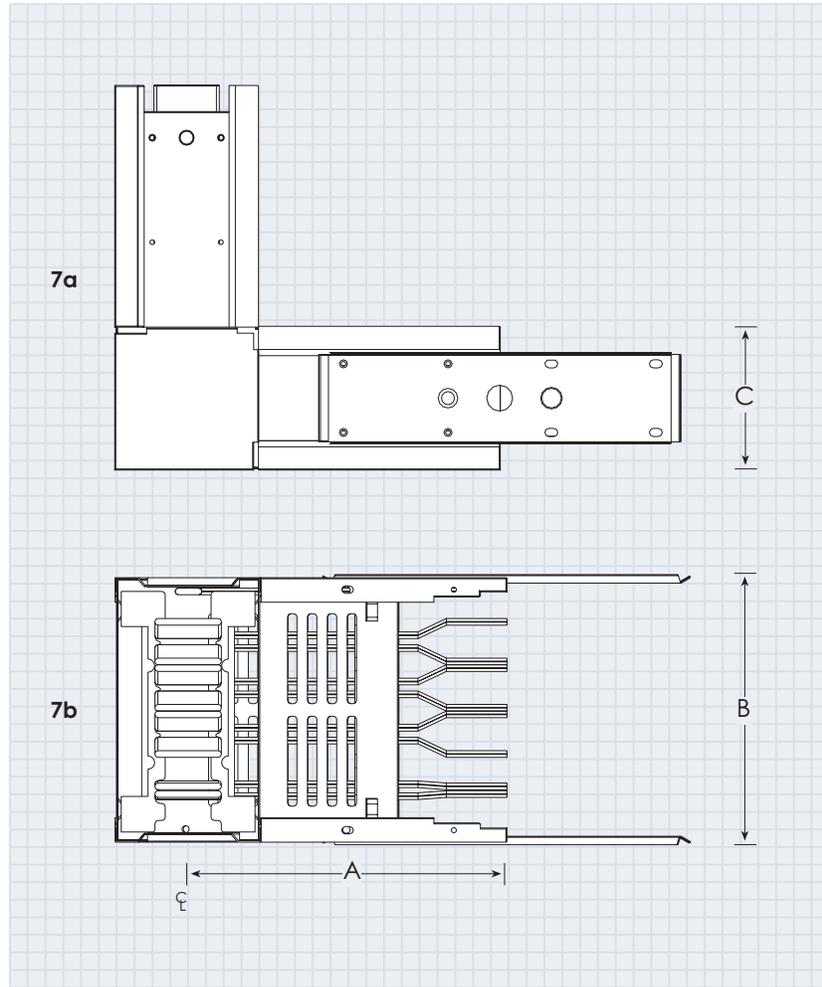


Ilustración 7. Curva Horizontal de Canto o Flatwise.

Curvas Especiales

Estas curvas son desarrolladas en fábrica a solicitud del cliente. Electbus manufactura estas piezas con un mínimo recargo y en tiempo récord como parte de su política de atención al cliente. En estos casos se requiere un plano en el cual se especifiquen con claridad las dimensiones exteriores de la pieza, así como también el ángulo de inclinación de la curva. Los datos como configuración de los conductores, capacidad de corriente, tipo de carcaza y otros, se especificarán de igual que con las demás piezas.

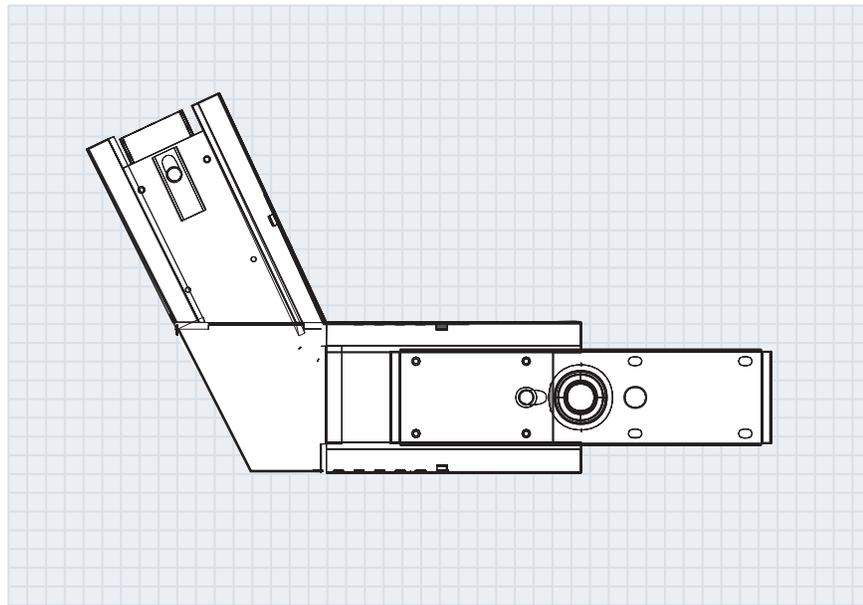
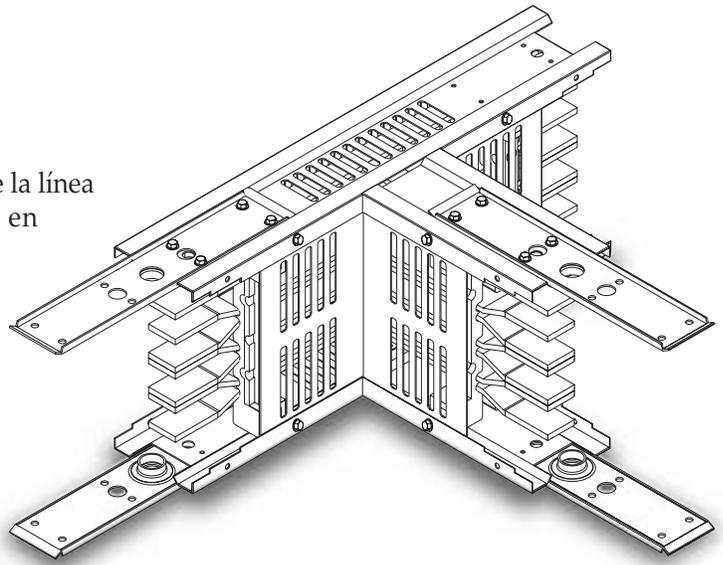


Ilustración 8. Curva Especial Horizontal de Canto.

Elementos T (Tes)

Los tramos tipo T proporcionan ramificaciones de la línea desde el tramo alimentador a la derivación en cuestión. Al igual que las Curvas del sistema, estas piezas son fabricadas en Posición de Montaje Horizontal Edgewise (modelo TE), como para la línea de barras en posición de Montaje Horizontal Flatwise (modelo TF). Esta última está encapsulada en una caja especial con el fin de garantizar la debida rigidez mecánica, así como también protección contra los elementos del ambiente.

Todas las Tes vienen provistas de dos elementos empalmadores de fábrica.



TF y TE

Capacidad (amperios)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)
225 - 400	12	10	4 1/2
600	12	10	5 1/2
800 - 1000	12	10	4 1/2
1200 - 1350	12	10	5 1/2
1600 - 2000	12	10	7 1/2
2500	12	10	9 1/2

Tabla 5. Dimensiones por capacidad.

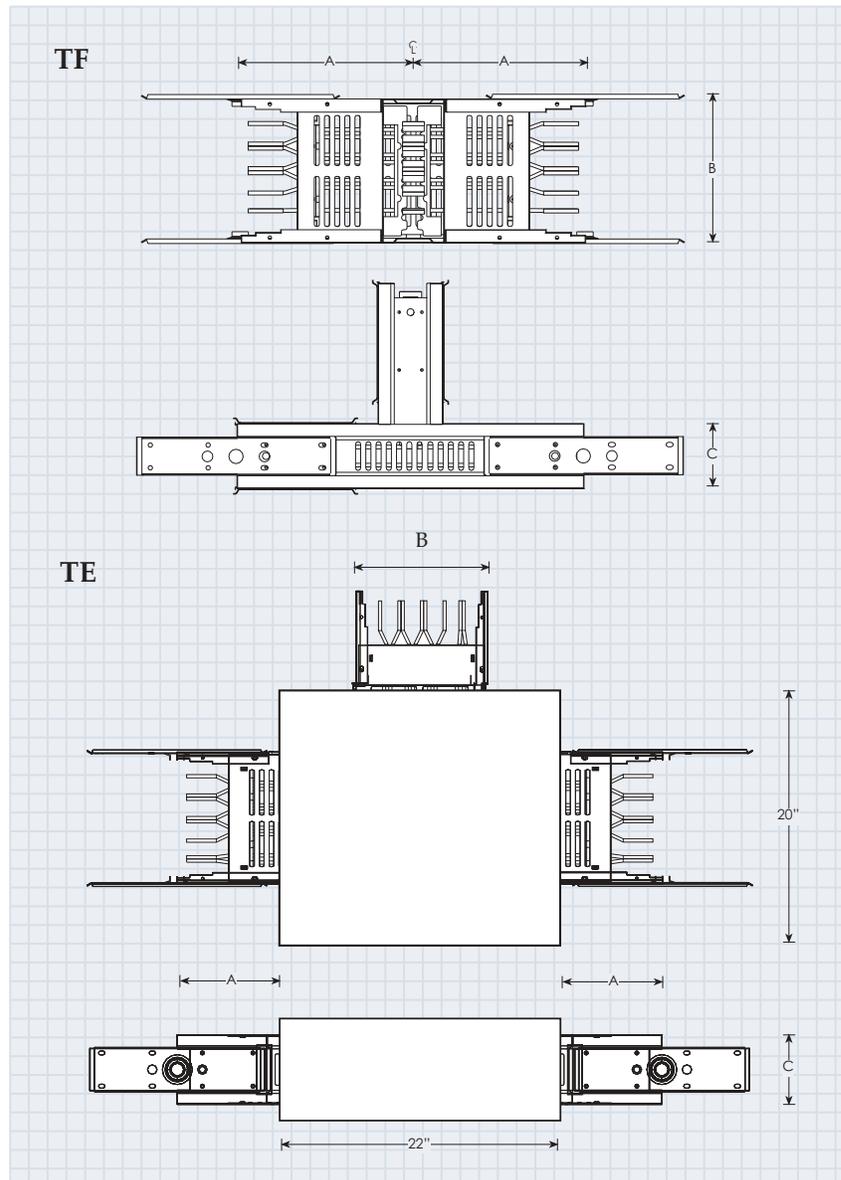
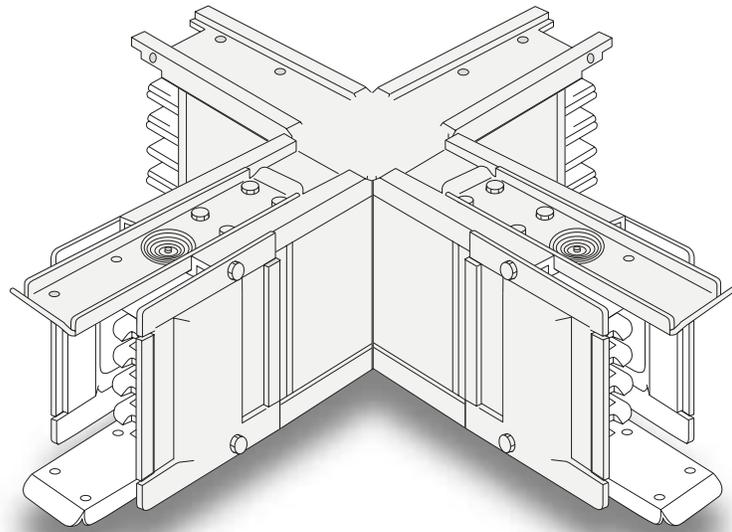


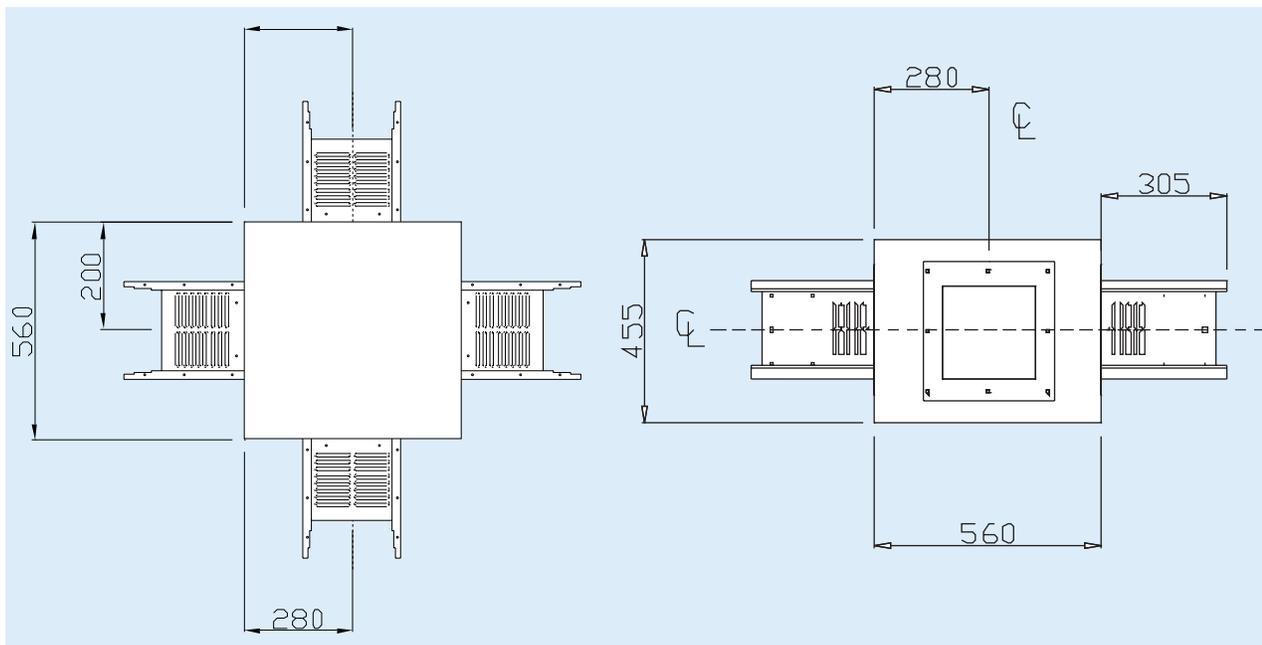
Ilustración 9. Elementos Tipo T.

Cruce X

Las cruces se utilizan para crear en un mismo punto dos derivaciones a partir de una línea de barras. Las cruces están disponibles para ambas posiciones de montaje "flatwise" y "edgewise".



Cruce en posición "flatwise"



Cruce en posición "edgewise"

CRUCE EN POSICION EDGEWISE		
Dimensión de la barra	Dimensión en pulgadas	
	A	B
4 ½ x 10	24	18
5 ½ x 10		12
7 ½ x 10		12
9 ½ x 10	36	16
7 ½ x 20 5/8		16
9 ½ x 20 5/8		

Elemento Conector a Tablero (S)

Estos elementos se utilizan para conectar sistemas de Electrobarra DTU a paneles de control y subestaciones. Se fabrican con terminales estandarizados de 12 pulgadas por encima del tablero de control.

La unidad incluye pletinas terminales en forma de pestaña diseñadas con el fin de instalarlas dentro de un panel de control o tablero como parte del ensamblaje de conexión. Esto puede ser para alimentar un sistema secundario de Electrobarra o derivar el 100% de la capacidad del sistema.

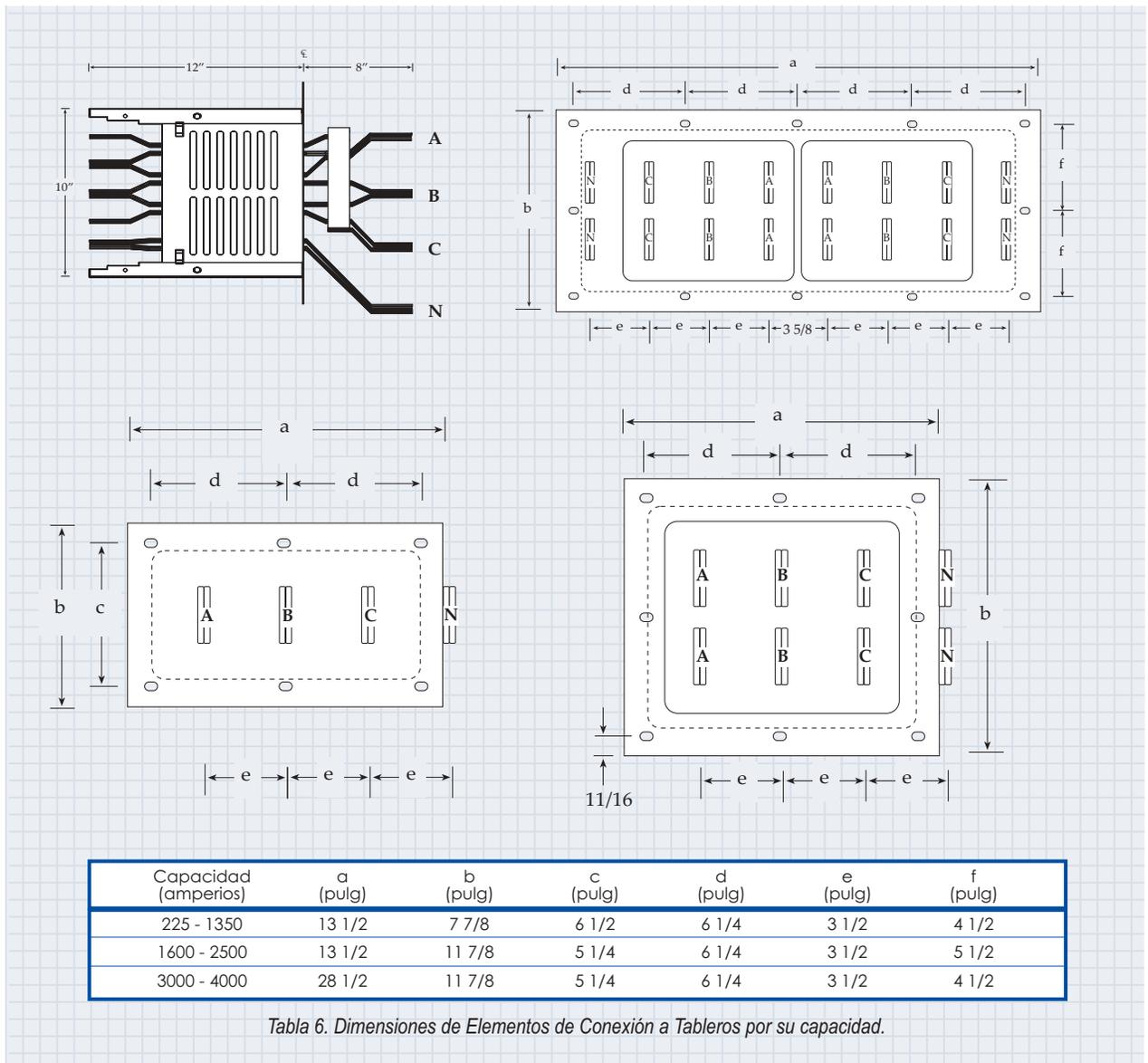
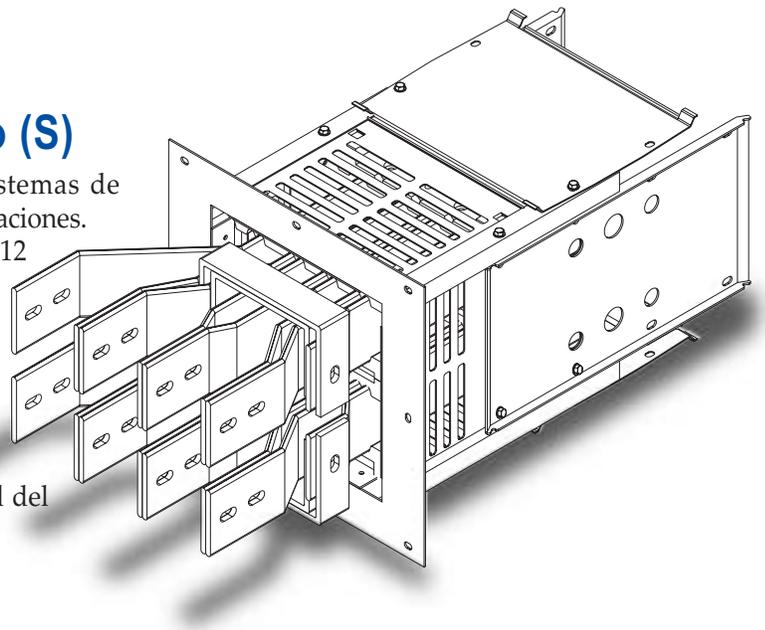


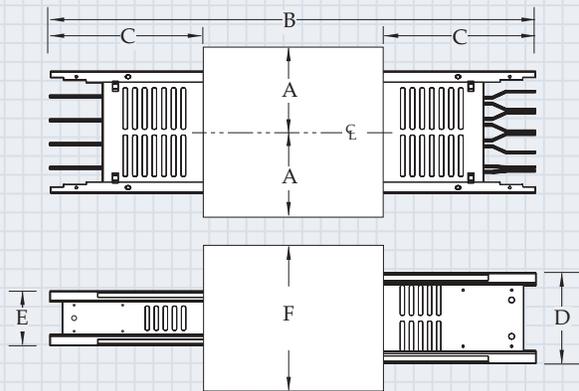
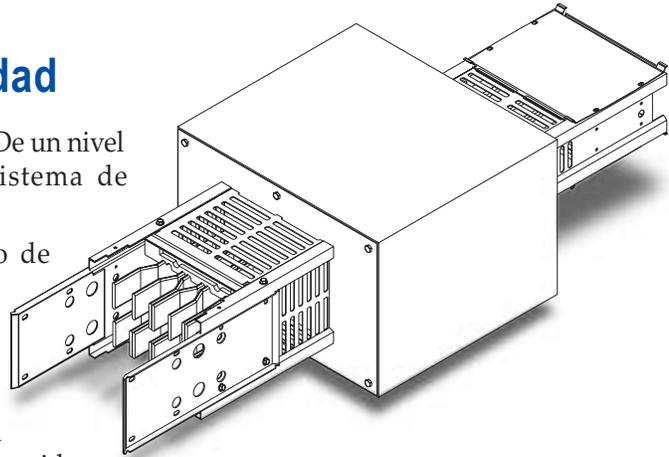
Ilustración 10. Elemento Conector a Tablero.

Elemento Reductor de Capacidad

Estos elementos reducen la capacidad de un ramal. De un nivel superior a uno inferior de corriente en el Sistema de Electrobarra DTU.

Cuando se disminuye la capacidad de manejo de corriente en el sistema, manteniéndose la misma medida transversal de Electrobarra y cantidad de pletinas por fase, no se requieren reductores de capacidad.

Un elemento de empalme es suministrado de fabrica para facilitar su instalación. Los elementos reductores miden entre 3' 4" a 4' de longitud (1016 a 1,219.2 mm). Estos pueden ser fabricados en otras longitudes y con provisión de fusibles. Adicionalmente, es posible, solicitar de fabrica cualquier otro equipo de protección o maniobra.

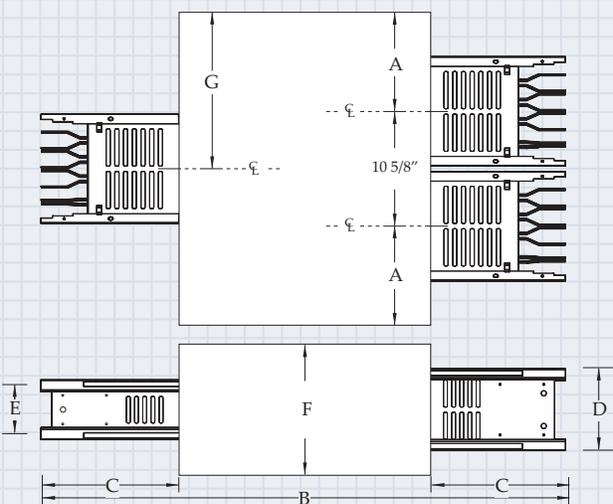


Desde D	Para E	F (pulg)
5 1/2	4 1/2	8
7 1/2	4 1/2, 5 1/2	12
9 1/2	4 1/2, 5 1/2, 7 1/2	12

Tabla 7. Dimensiones por capacidad.

CAPACIDAD (A)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)
225 - 2500	7	40	12
3000 - 5000	9	48	12

Tabla 8 A. Dimensiones por capacidad.



Desde D (pulg)	Para E (pulg)
7 1/2	4 1/2, 5 1/2, 7 1/2, 9 1/2
9 1/2	4 1/2, 5 1/2, 7 1/2, 9 1/2

Tabla 8 B. Dimensiones por capacidad.

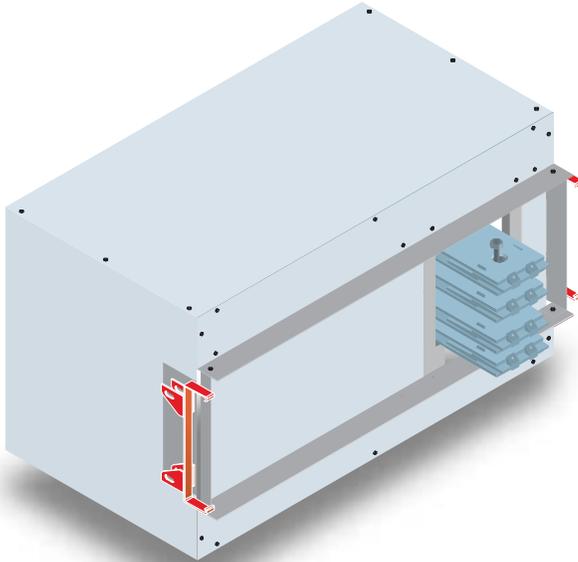
CAJA (No Polos)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)	F (pulg)	G (pulg)
3	7	48	12	12	7 - 17 5/8
4	9	48	12	12	9 - 19 5/8

Tabla 9. Dimensiones por capacidad.

Ilustración 11. Elemento Reductor de Capacidad.

Caja Central

A diferencia de las cajas de derivación que son enchufadas en cualquier punto de derivación, las cajas centrales se conectan en un punto de unión de dos elementos de la línea de barras y generalmente son utilizadas cuando se requiere derivar cargas críticas o de mayor capacidad. Las cajas centrales son capaces de derivar hasta la máxima capacidad de la línea a la cual esta conectada.



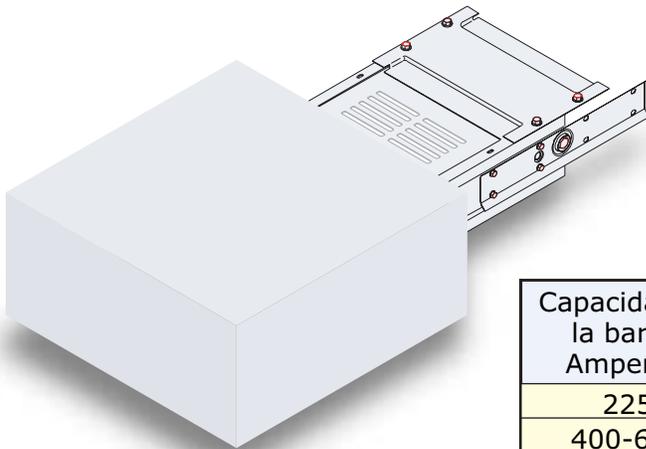
Con la línea desenergizada, las cajas centrales se instalan sin la necesidad de remover ni reemplazar ninguna sección. Simplemente se retira el elemento de empalme que une dos electro barras y es reemplazado por el empalme de la caja central, permitiendo una derivación segura y hasta la máxima capacidad de la electro barra.

Capacidad de la barra. Amperios	Dimensión en pulgadas		
	A	B	C
225-600	24	18	13
800 - 1350	30		17
1600-2000			

Caja Final

Las cajas finales pueden ser conectadas al principio o al final de una línea de barras. Ellas se instalan igual que cualquier otra sección de barra.

Una caja final puede ser equipada con un breaker para que sirva como elemento protector de la línea de electrobarra. Las cajas finales son capaces de derivar hasta la máxima capacidad de la línea a la cual esta conectada.



Con la línea desenergizada, una caja final puede ser instalada al principio de una línea de electro barra para alimentarla o al final para derivar a una carga de o al final de una línea permitiendo una derivación segura y hasta la máxima capacidad de la electro barra.

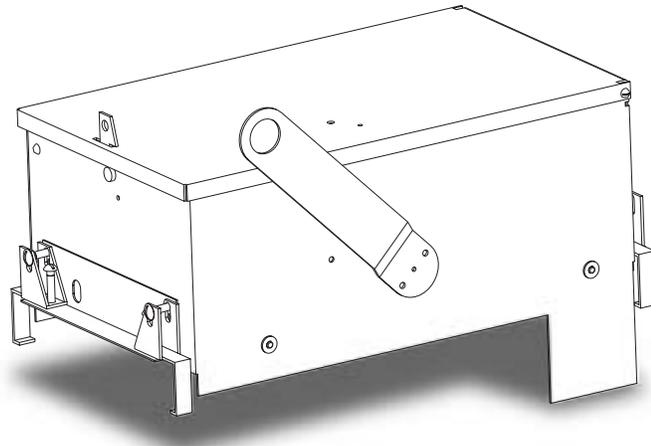
Capacidad de la barra. Amperios	Dimensión en pulgadas			
	A	B	C	D
225	24	18	8	18
400-600	36	14	12	24
800 - 1350	42	18	16	30
1600-2000				

Cajas de Derivación

Estos dispositivos son utilizados como el medio de derivación o interfaz que convierte el Sistema de Electrobarra al sistema de cable tradicional. Su aplicación principal es alimentar cargas ubicadas a lo largo del Sistema de Electrobarra.

Estos dispositivos proveen acceso a la alimentación en forma práctica y conveniente, y pueden ser conectados cada dos pies lineales en las electrobarra tipo enchufable a lo largo del Sistema de Electrobarra. Se fabrican con una capacidad hasta de 615 A por derivación.

Las cajas para derivación están compuestas por cofre metálico de gran rigidez mecánica, provisto de terminales de enganche tipo prensa que van conectados directamente a las pletinas conductoras. De esta forma es posible suministrar acceso directo a las fases, neutro y tierra incluidas en el Sistema de Electrobarra.



Tipos

Se pueden suministrar de fábrica con dispositivos de maniobra y protección según las especificaciones del cliente: Interruptor de Circuito, Limitador de Corriente, Fusible, Transformadores, Contactores, Combinación Arrancador-Fusible, Medidores de Energía, Equipos de Supervisión y Control, etc.

Las cajas de derivación fueron diseñadas para una fácil instalación. Esta operación requiere una única herramienta: Un Destornillador, tanto para su instalación como para su desmontaje. Adicionalmente se proveen varios sistemas de seguridad con el fin de prevenir accidentes en el proceso de montaje, desmontaje, operación y mantenimiento.

Capacidad de la Caja

Se fabrican cuatro modelos de cajas. La tipo "A" a las que se les puede conectar equipos de corte, protección o maniobra desde 10 hasta 125 amperios.

Las cajas tipo "B" a las que se le pueden conectar equipos hasta 250 amperios, las tipo "C" (hasta 400 Amperios) y la tipo "D" que pueden albergar equipos hasta un máximo de 615 amperios. Para derivaciones de más de 400 amperios, recomendamos la utilización de cajas centrales las cuales tienen capacidad de salida hasta el máximo de la capacidad de la barra y representan la manera más segura de realizar derivaciones cuando la carga es de gran capacidad.

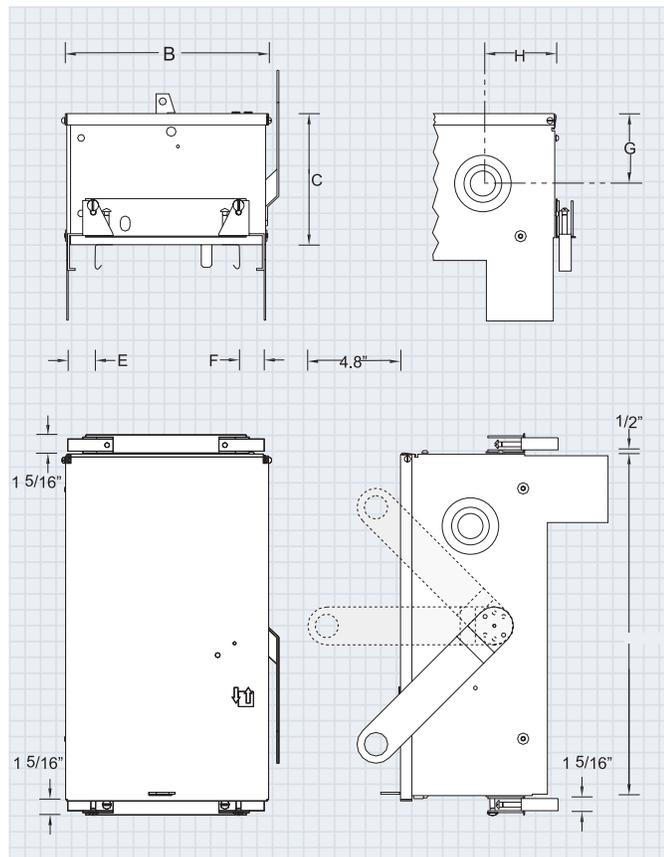


Ilustración 12. Caja de Derivación.

Tipo de Interruptor	Capacidad Corriente (A)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)	D (pulg)	E (pulg)	F (pulg)	G (pulg)	H (pulg)	Indicador de Cable
ED Frame	100	13 3/16	10 7/8	7 7/16	1 1/2	-	3/8	3 1/8	2 1/8	a
FD Frame	250	20 7/16	10 7/8	7 7/16	5 5/8	-	3/8	3 1/8	3 1/8	b
JD Frame	400	21	17 3/16	10 5/8	2 7/8	2 13/16	3 15/16	-	-	c
LD Frame	600	34 3/4	15	12 3/8	3 3/16	4 7/8	4	-	-	d

Tabla 10. Caja de Derivación con Interruptor de Circuito.

Tipo de Limitador	Capacidad Corriente (A)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)	D (pulg)	E (pulg)	F (pulg)	G (pulg)	H (pulg)	Indicador de Cable
CLE	100	17 7/8	10 7/8	7 5/8	1 1/2	2 3/16	2 15/32	-	3	a
CLF	225	26 1/8	10 7/8	7 5/8	4 1/2	2 3/16	2 15/32	-	3	b
CJ	400	22 3/4	17 3/16	10 5/8	1	5 3/16	6 5/16	-	-	e

Tabla 11. Caja de Derivación con Limitador de Corriente.

Indicador de Cable	Capacidad de Corriente (A)	Diametro del Cable
a	10 - 30	#14 - #8 AWG Cu/Al
		#12 - #8 AWG Cu/Al
	35 - 100	#8 - 1/0 AWG Cu/Al
		#6 - 1/0 AWG Cu/Al
b	225	#4 AWG - 350 MCM Cu/Al
		#6 AWG - 350 MCM Cu
c	125 - 225	#4 AWG - 300 MCM Cu/Al
		#2 AWG - 300 MCM Cu/Al
	250 - 350	250 - 500 MCM Cu/Al
		350 - 500 MCM Cu/Al
400	3/0 AWG - 250 MCM Cu/Al	
	4/0 AWG - 550 MCM Cu/Al	

Tabla 12. Diametros de Cables (Ver Tabla 11).

Indicador de Cable	Capacidad de Corriente (A)	Diametro del Cable
d	250 - 600	#1 AWG - 300 MCM Cu/Al
	700 - 800	#2 AWG - 300 MCM Cu/Al
e	125 - 225	400 MCM Cu/Al
		#4 AWG - 300 MCM Cu/Al
	250 - 350	#2 AWG - 300 MCM Cu/Al
		250 - 500 MCM Cu/Al
400	350 - 500 MCM Cu/Al	
	3/0 AWG - 250 MCM Cu/Al	
	4/0 AWG - 250 MCM Cu/Al	
400 - 600	#1 AWG - 350 MCM Cu/Al	

Tabla 13. Diametros de Cables (Ver Tabla 11).

Capacidad Corriente (A)	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)	D (pulg)	E (pulg)	F (pulg)	G (pulg)	H (pulg)	J (pulg)	Indicador de Cable
30	12 7/8	10 9/16	7 1/2	4 3/8	4	0	3/8	3 1/8	3	a
60	12 7/8	10 9/16	7 1/2	4 3/8	4	0	3/8	3 1/8	3	b
100	16 1/2	10 9/16	7 1/2	4 3/8	4	0	3/8	3 1/8	3	c
200	20 1/8	10 9/16	7 1/2	4 1/2	4	0	3/8	3 1/8	3	d
400	20 13/16	16 15/16	10 5/8	9	0	2 13/16	3 15/16	6 3/8	3 1/4	e
600	33 7/8	14 5/8	12 3/8	9	0	2 9/16	1 5/8	-	-	f

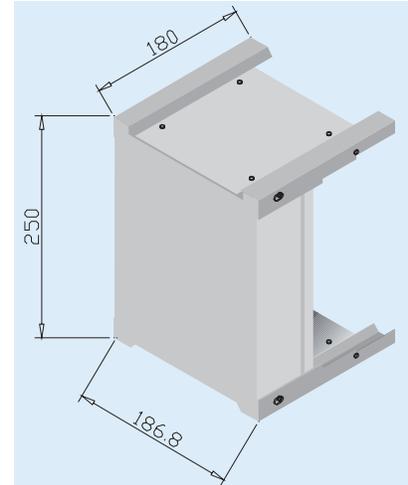
Tabla 14. Caja de Derivación con Fusible.

a	b	c	d	e	f
#14 - 4 AWG Cu/Al	#14 - 2 AWG Cu/Al	#14 - 1/0 AWG Cu/Al	#6 AWG - 250 MCM Cu/Al	#4 AWG - 500 MCM Cu/Al	#4 AWG - 500 MCM Cu/Al
				#6 AWG - 250 MCM Cu/Al	

Tabla 15. Diametros de Cables.(Ver Tabla 14).

Tapa Final

Las tapas finales son utilizadas para finalizar una línea de barras protegiendo los conductores contra contactos indeseados. Ellas pueden ser removidas con mucha facilidad para colocar elementos adicionales y extender la línea.



Soporte Verticales

Estos soportes son diseñados para fijar elementos en desarrollo vertical a la estructura del edificio y, adiconamente, para proveer un sellado entre dos secciones de una edificación divididas por una pared o una placa.

Estas pestañas verticales o soportes de piso no fueron concebidos para proporcionar aislamiento térmico o acústico entre las dos secciones del edificio, de manera que el instalador debe añadir los elementos adicionales requeridos con el fin de acatar las normativas vigentes.

Para carcazas de medidas (pulg)	J (pulg)
4 1/2 X 10	8 1/2
5 1/2 X 10	9 1/2
7 1/2 X 10	11 1/2
9 1/2 X 10	13 1/2
7 1/2 X 20 5/8	11 1/2
9 1/2 X 20 5/8	13 1/2

Tabla 16. Dimensiones.

Las perforaciones en las esquinas están destinadas a la fijación de los soportes verticales a paredes o placa

Para carcazas de Medidas	A (pulg)	B (pulg)	C (pulg)	D (pulg)
4 1/2 X 10	13 1/4	7 3/4	6 5/16	11 13/16
5 1/2 X 10	13 1/4	8 3/4	7 5/16	11 13/16
7 1/2 X 10	13 1/4	10 3/4	9 5/16	11 13/16
9 1/2 X 10	13 1/4	12 3/4	11 5/16	11 13/16
7 1/2 X 21	24	10 3/4	9 5/16	22 1/2
9 1/2 X 21	24	12 3/4	11 5/16	22 1/2

Tabla 17. Dimensiones.

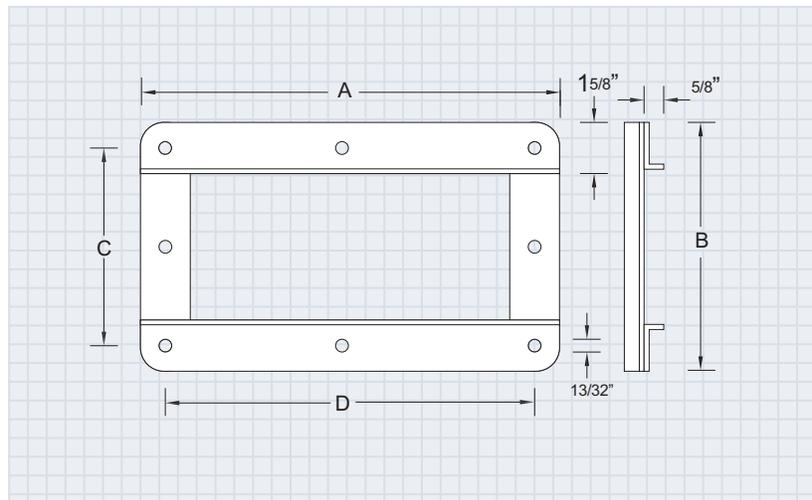


Ilustración 13. Soporte horizontal.

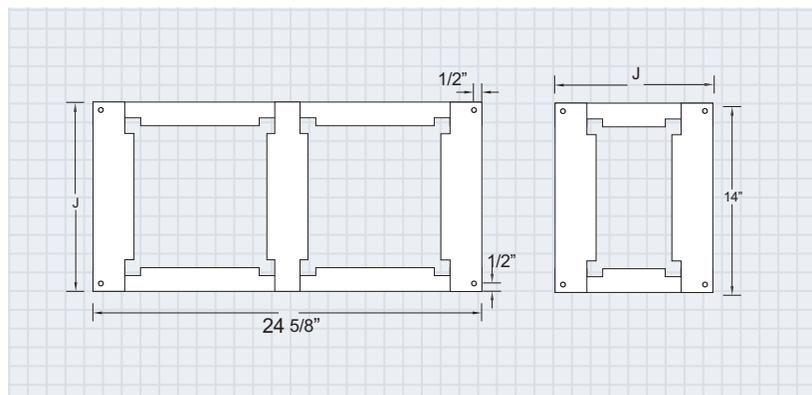


Ilustración 14. Soporte vertical.

Soportes Horizontales

Estos dispositivos son utilizados como medio de sujeción del sistema de Electrobarra a la estructura del edificio soportando la barra en recorridos horizontales.

Para su instalación se debe armar el soporte con sus respectivos tornillos y arandelas, para luego deslizarlo a lo largo de la sección hasta la posición apropiada. Posteriormente, se debe fijar el soporte a la estructura del edificio.

del sistema de Electrobarra recomienda la instalación de un soporte por cada elemento. La máxima separación entre soportes será de 10' (3048 mm) para trayectorias horizontales, a menos que la normativa vigente estipule otra disposición.



Piezas Especiales

Electbus fabrica piezas especiales con el fin de dar solución a problemas particulares de accesibilidad en la instalación del Sistema de Electrobarra.

Cada pieza especial es sometida a un estudio previo a su manufactura. En este estudio participan el cliente, su proyectista, y un grupo de profesionales especializados por parte de Electbus.

Los pedidos de este tipo de piezas son canalizados a través del Departamento de Mercadeo.

El personal de Mercadeo, junto con el cliente, levanta un bosquejo de la pieza especial determinando las medidas externas y ángulos que permiten resolver el problema específico.

Posteriormente, los resultados de este estudio previo son remitidos al Departamento Técnico de Manufactura, con el fin de realizar el estudio de factibilidad y el diseño mecánico.

Finalmente la orden y los planos de la pieza son enviados a la línea de producción en planta para su producción en un tiempo sorprendentemente corto.



El eficiente y sencillo diseño de las Electrobarras Modelo XU comienza a trabajar para usted tan pronto comienza a planificar un Sistema de Distribución Eléctrica. Hasta el más complejo proyecto de distribución de energía se hace sencillo cuando se proyecta con Electrobarras.

Las instrucciones que presentamos a continuación están dirigidas básicamente a ingenieros electricistas y a quienes saben proyectar sistemas eléctricos de manera tradicional, así que sólo nos detendremos en las diferencias y resaltaremos los puntos que se deben considerar para una correcta utilización de un sistema de distribución con Electrobarras modelo XU.

Al proyectar con Electrobarras XU deben seguirse los mismos criterios generales utilizados en sistemas tradicionales de cables en tuberías o bandejas, aplicando los lineamientos que aparecen en el Código Eléctrico Nacional, así como en las normas y regulaciones vigentes.

Cuando se diseña un sistema de distribución con Electrobarras XU es muy importante verificar la información técnica disponible para la edificación. Para realizar un proyecto eléctrico con eficiencia y economía es imprescindible conocer las características físicas y rasgos especiales del sistema de canalización por Electrobarras.

La dimensión exterior de las Electrobarras modelo XU no varía si se trata de tramos Alimentadores o Enchufables, y se pueden diseñar recorridos y cambios de dirección en la barra sin necesidad de procedimientos de instalación complicados, en vista de la gran variedad de piezas y accesorios disponibles (ver Capítulo II).

[Selección por capacidad de corriente](#)

[Selección por caída de tensión](#)

[Selección por capacidad de corto circuito](#)

[Recomendaciones de espacios libres en instalaciones verticales](#)

[Tabla de selección por número de catálogo](#)

Al diseñar un sistema de distribución con Electrobarras DTU deben considerarse tres aspectos básicos:

1. Capacidad de corriente.
2. Caída de tensión.
3. Capacidad de cortocircuito.

Selección por capacidad de corriente

Todo proyecto debe comenzar por la estimación de carga total conectada al sistema. Este cálculo debe considerar los factores de diversidad, demanda y reserva de la misma manera que se calcularían para un sistema tradicional. El valor obtenido representa la carga total máxima a la cual será sometida la Electrobarra bajo cualquier condición.

Con este primer valor, y tomando en consideración la posición prevista para el recorrido y la instalación, se selecciona el modelo de electrobarra a utilizar, según la Tabla 02 del Capítulo II: Elementos del Sistema.

Ejemplo 1:

En una instalación, la suma de todas las cargas a instalar es de 2000 A. El factor de demanda es de 0.5. Se nos pide una reserva de al menos 20%.

En este caso debemos garantizar que el modelo seleccionado tenga una capacidad nominal de al menos $2,000 \text{ A} \times 0.5 \times 1.20$ es decir, 1,200 A. Con este valor obtenido y de la Tabla 2 podrá seleccionar la barra a utilizar. En la Tabla 2 se nos presentan tres opciones para 1,200 A:

- La barra de 1,200 A. de capacidad, cuando se instala en posición Horizontal de Canto.
- La barra de 1,600 A., que posee capacidad nominal de 1,350 A cuando se instala en posición Horizontal Plana.

- La barra de 2,000 A., que tiene 1,200 A cuando se instala sin ventilación.

Dependiendo de nuestras condiciones específicas de instalación escogeremos la más apropiada, por supuesto, de ser posible, escogeremos la barra de 1,200 A y procuraremos que se instale en la posición adecuada con el fin de optimizar los costos de nuestro proyecto.

Al igual que con cables conductores, la corriente nominal de la barra conductora se ve afectada, según su tipo, por la temperatura ambiente. Para aquellos casos en los que, la temperatura de operación de las barras exceda los 40°C consulte, antes con el departamento técnico de Electbus.

Selección por Caída de Tensión

La configuración de Fases Pareadas en las Electrobarras DTU, ofrece una gran ventaja sobre los métodos tradicionales de distribución de energía eléctrica: Baja Reactancia del Material Conductor. Esta bondad del sistema minimiza la caída de tensión en las pletinas conductoras de las Electrobarras, aun para grandes bloques de carga y en circuitos de gran longitud.

La selección del tamaño de la barra conductora debe ser evaluada en función de la caída de tensión que produce la corriente de carga al circular a lo largo del tramo de distribución. Igualmente, la caída de voltaje depende del factor de potencia de la carga a ser servida. Por tal motivo, la selección debe hacerse para condiciones normales de funcionamiento. En el caso de cargas inductivas, con alto nivel de corriente de arranque, se debe estudiar el efecto que ésta produce en la caída de tensión. En la Tabla 18 se describe la caída de tensión línea a línea, en voltios, para un sistema trifásico, por cada 100 pies (33 metros).

Capacidad Nominal (amperios)	Caída de Tensión por Porcentaje del Factor de Potencia (V)										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
225	1,33	1,53	1,62	1,64	1,62	1,58	1,52	1,44	1,35	1,25	1,17
400	1,28	1,84	1,99	2,03	2,04	2,03	2,02	1,99	1,92	1,82	1,70
600	1,26	2,10	2,40	2,48	2,53	2,53	2,52	2,49	2,43	2,37	2,25
800	1,85	2,05	2,00	1,92	1,80	1,68	1,53	1,38	1,21	1,04	0,88
1000	1,85	2,02	1,98	1,89	1,77	1,65	1,50	1,35	1,19	1,08	0,87
1200	1,68	1,87	1,91	1,85	1,76	1,65	1,53	1,40	1,25	1,09	0,94
1350	1,65	1,83	1,82	1,76	1,67	1,57	1,44	1,32	1,18	1,03	0,89
1600	1,72	1,91	1,87	1,80	1,71	1,58	1,46	1,30	1,16	1,00	0,84
2000	1,72	1,92	1,88	1,79	1,69	1,58	1,46	1,31	1,17	1,01	0,86
2500	1,60	1,78	1,75	1,71	1,61	1,53	1,41	1,28	1,13	0,99	0,83
3000	1,62	1,80	1,77	1,69	1,61	1,48	1,35	1,23	1,08	0,95	0,78
4000	1,52	1,76	1,70	1,60	1,54	1,40	1,26	1,18	1,02	0,88	0,76
5000	1,55	1,75	1,75	1,73	1,67	1,55	1,45	1,30	1,15	0,98	0,80

Tabla 18. Selección por caída de tensión

Ejemplo No 2:

Datos:

- Factor de potencia: 90%.
- Capacidad nominal de la barra: 1,200 A.
- Carga máxima conectada al sistema: 1,200 A.
- Longitud de la línea: 150 pies.

Hallar la caída de tensión para las 3 fases, línea a línea por cada 100 pies, a capacidad nominal con carga distribuida.

De la Tabla 18, para 1,200 A y un factor de potencia de 90% se obtiene una caída de tensión de 1.87 voltios por cada 100 pies a plena carga. En nuestro caso, estamos a plena carga y la distancia es 150 pies. Por lo tanto, la caída de tensión será igual a $1.87 \times 150/100 = 2.805$ V. Lo que representaría un 0.6 % si la tensión de operación fuese 480 V, ó un 1.3 % si la tensión de operación fuese 220 V.

Selección por Capacidad de Cortocircuito

Un diseño correctamente desarrollado prevé el esfuerzo al que podría ser sometido el Sistema de Electrobarras en caso de ocurrir un cortocircuito o sobre pico de corriente.

Mediante el criterio que se describe a continuación se selecciona adecuadamente el modelo de Electrobarra que debe especificarse en un proyecto, con la certeza que sus características no se verán alteradas dada una eventualidad de esta índole.

La selección del modelo de Electrobarra con respecto a su capacidad de soportar un cortocircuito se realiza en forma similar a la realizada para cables. En la tabla 19 se indica la capacidad de cortocircuito con conductores de aluminio. La capacidad de cortocircuito seleccionada en la tabla 19 debe ser mayor o igual al valor de cortocircuito simétrico y asimétrico, ya sea en posición horizontal plana, horizontal de canto, o no ventilada. Para valores de capacidad de cortocircuito especiales, se debe contactar el departamento técnico de Electbus.

Capacidad Nominal (A)	Nivel de Cortocircuito (kA)		
	Horizontal	Asimétrico	Simétrico
225		17	16
400		25	23
600		27	23
800		47	41
1000		55	48
1200		65	57
1350		75	65
1600		92	82
2000		110	96
		130	114
2500		150	130
3000		184	164
		220	192
4000		250	228
5000		250	250

Tabla 19. Selección por corto circuito.

Recomendaciones de espacios libres en instalaciones verticales

Cuando una Electrobarra modelo DTU es instalada verticalmente, es importante reservar suficiente espacio para asegurar una operación eficiente, así como también una separación adecuada de cualquier elemento que obstaculice su mantenimiento.

Con el fin de prevenir restricciones innecesarias en la unidad de sistema de electrobarras, se debe determinar el espacio mínimo necesario antes de la construcción del armario eléctrico para la instalación de todo ducto ascendente. Para tal efecto se debe conocer los equipos que serán instalados en el sistema.

Para una barra tipo Alimentador - a la que no se conectarán equipos o cajas de derivación - se debe reservar el espacio suficiente para realizar la instalación y las labores posteriores de mantenimiento. En este caso, 4 pulgadas (101.6 mm) por cada lado de la barra son usualmente suficientes, aunque todo depende de las condiciones específicas de instalación.

Cuando se prevé la instalación de cajas de derivación también se debe reservar espacio libre que permita el acceso a los mecanismos de operación. Es importante contemplar el espacio para la colocación y remoción de nuevas cajas de derivación, y el espacio suficiente para abrir sus puertas de acceso.

Tabla de selección por número de catálogo

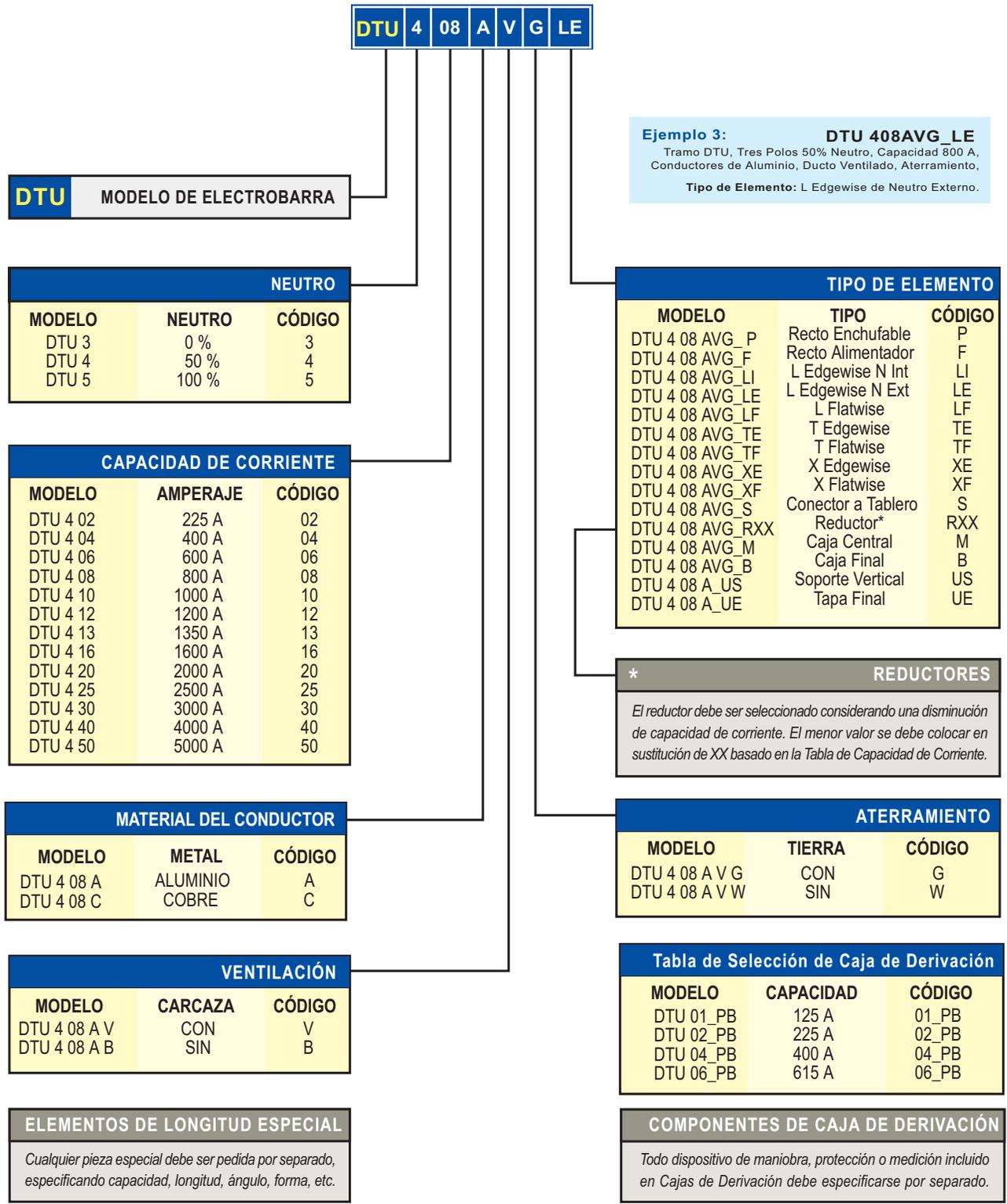


Tabla 20. Selección por número de catálogo.

Normas a consultar

- ANSI / UL 857 -1994. Busways and Associated Fittings, Eleventh Edition.
- NEMA BU 1 - 1995. General Standards for Busways.
- NFPA 70 NEC. National Electrical Code, Article 364-1 through 364-15
- IEC 439. International Electrotechnical Commission Busway Standards.

Dilatación

Todo metal se expande cuando su temperatura se incrementa; lo mismo sucede con los materiales de construcción, como el concreto y el ladrillo. Por tal motivo el ingeniero proyectista planifica la utilización de juntas de expansión. Las juntas de expansión, en una construcción, pueden permitir una pulgada o más de cambio en la longitud de un falso techo entre la noche y el mediodía.

Los elementos que componen los sistemas de ductos de barras son fabricados con diferentes metales. Durante su operación estos elementos pueden alcanzar diferentes temperaturas, de tal manera que el grado de expansión o elongación no es constante.

El cambio actual en la longitud de la carcasa del ducto de acero puede ser calculado por la siguiente expresión:

$$\frac{\Delta l}{l_i} = \alpha \Delta T \quad (01.00)$$

Donde:

- Δl Cambio de Longitud (+ dilatación - contracción).
- l_i Longitud inicial.
- ΔT Cambio de Temperatura (°C).
- α Coeficiente de Temperatura.

Asumiendo 100 pies de longitud (1.200 pulgadas) y un cambio de temperatura ambiente de 20° C a 40° C, más unos 15° C de incremento en la temperatura motivado al calor transmitido a la carcasa por los conductores energizados, la carcasa de acero se expande ligeramente más de media pulgada. De la ecuación (01.00) obtenemos que:

$$l_f = l_i (1 + \alpha \Delta T) \quad (01.01)$$

Normas a consultar

Dilatación

Acoplamiento de fases
pareadas en sistemas de
distribución eléctrica en
baja tensión

Efecto Pelicular

Efecto Próximidad

Fases Pareadas

Naturalmente, aumenta la expansión al calentarse más la carcasa. Mientras la carcasa está sufriendo este cambio de longitud, los conductores también se están expandiendo. Para 100 pies (1,200 pulgadas) de barra de aluminio operando a 55° C, el cambio sería alrededor de 2 pulgadas. De esta forma los conductores se expanden, aproximadamente, 1.5 pulgadas más que la caja metálica. Esta expansión, bajo condiciones de carga normales, puede alcanzar hasta 0.15 de pulgada en una sección de 10 pies de largo. Dicha expansión es a menudo llamada Expansión Diferencial.

Sustituyendo en (01.01):

$$l_f = 1200(1 + 12 \times 10^{-6} 1/^{\circ}C \cdot 35 ^{\circ}C)$$

$$l_f = 1200,504 \text{ Pulgadas}$$

$$l_f = 1200(1 + 23 \times 10^{-6} 1/^{\circ}C \cdot 35 ^{\circ}C)$$

$$l_f = 1202,07 \text{ Pulgadas}$$

$$ED = 1202,07 - 1200,50$$

$$ED = 1,57 \text{ Pulgadas}$$

$$ED = 0.14167 \text{ Pies}$$

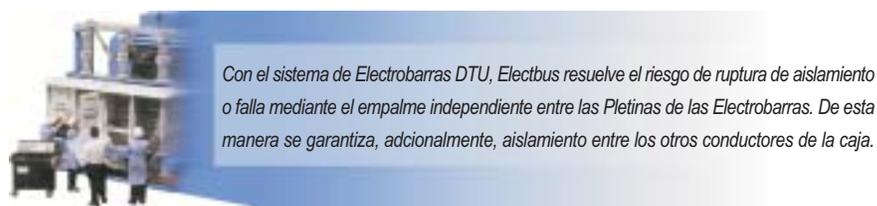
Existe otro tipo de expansión diferencial, la cual ocurre cuando los diversos conductores dentro de la carcasa son calentados a temperaturas distintas, como pudiera suceder si los conductores de neutro estuviesen ligeramente cargados.

Si los conductores operan a varias temperaturas, ellos se expandirán a varias longitudes. Unos 10° C diferenciales entre dos

barras de aluminio produce una diferencia en longitud de 0.027 pulgadas en una sección de 10 pies.

Con la nueva tecnología implementada en el Sistema de Electrobarras modelo DTU de Electbus, la configuración de los conductores es tal que no se requiere la utilización de juntas de expansión para compensar los diferencias de dilatación de sus piezas. Estas tienen secciones que absorben las tensiones internas, la expansión diferencial y compensan los cambios de longitud debidos a la expansión entre sección y sección. Tal diseño permite a las barras expandirse o contraerse sin que esto afecte al elemento contiguo o a la caja metálica, evitando de esta manera el riesgo de desconexión de los empalmes entre dos secciones de un ducto.

El desajuste de un punto sensitivo de conexión pudiera resultar en la abrasión de los aisladores de la junta y de los platos protectores de la barra por el roce excesivo. En su momento esta condición pudiera causar un sobrecalentamiento de los conductores en el punto de conexión y una eventual falla de la junta.



Con el sistema de Electrobarras DTU, Electbus resuelve el riesgo de ruptura de aislamiento o falla mediante el empalme independiente entre las Pletinas de las Electrobarras. De esta manera se garantiza, adicionalmente, aislamiento entre los otros conductores de la caja.

Acoplamiento de fases pareadas en sistemas de distribución eléctrica en baja tensión

El diseño de un sistema eficiente en distribución de corriente alterna ha sido siempre complejo. Este problema se torna particularmente difícil para sistemas trifásicos en baja tensión. Se ha propuesto una gran variedad de soluciones, la mayoría satisfactorias, pero todas poseen limitaciones. El sistema para el arreglo de conductores rectangulares (pletinas) conocido como "fases pareadas", ha demostrado su superioridad cuando se distribuye corriente alterna trifásica hasta un máximo de 600 voltios.

Para comprender en que consiste este arreglo debemos recordar los efectos pelicular y de proximidad en los conductores:

Efecto pelicular

Como resultado de la acción del campo electromagnético que se genera cuando se transmite corriente alterna, la densidad de corriente es mayor en la periferia del conductor, sin embargo, en corriente directa la transmisión es uniforme.

Por otro lado, en corriente alterna, este fenómeno restringe el flujo de corriente a una determinada región del conductor. El efecto secundario es el aumento de la temperatura en la superficie del conductor debido a la resistencia térmica del mismo.



Ilustración 15. Efecto pelicular en CA y CD.



Ilustración 16. Efecto de Proximidad

Efecto de proximidad

La interacción de los campos electromagnéticos generados por la circulación de corriente de dos conductores longitudinalmente contiguos ocasiona una tendencia a incrementar la densidad de corriente a lo largo de la región más próxima. La mayor densidad de corriente estará dispuesta en un gradiente en forma de media luna. Este efecto es directamente proporcional a las magnitudes de las corrientes e inversamente proporcional a la distancia entre los centros de los conductores y será más notorio cuanto mayor sea la sección del conductor.

Un factor que representa pérdidas de energía en líneas de transmisión es la presencia de la reactancia, mayoritariamente capacitiva en este caso. Estas pérdidas de potencia dependen de las características físicas de los conductores, de la permitividad del medio entre ellos y la frecuencia de la corriente alterna. En la medida en que se acercan, se minimiza la reactancia, sin embargo, cuando se emplean conductores cilíndricos sus centros no pueden acercarse más que una distancia igual a la del diámetro de los mismos. La reactancia se reduce al mínimo si las corrientes fuesen iguales en magnitud y opuestas en dirección (180°). La misma cantidad de material conductor usado en barras rectangulares delgadas permite acercar los centros mucho más, reduciendo la reactancia.

El arreglo más elemental de transporte de corriente para un sistema trifásico, consiste en tres pletinas. En la ilustración 17 se observa que, debido a que el desfase es de 120° , no hay cancelación de los campos y los beneficios generados por el efecto de proximidad afecta más a la pletina B que a las otras dos. Esto produce una condición de desbalance en la caída de tensión, porque las pérdidas en la pletina B son menores que en A y C. Ese desbalance puede ser reducido considerablemente utilizando dos conductores por fase, donde la impedancia en B es algo menor que la impedancia en A y C.

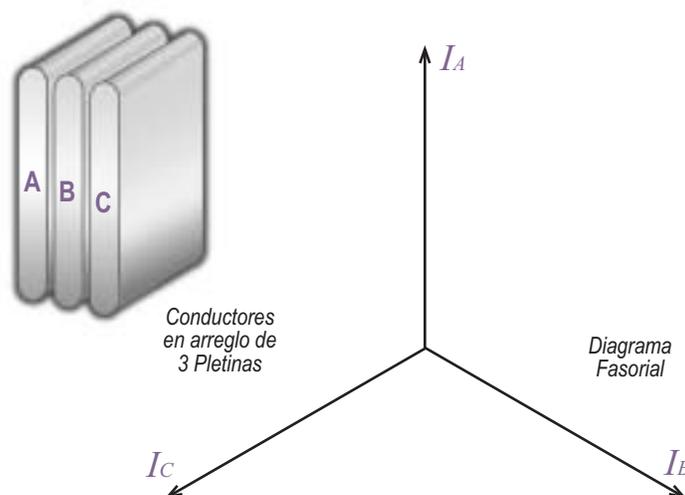


Ilustración 17. Diagrama fasorial y arreglo de 3 elementos conductores.

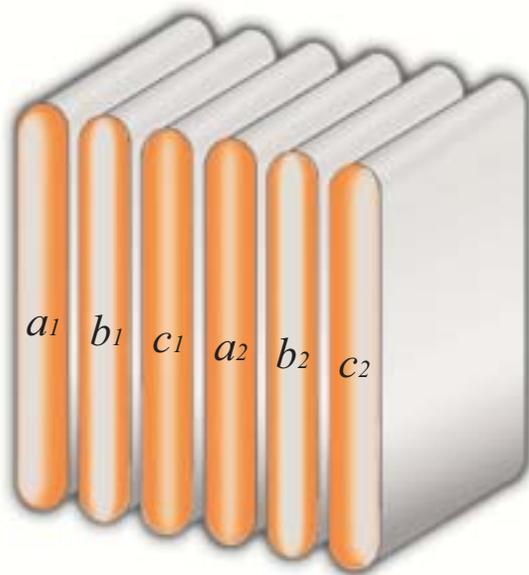


Ilustración 18. Arreglo de pletinas.

Este arreglo presenta un problema nuevo. En la ilustración 18 se puede observar que el conductor a2 tendrá una impedancia menor que el a1 debido a los efectos de proximidad. La corriente de IA no es dividida igualmente entre las dos pletinas a1 y a2, debido a esta diferencia en impedancia. Ahora bien, debido a que la temperatura depende de la resistencia y no de la impedancia, y siendo la resistencia igual en ambos casos, obviamente la pletina a2, la cual lleva la mayor parte de la corriente, se calentará más que la a1, y debido a su posición le disipará menos el recalentamiento.

De las investigaciones de Fisher y Frank en 1942, se concluye que, para arreglos de dos conductores por fase a través de los cuales se hacen circular corrientes desfasadas en 180° , la distribución de corriente resultante es muy uniforme y la caída de tensión es similar en cada conductor del par apareado.



Fases pareadas

De la Ilustración 19 podemos demostrar (vectorialmente) que partiendo de tres corrientes desfasadas 120° , es posible obtener tres pares de corrientes de igual magnitud y opuestas en dirección (180°). A partir de los tres vectores R , S , y T , que están a 120° , se obtienen los tres pares de vectores R_2T_1 , S_1T_2 y R_1S_2 de igual magnitud y de dirección opuesta (180°).

Mediante estudios realizados por Cataldo y Shakman (AIEE 54-329), se logró demostrar algebraicamente la uniformidad en la caída de tensión, aún bajo condiciones de cargas no balanceadas, a través de un Arreglo Matricial y partiendo de fasores de tensión conocidas (V_{mna1} , V_{mna2} , etc.) en un sistema de fases pareadas como el que se presenta gráficamente en la Ilustración 20.

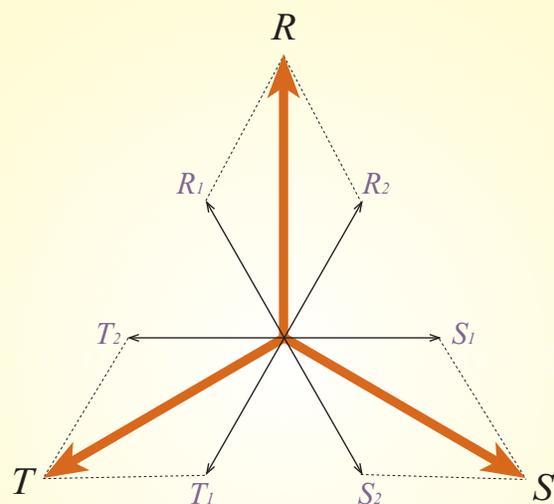
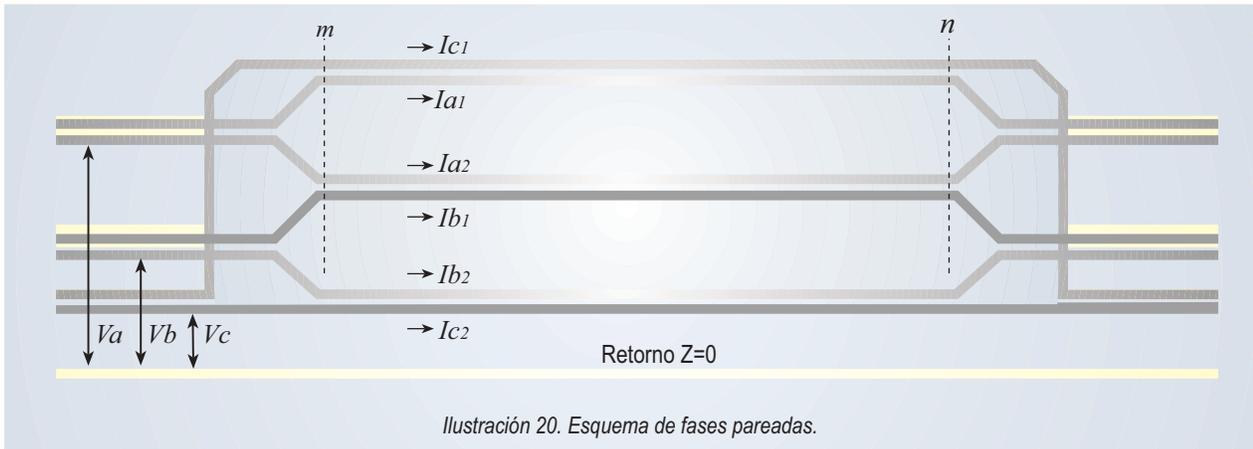


Ilustración 19. Diagrama vectorial de corrientes en un arreglo de fases pareadas.



En la siguiente ecuación matricial los valores I_{a1} , I_{a2} , etc., son corrientes desconocidas. Los valores Z_{a1a1} , Z_{a2a2} , Z_{b1b1} , etc., representan la impedancia propia de los conductores; y los valores Z_{a1a2} , Z_{a1b1} , etc., son las impedancias mutuas entre conductores.

$$\begin{pmatrix} V_{mna1} \\ V_{mna2} \\ V_{mnb1} \\ V_{mnb2} \\ V_{mnc1} \\ V_{mnc2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{a1a1} & Z_{a1a2} & Z_{a1b1} & Z_{a1b2} & Z_{a1c1} & Z_{a1c2} \\ Z_{a2a1} & Z_{a2a2} & Z_{a2b1} & Z_{a2b2} & Z_{a2c1} & Z_{a2c2} \\ Z_{b1a1} & Z_{b1a2} & Z_{b1b1} & Z_{b1b2} & Z_{b1c1} & Z_{b1c2} \\ Z_{b2a1} & Z_{b2a2} & Z_{b2b1} & Z_{b2b2} & Z_{b2c1} & Z_{b2c2} \\ Z_{c1a1} & Z_{c1a2} & Z_{c1b1} & Z_{c1b2} & Z_{c1c1} & Z_{c1c2} \\ Z_{c2a1} & Z_{c2a2} & Z_{c2b1} & Z_{c2b2} & Z_{c2c1} & Z_{c2c2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_{a1} \\ I_{a2} \\ I_{b1} \\ I_{b2} \\ I_{c1} \\ I_{c2} \end{pmatrix}$$

Tomando en cuenta que, en este caso específico las impedancias propias son todas iguales por tener los conductores igual forma geométrica y ser compuestos del mismo material, las tensiones son simétricas y equilibradas, por lo que:

$$\begin{aligned}
 Z_{a1a1} &= \text{impedancia propia de a} = Z_s \\
 Z_{b1b1} &= \text{impedancia propia de b} = Z_s \\
 Z_{c1c1} &= \text{impedancia propia de c} = Z_s \\
 V_{mna1} &= V_{mna2} = V_a \\
 V_{mnb1} &= V_{mnb2} = V_b \\
 V_{mnc1} &= V_{mnc2} = V_c
 \end{aligned}$$

Considerando que la impedancia mutua depende de la forma geométrica de los conductores, del tipo de material y de la separación de entre ellos, y tomando en cuenta que los conductores de nuestro ejemplo son similares en forma y material, entonces sólo la distancia que los separa puede variar la impedancia mutua entre los conductores.

En la práctica, no cometemos un error significativo si asumimos que la impedancia mutua entre los conductores apareados es igual a Z_m y que el efecto de la impedancia mutua entre los conductores no apareados es despreciable debido a su gran separación, entonces, la ecuación anterior queda reducida a:

$$V_a = Z_s I_{a1} + Z_m I_{c1}$$

$$V_a = Z_s I_{a2} + Z_m I_{b1}$$

$$V_b = Z_s I_{b1} + Z_m I_{a2}$$

$$V_b = Z_s I_{b2} + Z_m I_{c2}$$

$$V_c = Z_s I_{c1} + Z_m I_{a1}$$

$$V_c = Z_s I_{c2} + Z_m I_{b2}$$

Del sistema de ecuaciones anterior podemos obtener los valores siguientes:

$$Z = \frac{Z_s}{2} \frac{1 - \frac{Z_m}{Z_s}}{1 + \frac{Z_m}{2Z_s}}$$

$$I_{a1} = \frac{1}{Z_s^2 - Z_m^2} (Z_s V_a - Z_m V_c)$$

$$I_{a2} = \frac{1}{Z_s^2 - Z_m^2} (Z_s V_a - Z_m V_b)$$

Si analizamos la primera ecuación, y configuramos nuestro diseño de tal manera que el valor de Z_m se aproxime al valor de Z_s , y que Z_s/Z_m tienda a 1, en estas condiciones el valor de la impedancia Z tiende a ser igual a $Z_s/2$. Esto no sólo es lógico, puesto que estamos utilizando dos conductores por fase, sino que representa el primer beneficio de la configuración de fases pareadas:

En la configuración de fases pareadas se obtiene la mínima impedancia posible.

Del resultado en B observamos que la corriente en la pletina a1 depende de dos componentes, uno debido a la tensión en su propia fase y otro a la tensión (carga) en la fase pareada contigua. Mediciones cuidadosas y registros tomados con osciloscopios pueden mostrar flujos de corriente en la pletina B, "aun cuando esta fase no esté alimentando carga". Esta corriente, inducida en la barra B por las barras apareadas, es la que mantiene un equilibrio aún en condiciones drásticas de desbalance en cargas.

En resumen, el diseño de fases pareadas ofrece importantes ventajas técnicas para el usuario:

- 1.- Caída de tensión baja y balanceada, aun en condiciones de carga desbalanceada.
- 2.- Máximo aprovechamiento del material conductor, debido a que la corriente transportada en cada barra es uniforme y la temperatura generada en cada barra es igual.

El diseño de fases pareadas representa la alternativa más eficiente en cuanto al aprovechamiento del conductor y a la reducción de la caída de tensión aún en las condiciones mas adversas de cargas desbalanceadas.

Instrucciones para el empalme de dos ductos

El elemento empalmador "A" ha sido instalado en fábrica en uno de los extremos de cada sección de ducto de barras y se mantiene en su posición mediante las tapas superior e inferior de empalme "D". Las tapas laterales de empalme "C", vienen colocadas en el mismo extremo de la electrobarra, su función es de protección y aislamiento. En la instalación del sistema no es necesario quitar ninguna de las tapas: Laterales "C" o Deslizantes "D" para realizar el empalme de secciones de Electrobarras.

Si las condiciones de instalación lo requieren, se pueden remover e instalar en el extremo opuesto de la sección, los siguientes elementos: Empalmador "A" y perno "B", tapas deslizantes "D", y tapas laterales de protección de empalme "C".

Los elementos normalizados, tales como: Curvas, Tes y Cajas Finales, pueden ser instalados de la misma manera como se explicó con los tramos rectos. En la Ilustración 22 se pueden observar las partes a ser manipuladas por el instalador del sistema.

- | | | | |
|---|--------------------------------|---|---|
| A | Elemento empalmador. | E | Sección de Electrobarra DTU. |
| B | Perno del elemento empalmador. | F | Perforaciones de sujeción a Tapa "D". |
| C | Tapa lateral de empalme. | G | Perforaciones de sujeción a Electrobarra "E". |
| D | Tapas deslizantes de empalme. | H | Perforaciones de conexión a tierra. |

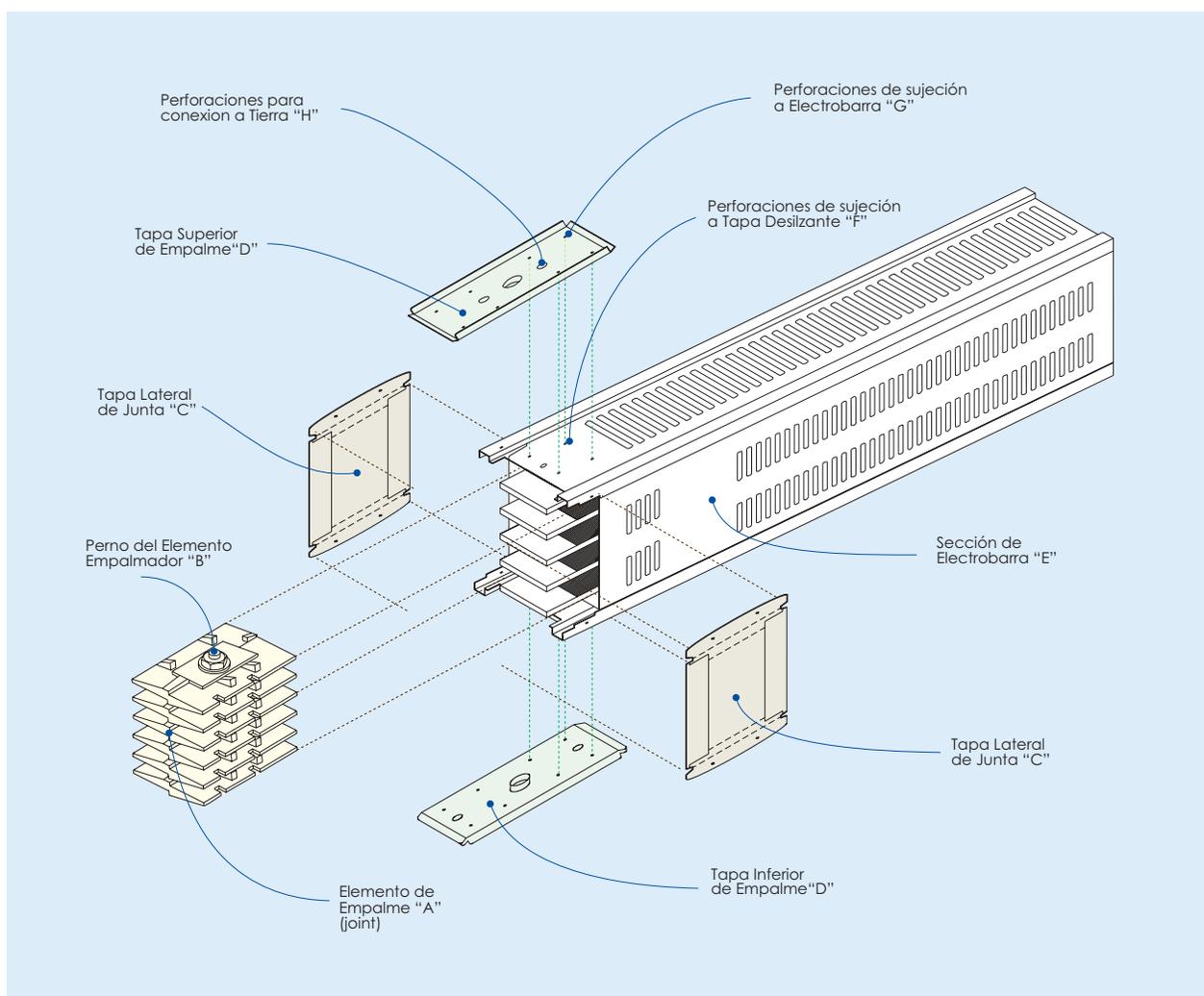


Ilustración 22. Detalle de los elementos que intervienen en el empalme de dos ductos.

Procedimiento:

1. Desenergizar el sistema.
2. Alinear las secciones según la ilustración 23, parte 1. Uno de los extremos debe contar con los accesorios de empalme: Elemento, y perno empalmador "A" y "B", tapas "C" y "D" respectivamente.
2. Deslizar e introducir el extremo de la barra sin accesorios de empalme dentro del elemento de empalme hasta que queden adecuadamente alineados.
3. Alinear las perforaciones "F" y "G" (ver Ilustración 22) de las tapas "D" y la sección de Electrobarra "E", ajustarlas firmemente con los ocho tornillos 1/4-20 provistos en la bolsa de accesorios. Luego se debe ubicar y ajustar las tapas laterales "D". Ver Ilust. 23, 2.
4. Utilizando un torquímetro, ajuste el perno del empalmador "B", hasta alcanzar la lectura de 35 Lb/pie. Ver ilustración 24.
5. Si el tramo está equipado con barras de tierra, instalar los tornillos 3/8-16 y la arandela provistos en la bolsa, a través de las perforaciones en la tapa "H".

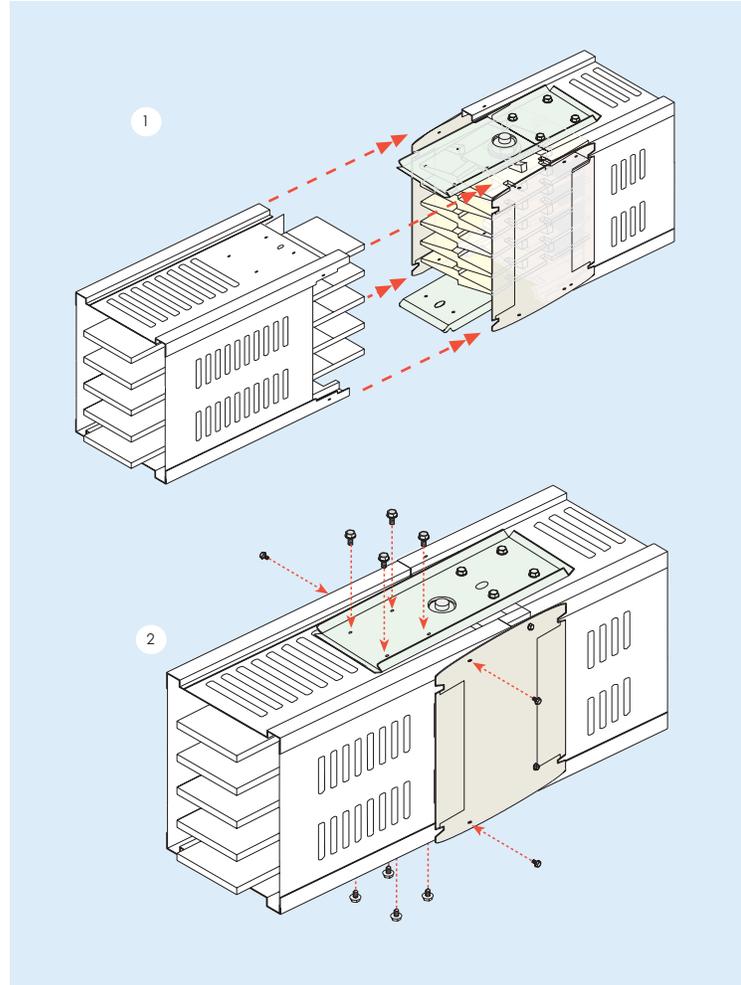


Ilustración 23. Elementos para el empalme de dos ductos.

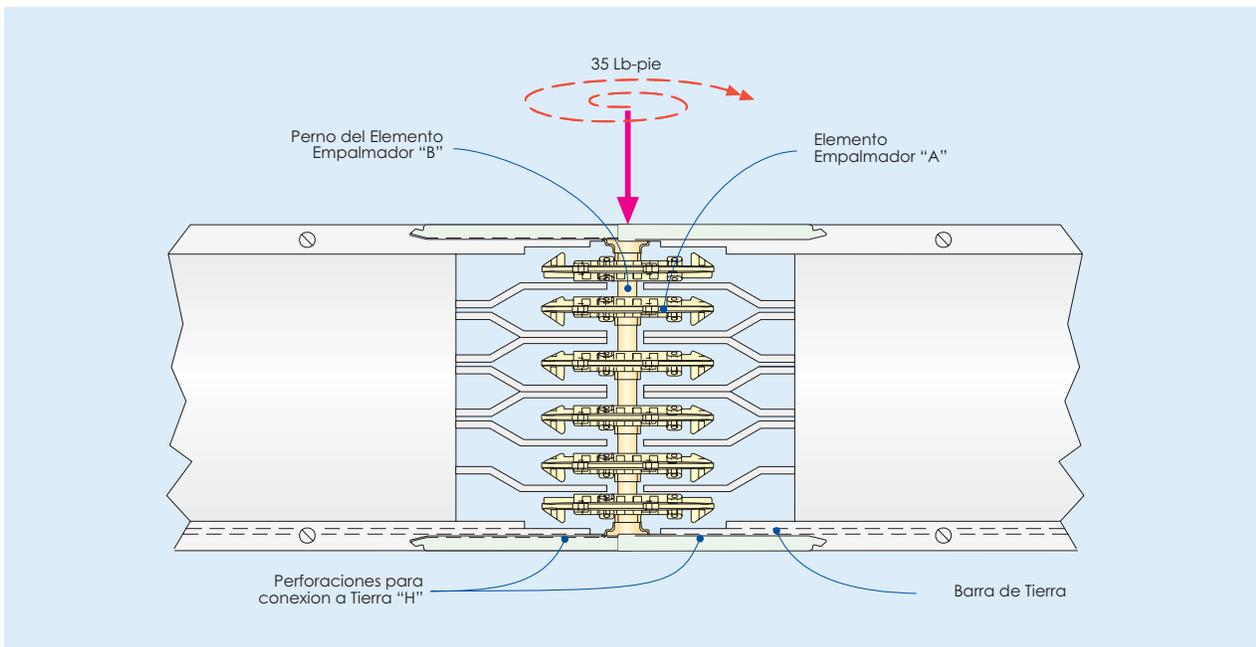


Ilustración 24. Ajuste de perno del elemento empalmador

Instrucciones para remover una sección de una línea de Electrobarras DTU

El elemento de empalme, la tapa deslizante y las cubiertas de protección pueden ser removidas fácilmente antes o después de la instalación de la línea de electrobarras. Esta característica hace posible remover o reemplazar un tramo de electrobarra sin perturbar los elementos adyacentes. Es imprescindible desenergizar el sistema antes de iniciar cualquier procedimiento de remoción de elementos o instalación de nuevos tramos. Este procedimiento también es útil para aquellos casos en los que las limitaciones de espacio físico afecten la instalación de las electrobarras.

Procedimiento:

1. Afloje los pernos "B" de los elementos empalmadores en ambos extremos de la sección de Electrobarra a ser removida. Se recomienda apoyar la sección a remover "E" sobre estructuras auxiliares capaces de soportar su peso antes de continuar con el procedimiento.
2. Retire los ocho tornillos y las dos tapas deslizantes "D" a cada extremo.
3. De igual manera, retire los ocho tornillos de las dos tapas laterales "C" en cada extremo de la sección de Electrobarra a ser removida.
4. Deslice fuera los elementos de empalme "A" de ambos extremos la sección de Electrobarra a ser removida.
5. La sección de Electrobarra "E" puede ser removida horizontal o verticalmente.

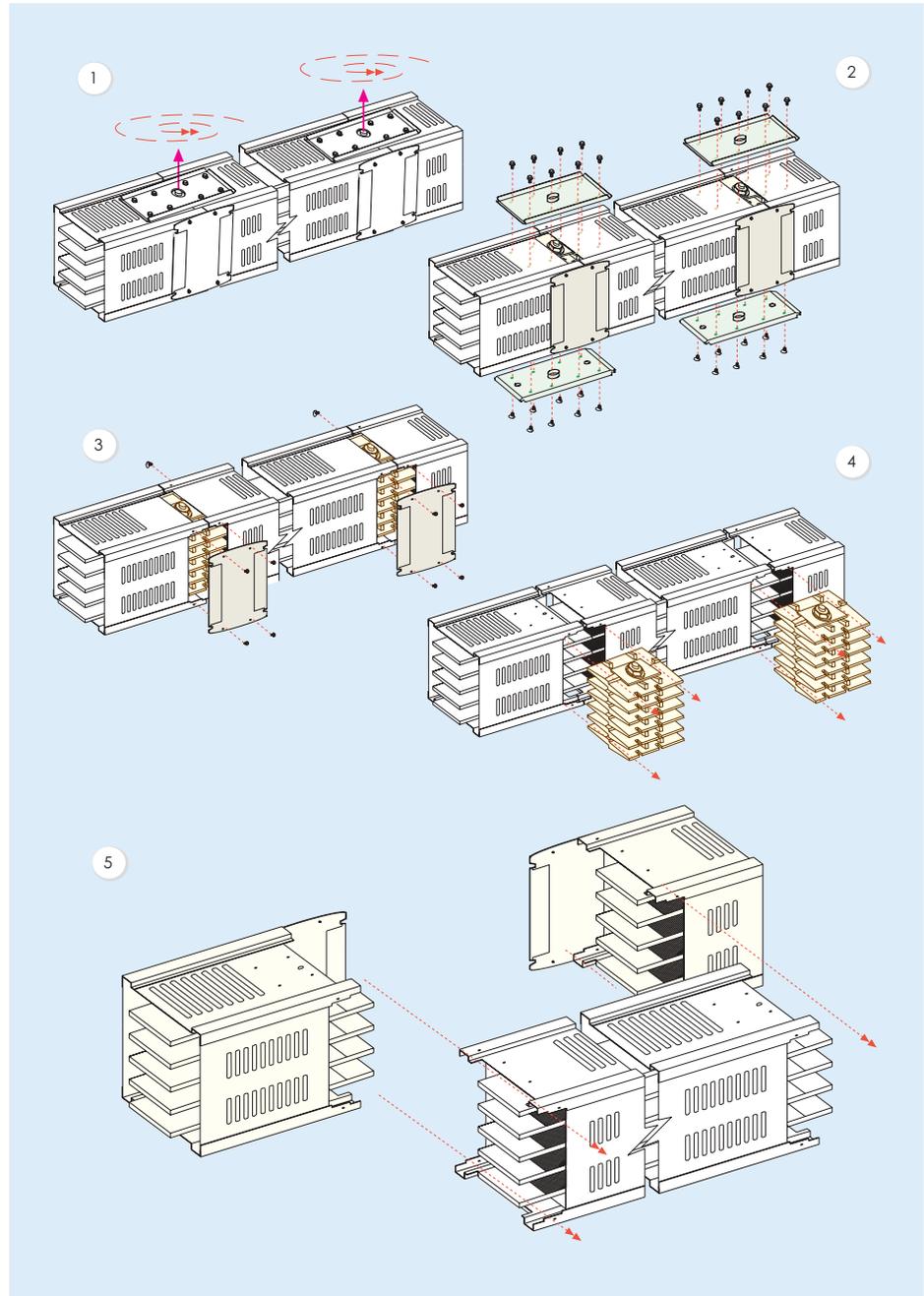


Ilustración 25. Remoción de una sección de Electrobarras.

Para instalación de una sección de reemplazo se ejecutan los mismos pasos en orden inverso.

Instrucciones para instalar una Caja Central

La Caja Central puede ser conectada en cualquier empalme de dos elementos de la red de distribución, durante o después de la instalación del Sistema de Electrobarras, ofreciendo máxima flexibilidad en la toma de energía para satisfacer cambios en los requerimientos de carga.

Por conectarse directamente al elemento empalmador, las cajas centrales son compatibles con todos los elementos modulares del sistema - Curvas, Tes, Equis, tramos rectos, etc. - aunque no tengan puntos de derivación en su recorrido.

Es muy importante que esta operación se realice con el sistema totalmente desenergizado.

Procedimiento:

1. Remueva una de las tapas deslizantes y reemplácela con uno de los ángulos suministrados en la bolsa de accesorios de la caja central.
2. Repita la operación con la tapa del lado opuesto.
3. Remueva la cubierta de protección del lado donde la caja central va a ser instalada. Afloje la tuerca del elemento de empalme, pero no la retire.
4. Deslice y remueva el elemento de empalme.
5. Coloque en posición la caja central con el elemento de empalme montado desde fábrica en la caja. Afloje los tornillos de fijación cerca de las cuatro abrazaderas móviles a ambos lados de la cubierta de la caja central. Remueva los ángulos de soporte y coloque en su lugar las tapas deslizantes.
6. Apriete la tuerca del elemento de empalme con una presión de 35 libras-pie. Coloque la cubierta sobre el elemento de empalme y apriete firmemente los tornillos de fijación.

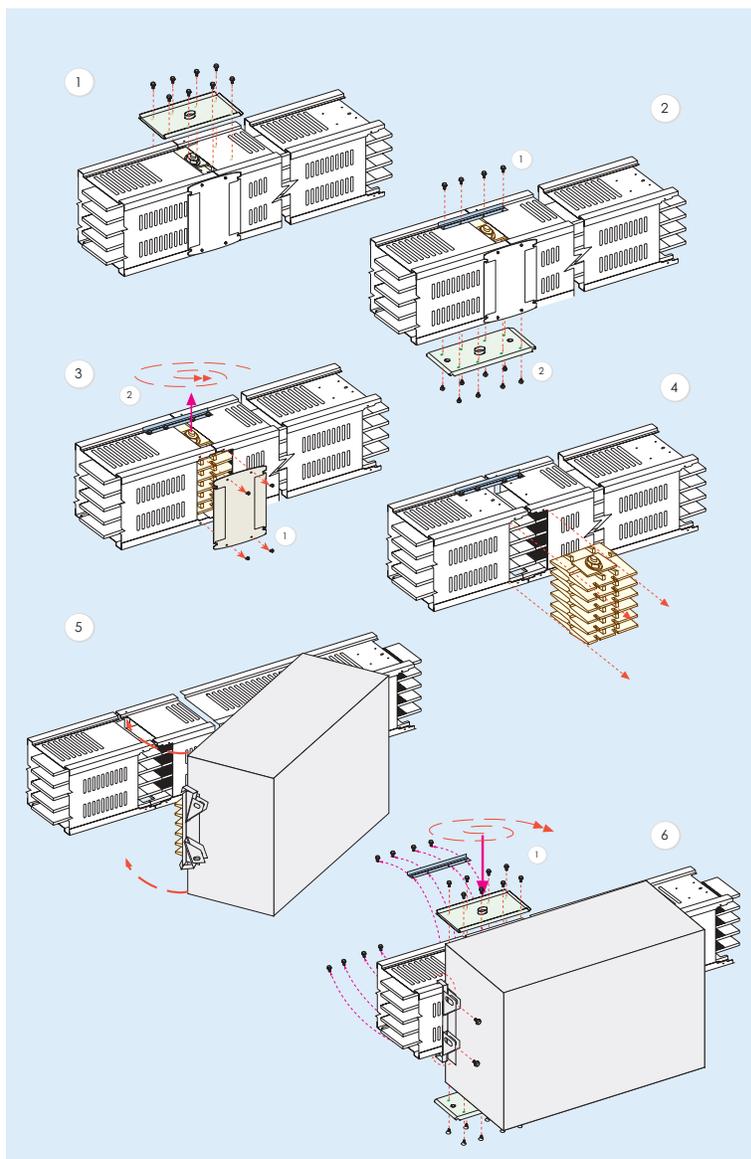


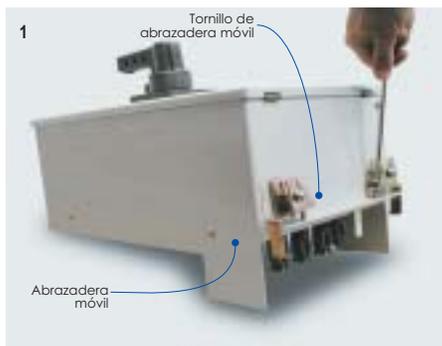
Ilustración 26. Instalación de una Caja Central.

Coloque la cubierta sobre el elemento de empalme y apriete firmemente los tornillos de fijación.

Instrucciones para instalar y remover Cajas de Derivación

El Sistema de Electrobarra DTU fue diseñado para ofrecer un procedimiento práctico y rápido para la instalación y remoción de cajas de derivación en cualquiera de los puntos dispuestos en los tramos enchufables. Esta operación se realiza en cuestión de minutos utilizando como única herramienta un destornillador. Los mecanismos de seguridad del sistema proveen adecuada protección al personal y equipos en todo momento.

Procedimiento



1. Verifique que la cubierta se encuentre debidamente cerrada y que la manilla del interruptor se encuentre en la posición OFF. Desenrosque los tornillos de las abrazaderas móviles localizadas a ambos lados de la caja derivación.
2. Verifique que la compuerta de seguridad se encuentre cerrada. Coloque las cuatro abrazaderas móviles en la posición "abierta" según la ilustración. Ubique la Caja sobre la toma.



3. Abra la Compuerta de Seguridad de la barra y coloque la Guía de la Caja en posición de conexión. Presione sobre la caja hasta que las pinzas hagan contacto.
4. Presione firmemente la caja verificando la adecuada inserción de los conductores en la pinzas. Apriete los tornillos a ambos lados de la caja para cerrar las abrazaderas móviles que retienen la caja firmemente en su posición sobre la electrobarra.
5. Las cajas son despachadas con grasa conductora en las pinzas para facilitar la instalación y para repeler la humedad y evitar corrosión. Recomendamos que se revise la existencia de la grasa en las pinzas antes de su instalación. Si se está reinstalando una caja previamente utilizada, o si no hay grasa en las pinzas, recomendamos se le coloque grasa tipo "Penetrox" para lo cual sugerimos se solicite información a nuestro departamento comercial o a nuestros distribuidores.
6. Las derivaciones desde las cajas de derivación hasta tableros o cargas, pueden ser realizadas con cable protegido por tubería o bandeja. Es importante que la conexión mecánica entre las bandejas o tuberías y la caja permitan el libre movimiento de la barra. Se deben hacer las conexiones entre la tubería o la bandeja de manera flexible para que no se trasladen esfuerzos mecánicos innecesarios a los elementos de unión entre una caja de derivación y la barra.
7. Asegúrese que todas las pinzas se enchufaron en sus respectivos conductores.

Siga estos pasos en orden inverso para la remoción de Cajas de Derivación de la línea de Electrobarra.

Instrucciones para suspender un ducto

Un soporte colgante prefabricado hace fácil y rápido suspender las Electrobarras DTU en cualquier recorrido dentro de la edificación. Se debe colocar, como mínimo, un soporte por cada 10 pies, y se recomienda un soporte colgante por cada elemento del ducto de barras. Los soportes y adaptadores adicionales pueden ser ordenados si son deseados.

Procedimiento:

1. Deslice el soporte colgante sobre la cubierta del ducto. Coloque las piezas del arreglo y los tornillos de cierre. No es necesario atornillar el soporte colgante a la superficie del ducto.

2. El método más frecuente de suspensión utiliza varillas de soporte para fijar las barras a la estructura del edificio. Atornille el adaptador de soporte colgante o la varilla a través del orificio. Un soporte cada 3,05 m (10') es suficiente para instalaciones en posición horizontal.

3. Levante la barra a su posición y deslice el tornillo a través del orificio dentro de la muesca del adaptador. Cuando se requieren dos puntos de apoyo, afloje los tornillos en las esquinas del soporte colgante y deslice dentro las muescas de los adaptadores.

4. Ajuste los tornillos conservando el soporte colgante en posición sobre el adaptador. Los soportes colgantes pueden ser removidos fácilmente de los adaptadores si la barra va a ser reinstalada.

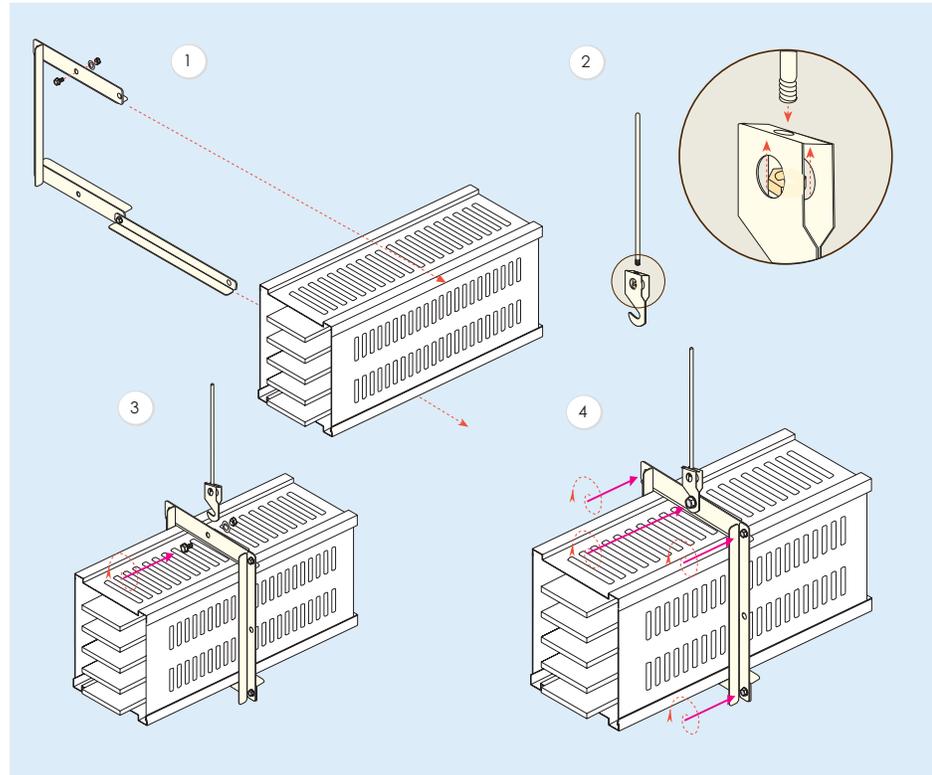


Ilustración 27. Instrucciones para la suspensión de un ducto de Electrobarras.

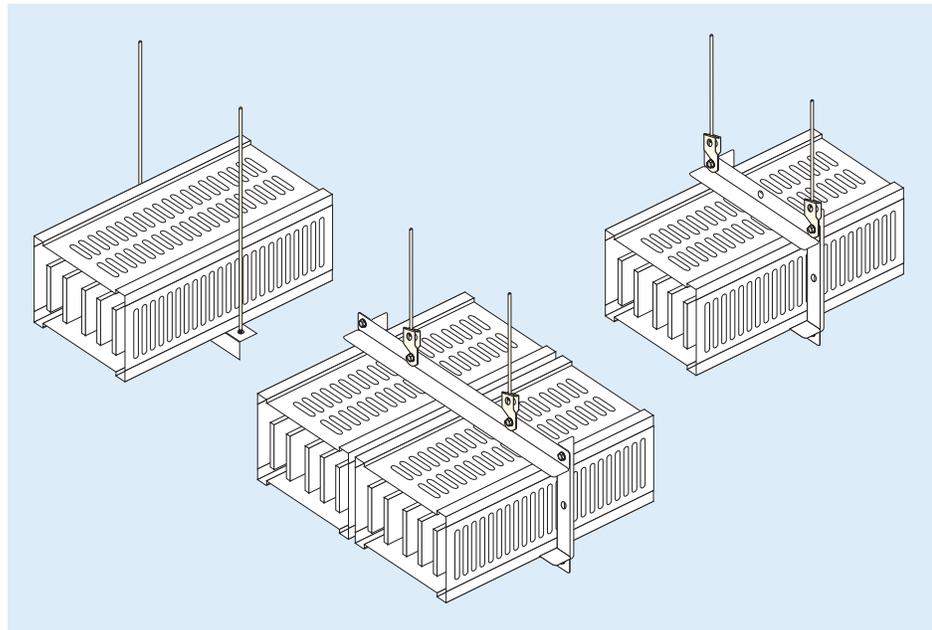


Ilustración 28. Distintas formas recomendadas para suspender las Electrobarras.

Instrucciones para instalar soportes de piso

Los soportes de piso prefabricados facilitan la instalación de Electrobarra DTU en posición vertical. No se requiere realizar perforaciones en el proceso.

Procedimiento de instalación:

1. Posicione dos de las láminas de montaje al nivel del piso, ciérrele a los lados de la cubierta de la barra y atorníllelo a la carcasa de la Electrobarra.
2. Levante la Electrobarra y atornille firmemente los ángulos de soporte de piso a los canales.
3. Ajuste de los dos tornillos de nivelación que se encuentren en cada ángulo.

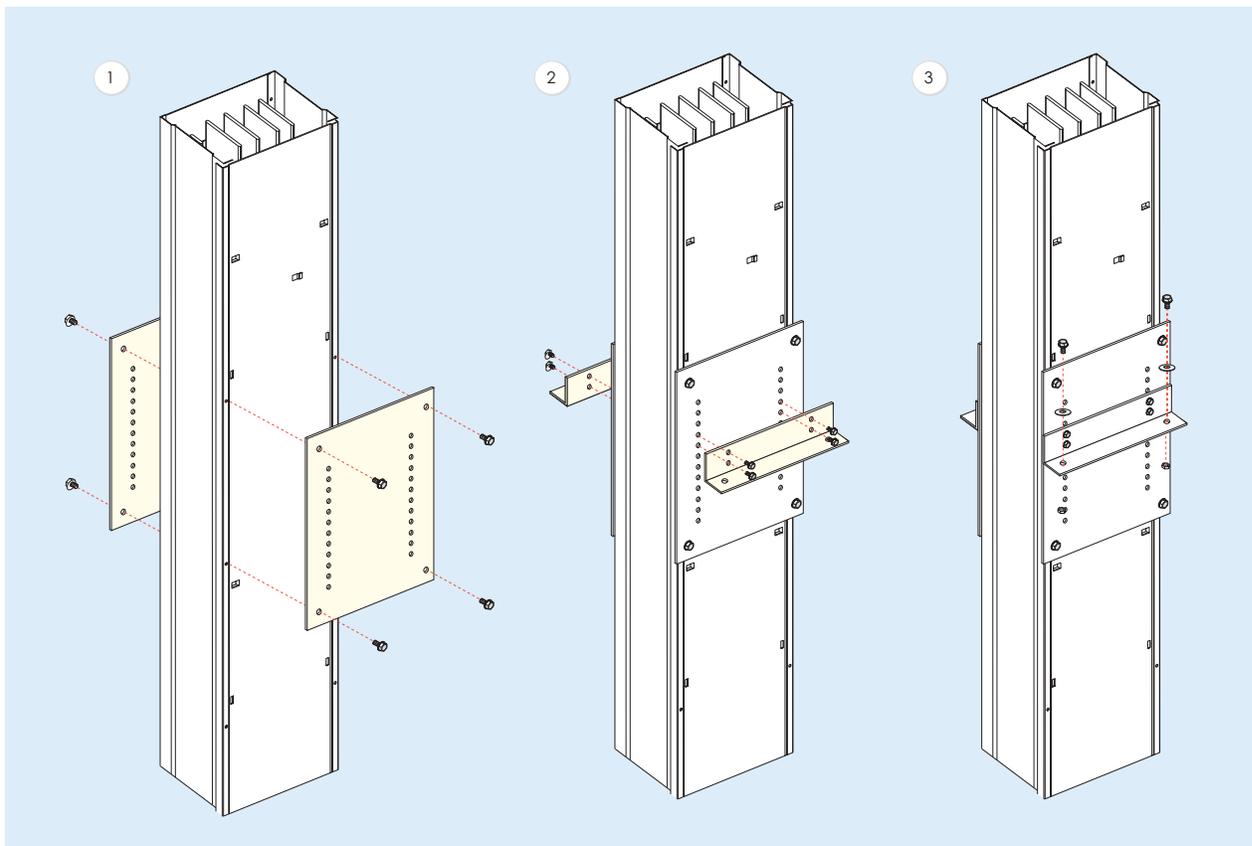


Ilustración 29. Instalación de soportes de piso.

Almacenaje

Electbus despacha todos sus productos con una cobertura plástica como protección contra el polvo y humedad ambiental. Se recomienda que todos los componentes, incluyendo los equipos de intemperie sean almacenados en un lugar limpio y seco.

Todos los componentes deben ser protegidos contra daños físicos, agua, rocío, gases químicos, salpicaduras de concreto y otros contaminantes. En el caso de los tramos, pueden apilarse hasta seis filas verticales. En el caso de las cajas de derivación, cajas finales, cubículos, las pilas verticales no deben apilarse más de dos unidades.

Si el sistema no va a ser energizado inmediatamente después de su instalación, se recomienda mantener la envoltura de plástico mientras sea posible para proteger los componentes de posibles residuos de la construcción como derrames de líquidos y salpicaduras, pintura, concreto, escombros, etc.

Introducción

Una de las ventajas de los sistemas de distribución eléctrica con Electrobarras es precisamente la sencillez y facilidad de los procesos de inspección y mantenimiento para conservar el equipo en óptimas condiciones.

Cuando las Electrobarras han sido instaladas apropiadamente - como se indica en el capítulo V del presente manual - la vida útil del sistema duplica a los sistemas tradicionales.

Si bien es cierto que las electrobarras requieren de muy bajo mantenimiento preventivo, un plan rutinario de inspección es altamente recomendable.

Para todos los efectos de esta sección, se asume que el lector conoce las indicaciones del Capítulo II de este manual (Como proyectar con Electrobarras Modelo XU) y las descritas en el Capítulo V (Instalación de Electrobarras Modelo XU).

Preparación preliminar

Antes de proceder a la inspección física de un sistema de barras, es imprescindible conocer el sistema, y particularmente las condiciones originales de diseño, los detalles de su instalación, y cualquier información obtenida en inspecciones preliminares.

Las condiciones originales de mayor relevancia son las referentes a la capacidad nominal del sistema, la temperatura ambiental y la temperatura de operación. Se anexa un formato que puede servir como guía en la obtención y registro de la información relevante.

El sistema puede ser inspeccionado energizado y bajo cualquier condición de carga, sin embargo las condiciones ideales para realizar una inspección son con el sistema energizado y con carga nominal a la que normalmente esta sometido el sistema..

Introducción.

Preparación preliminar.

Herramientas recomendadas:

Inspección Visual.

Parámetros nominales

Parámetros de operación

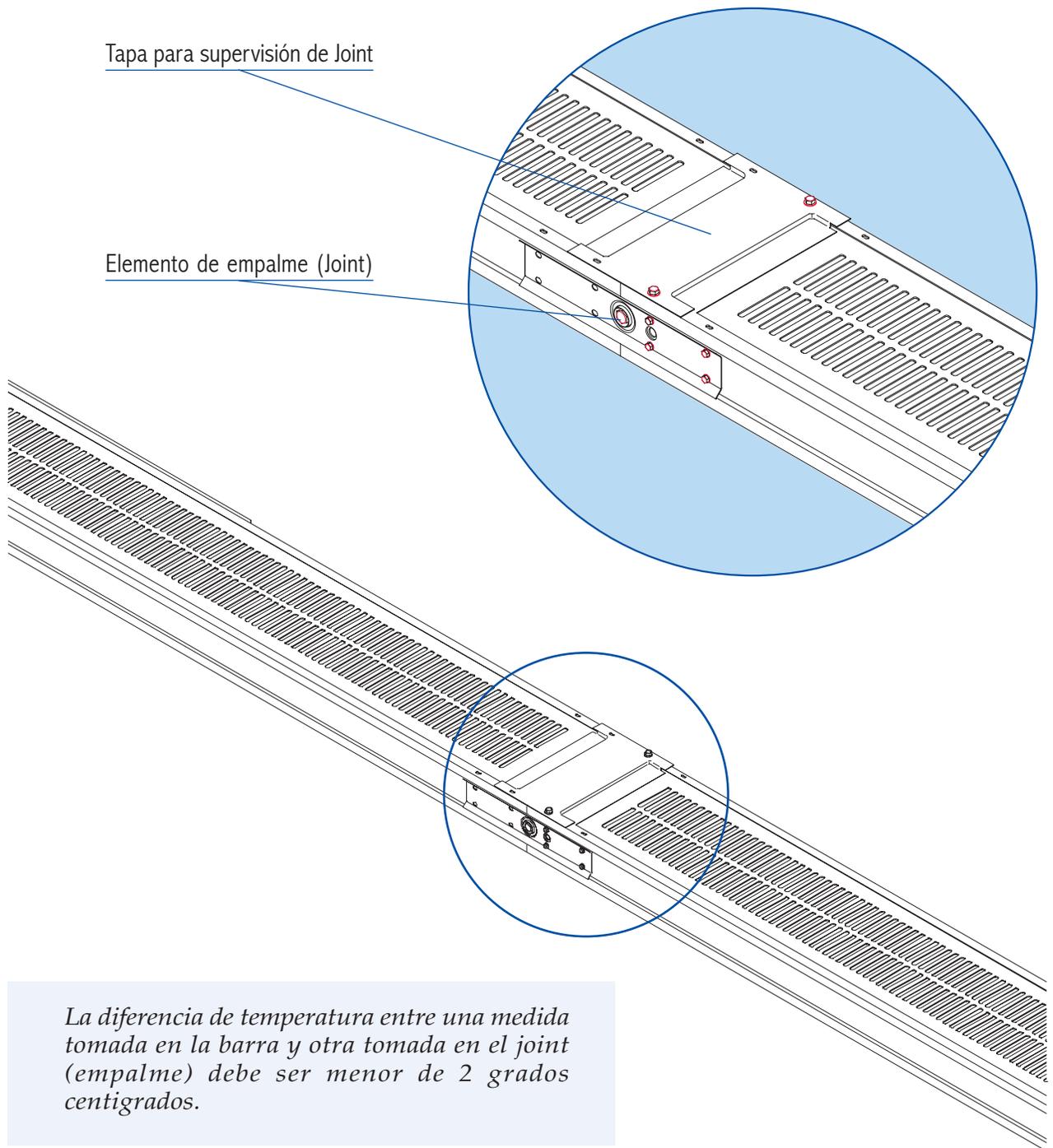
Recomendaciones finales

Modelo de planilla de inspección

Conclusiones

Herramientas recomendadas:

Se debe disponer de medios de registro (papel y lápiz) y equipos para la medición de temperatura, preferiblemente con capacidad de medición a distancia, como podría ser un termómetro infrarrojo.



La diferencia de temperatura entre una medida tomada en la barra y otra tomada en el joint (empalme) debe ser menor de 2 grados centígrados.

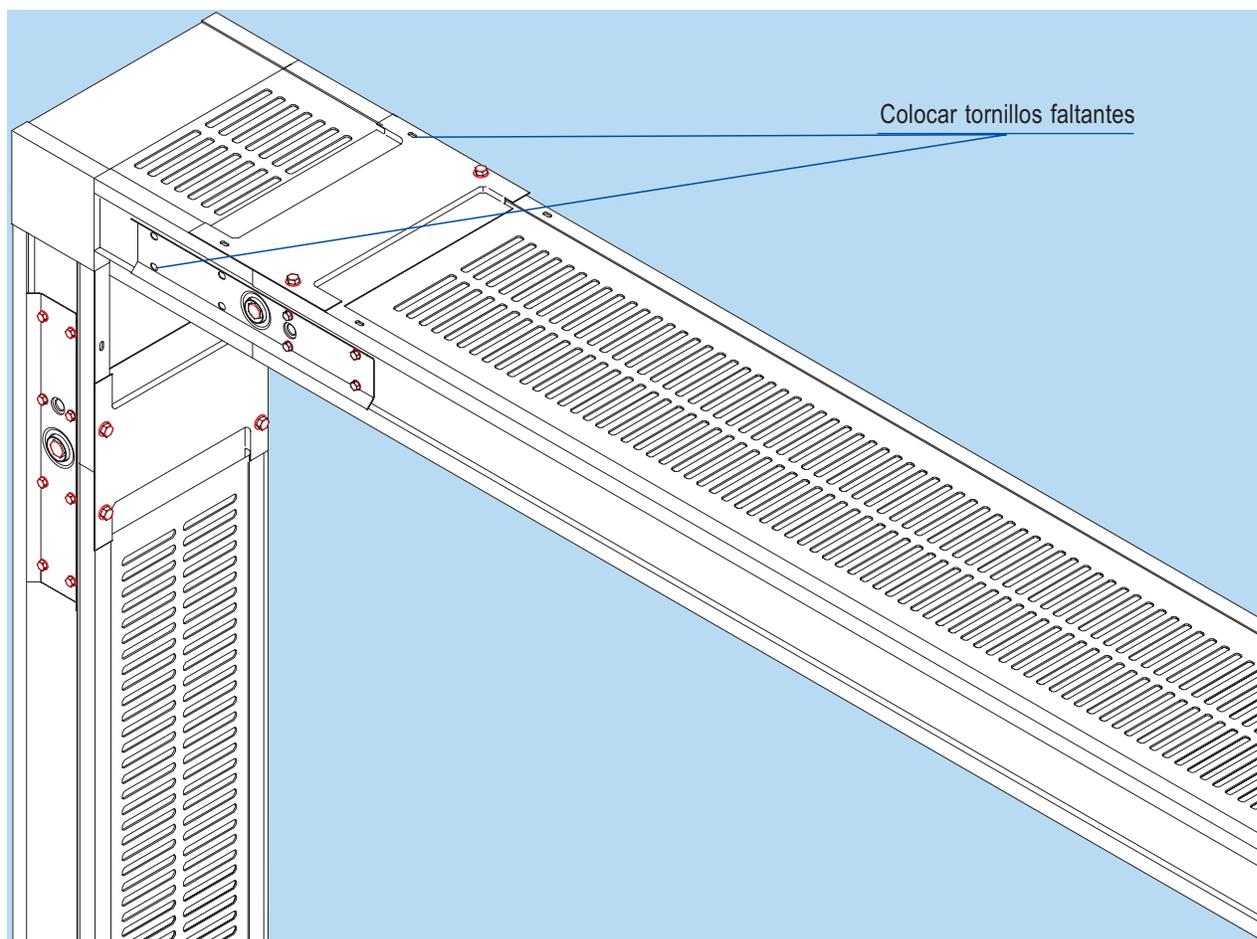
En el cuadro que se muestra a continuación se listan los equipos más comúnmente utilizados.

Cuadro VI 1

Pruebas a realizar	Equipos requeridos
Verificación de componentes e inspección visual.	<ul style="list-style-type: none"> - Papel y lápiz para registrar resultados. - Linternas o lámparas para asegurar visibilidad. - Revisar que todas las tapas de supervisión de empalmes están instaladas. - Destornillador para revisar que los tornillos estén colocados y apretados. - Recomendamos disponer de los certificados de pruebas anteriores y de las condiciones originales del sistema
Medición de voltaje y corriente	<ul style="list-style-type: none"> - Para la medición de voltaje y corriente del sistema se puede confiar en los equipos de medición instaladas en el tablero o cuadro que protege el sistema. - Para la medición de voltaje y corriente en puntos intermedios del sistema, se requiere un voltímetro y un amperímetro de tenazas
Medición de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier termómetro de contacto con rango de operación de 20 a 100 grados centígrados. - Para facilitar la inspección, recomendamos un equipo de medición a distancia, como, por ejemplo, el termómetro infrarrojo Non-Contact Thermometer, marca Triplett, modelo Protemp 10.
Medición de torque	<ul style="list-style-type: none"> - Torquímetro capaz de medir entre 0 y 35 libras/pie.
Megad	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier equipo capaz de medir resistencia eléctrica, o corriente de fuga en el orden de los micro amperios.

Inspección Visual.

La inspección visual del sistema Eléctrico de manera rutinaria permite obtener una visión general de la condición y evolución del sistema.



Adicionalmente, la revisión periódica ayuda al operador o responsable del mantenimiento familiarizarse con el sistema y desarrollar criterios de observación para detectar anomalías que, de no ser corregidas, podrían poner en peligro la seguridad de la instalación.

Condición a observar	Consecuencias posibles
Puertas o ventanas abiertas	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso de animales y personal no autorizado - Riesgo de exposición a factores ambientales no controlados
Tapas removidas y tornillos flojos	<ul style="list-style-type: none"> - Posible contacto de conductores con materiales extraños - Riesgo de chispas, cortocircuito o electrocución
Cables sueltos	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de chispas, cortocircuito o electrocución
Objetos extraños apoyados sobre los equipos	<ul style="list-style-type: none"> - Posible contacto de conductores con materiales extraños - Riesgo de chispas, cortocircuito o electrocución
Excesiva acumulación de polvo en los empalmes	<ul style="list-style-type: none"> - Posible combinación con humedad ambiental - Riesgo de chispas, cortocircuito o electrocución
Aberturas en los techos	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de lluvia y contacto con objetos extraños al sistema
Filtraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de exposición a factores ambientales no controlados - Riesgo de chispas, cortocircuito o electrocución - Riesgo de daño estructural al equipo por oxidación de la carcasa
Nidos de animales	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de animales - Riesgo de contacto con conductores y electrocución
Combustibles almacenados cerca del sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de incendio
Alimentos almacenados sin protección	<ul style="list-style-type: none"> - Proliferación de animales - Riesgo de contacto con conductores y electrocución
Estabilidad en el color de las láminas metálicas	<ul style="list-style-type: none"> - El oscurecimiento indica posibles incrementos anormales en la temperatura de operación por elementos de unión sin ajustar

En el formato incluido al final de este capítulo se provee de espacio para que el operador pueda registrar cada situación y le guíe en el proceso de observación.

Parámetros nominales

Para poder analizar la información obtenida del reporte de inspección es imprescindible el conocimiento de las condiciones nominales del sistema.

Se debe considerar la orientación de la instalación de las electrobarras (Edgewise o Flatwise), el tipo de carcasa utilizado (ventilada o cerrada) y la temperatura ambiental para poder determinar la máxima capacidad instalada del sistema, de acuerdo a las indicaciones contenidas en el Capítulo III del presente manual.

Es importante recordar que las electrobarras Electbus XU están fabricadas para operar a su máxima capacidad con una temperatura ambiental no mayor de 40 grados centígrados (114.8 grados Fahrenheit). Si esta condición no está presente, se debe contactar al personal técnico del fabricante para determinar la capacidad instalada del sistema.

Parámetros de operación

Una vez obtenidos, calculados y registrados los valores de la capacidad nominal de las electrobarras, se debe proceder a determinar los parámetros reales de operación.

Medición de Temperatura: Se debe registrar la temperatura ambiental del área donde operan los equipos. Cuando un sistema esta energizado, pero sin carga, la temperatura de los equipos debe ser igual a la temperatura ambiental. En la medida de que se incrementa la carga, la temperatura de operación también se incrementa. En condiciones de plena carga, los conductores de un sistema de Electrobaras alcanzarán 55 grados centígrados por encima de la temperatura ambiental.

Recomendamos la medición inicial de temperatura en un lugar distante en un mínimo de 30 centímetros de cualquier punto de unión del sistema, ya sea con otro tramo o caja de derivación. Esta lectura es la temperatura normal de operación de las Electrobaras en las condiciones específicas del momento de esa inspección.

Luego se toman medidas de temperatura en las uniones entre barras en las uniones de barra a cable (de haber alguna) y en las conexiones a cajas de derivación. Si en un punto de unión, la temperatura supera en 10% a la temperatura normal de operación, se debe investigar la causa que produce ese incremento anormal y corregir la falla.

Las posibles causas de estos aumentos son, la pérdida del torque en la unión para lo cual se debe proceder a la medición de torque.

Medición de Voltaje: Se puede registrar el nivel de voltaje según el medidor incluido en el tablero o cuadro de protección principal del sistema, aunque es una buena práctica hacer la medición con un voltímetro portátil para cerciorarse que el equipo original esta operando apropiadamente.

Se debe registrar la tensión al final de la línea de barra y revisar que la caída de tensión este dentro de los parámetros normales (ver Capítulo III de este manual). Una caída de tensión mayor de los valores calculados es un indicativo de una posible anomalía. Si observa una caída de tensión anormal, se debe investigar la causa que la provoca y corregir la situación.

Causas típicas son las sobrecargas al sistema, o incremento de la resistencia interna del sistema como consecuencia de la pérdida de torque en alguna unión entre dos elementos. Si se detecta la presencia de caída de tensión anormal, se debe proceder a la medición de corrientes de operación.

Medición de Torque: La medición de torque en los elementos de unión es imprescindible luego de la instalación o re instalación de un elemento.

Después de que un sistema ha sido puesto en funcionamiento no es necesario efectuar esta prueba en condiciones normales. Sólo debemos verificar el torque en donde la temperatura de operación supera los niveles normales de operación.

Es muy recomendable realizar esta prueba con el sistema desenergizado.

En condiciones normales, el tornillo de ajuste está debidamente aislado, y no representa ningún riesgo para el operador. Sin embargo, si por alguna causa extraña se ha deteriorado el aislamiento que protege al sistema en los puntos de unión, el operador corre el riesgo de ser sometido a una descarga eléctrica altamente peligrosa.

Si el sistema esta energizado durante la toma de medición del torque, el operador puede ser sometido a una descarga eléctrica fatal. Sólo recomendamos la medición de torque en condiciones seguras, es decir, con el sistema desenergizado.

Si el torque se mide en un sistema con una temperatura de operación menor a los 40 grados centígrados, el torque debe ser de 35 libras pie. En la medida de que la temperatura de los conductores aumenta, el torque cambia y su valor no es útil para la determinación de la condición adecuada de operación.

Medición de corriente: El tablero o cuadro que protege a un sistema de barras debe contener un medidor de corriente que sea capaz de medir la corriente total del sistema. Esta corriente no debe superar a la capacidad máxima del sistema.

El cálculo de la capacidad máxima del sistema esta ampliamente descrita en el Capítulo III del presente manual. En el evento de que la prueba de medición de temperatura nos dé como resultado una temperatura mayor de lo normal, entonces debemos proceder a la medición de la carga a la cual está sometido el sistema.

Esta medición se realiza con un amperímetro de tenazas, siguiendo las instrucciones y recomendación ofrecidas por el fabricante del amperímetro. Se debe poner especial atención a la protección de las derivaciones estén de acuerdo a las especificaciones emitidas por el ingeniero que proyectó el sistema, y revisar que la carga aplicada a las derivaciones están dentro de las condiciones de operación específicas de cada derivación. Con frecuencia se ha verificado que la temperatura de operación es mayor de lo normal como consecuencia de una o más derivaciones sobrecargadas.

Una sobrecarga en un punto de unión o en una derivación podría dañar el elemento de unión o de derivación. En estos casos se recomienda sustituir el elemento del que se sospecha esté dañado y se envíe la pieza al fabricante para su revisión.

Recomendaciones finales

Es altamente recomendable instruir al personal de mantenimiento para que realice inspecciones periódicas al sistema. Normalmente la inspección visual y la medición de temperatura a distancia es suficiente para detectar variaciones en las condiciones normales de operación y aislar la causa para evitar algún eventual problema.

Complementando la inspección básica, es una buena práctica el revisar la carga a la que está sometida una línea de barras, simplemente comparando la corriente en el totalizador del tablero con la capacidad del sistema. La utilización de medidores de corriente con indicador de demanda máxima es de gran utilidad ya que, en la práctica, la mayoría de las fallas son consecuencia de sobrecargas reiteradas y/o permanentes.

Las cajas de derivación normalmente contienen equipos de protección – breakers, fusibles o seccionadores - que limitan la carga aplicada. Sin embargo, es conveniente revisar que las cargas a las que están sometidas las derivaciones estén dentro de los límites permitidos, en especial en el conductor neutro, que normalmente no está protegido.

En numerosas oportunidades se han detectado cajas sometidas a cargas muy superiores a la carga nominal, generando incrementos anormales en la temperatura de operación. En el caso de que las cajas de derivación deban ser desenchufadas y reinstaladas, es recomendable aplicar en las pinzas grasa conductora para reducir el desgaste del plateado del conductor.

Por ningún concepto los conductores de un sistema deben ser cortados, limados o modificados en su acabado plateado. Si esto sucediere, el elemento debe ser enviado a la planta del fabricante para su replataado.

Si por causas ajenas al sistema - como una sobre corriente o un cortocircuito - el sistema se ve sometido a temperaturas mayores a los 150 grados centígrados, se recomienda revisar el plateado de los conductores en las uniones o empalmes. En caso de que el acabado haya sido perjudicado, el elemento debe ser enviado a la planta del fabricante para su replataado.

Modelo de planilla de inspección

Inspección visual	Resultado esperado	Resultado obtenido
1. Condiciones generales	Limpieza general, sin acumulación excesiva de polvo, ausencia de objetos extraños, imposibilidad de contacto con alimentos, combustibles, agua, etc.	
2. Puntos de derivación	Las tapas de los puntos de derivación deben estar cerradas para evitar el acceso de animales al interior de las barras.	
3. Empalmes	Las tapas de supervisión deben estar cerradas	
4. Cajas de derivación	Las puertas y tapas de las cajas de derivación deben estar cerradas, las cajas deberán estar totalmente enchufadas, no debe haber cables sueltos	
5. Color de los componentes	El color de los elementos del sistema es uniforme, sin cambios localizados que puedan indicar sobrecalentamiento.	
Pruebas de temperatura	Resultado esperado	
1. Temperatura ambiente	Menor de 40° C, para determinar las condiciones de operación	° C
2. En lugares apartados de las uniones	Desenergizado: igual a la temperatura ambiente	° C
3. En uniones	A plena carga: hasta 55° C por encima de la temperatura ambiente	° C
4. En derivaciones	Similar a la registrada en puntos apartados de las uniones	° C
Pruebas de tensión	Resultado esperado	
1. Nominal	Según proyecto (_____ V)	
2. En tablero totalizador	Igual a la tensión nominal (_____ V)	
3. Al final de las barras	Igual a la tensión nominal (_____ V)	
4. Fase R contra fases S, T, neutro y tierra	Igual a la tensión nominal (_____ V)	
5. Fase S contra fases R,T, neutro y tierra	Igual a la tensión nominal (_____ V)	
6. Fase T contra fases R,S, neutro y tierra	Igual a la tensión nominal (_____ V)	
7. Neutro contra fases R, S, T y tierra	Igual a la tensión nominal (_____ V)	
Pruebas de capacidad	Resultado esperado	
1. Nominal	Según capacidad del proyecto (_____ A)	A
2. En tablero totalizador	Menor o igual a la capacidad nominal (_____ A)	A
3. En fase "R"	Menor o igual a la capacidad nominal (_____ A)	A
4. En fase "S"	Menor o igual a la capacidad nominal (_____ A)	A
5. En fase "T"	Menor o igual a la capacidad nominal (_____ A)	A
6. Neutro		
7. Tierra	Menor o igual a la capacidad nominal (_____ A)	A

Conclusiones

La manera más segura y económica de distribuir energía eléctrica en baja tensión es con Electrobarras, y la manera más eficiente es con Electrobarras que puedan compensar las caídas de tensión aún en condiciones de carga desbalanceada. Esto sólo se logra con las Electrobarras Electbus.

Acompañando a estas ventajas técnicas están sus mínimas necesidades de mantenimiento, limitadas a sencillas inspecciones de rutina para garantizar una operación eficiente y segura, capaz de prestar servicio continuamente por muchas décadas.

Sólo se recomienda realizar labores de mantenimiento al detectar variaciones en los parámetros de operación tras una inspección, y que sus resultados determinen la necesidad de corregir condiciones específicas, de acuerdo a lo descrito en el presente manual.

El personal técnico de Electbus está a su completa disposición para apoyarle en el manejo y desarrollo de su sistema de distribución eléctrica con electrobarras, y responder cualquier pregunta técnica específica que usted pueda tener.

El ingeniero de Electbus, es su mejor amigo y su más valioso colaborador.

