

Indicaciones generales de instalación

Dirección de montaje:

Los módulos de protección contra sobretensiones de construcción multinivel que se intercalan en serie en el circuito eléctrico están marcados con "IN" y "OUT". Deben instalarse delante del aparato que protegen de forma que "IN" indique la dirección de donde se espera que provenga la sobretensión. El aparato que se protege debe conectarse en los bornes marcados con "OUT". Solo así se garantiza el buen funcionamiento del módulo de protección contra sobretensiones si se acopla una sobretensión.

Conexión:

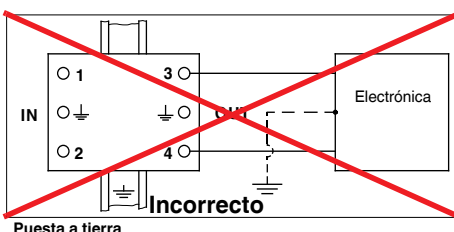
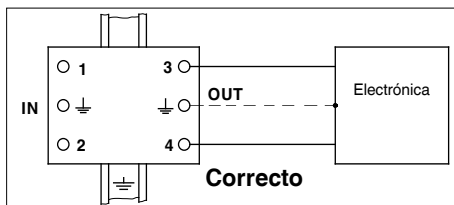
La conexión a tierra de la instalación protegida debe conectarse directamente y por la vía más corta con la conexión a tierra del módulo de protección contra sobretensiones o embornarse en el borne de conexión marcado en la salida "OUT" del módulo de protección contra sobretensiones.

Solo así se evitan tensiones demasiado altas por subidas del potencial causadas por corrientes de derivación entre las conexiones a tierra del módulo de protección contra sobretensiones y del aparato protegido.

Esto también es válido para la conexión entre tierra y conductores activos en el aparato protegido (ver figura: Puesta a tierra).

Conexión equipotencial:

Para el funcionamiento correcto de los módulos de protección contra sobretensiones es indispensable una conexión equipotencial completa según las prescripciones en vigor.



Tendido de las líneas:

Los cables protegidos no deben tenderse de forma paralela junto a los cables no protegidos. Deben separarse espacialmente los unos de los otros o apantallarse para evitar acoplamientos de sobretensiones de cables no protegidos a cables protegidos. Los cruces de cables que puedan interferirse mutuamente deben disponerse en ángulo recto.

Extinción de corriente repetitiva:

Los descargadores de gas tienen una capacidad de autoextinción limitada, por lo que casi siempre son adecuados para proteger sistemas de transmisión de mensajes.

Los descargadores cumplen sin problemas estos requisitos con las altas impedancias usuales en los circuitos de indicación remota. En sistemas con alta tensión de servicio o baja impedancia se obtienen relaciones de extinción inequívocas en las siguientes condiciones:

Aplicación AC: si la posible corriente de cortocircuito de la fuente rebasa la intensidad máxima admisible en AC, se necesita un fusible para evitar un sobrecalentamiento por la corriente repetitiva.

Aplicación DC: para tensiones > 12 V DC, la posible corriente de cortocircuito de la fuente no debe superar los 100 mA. De lo contrario deberá seleccionarse un fusible que se funda en menos de 5 segundos. Para tensiones ≤ 12 V está garantizada la capacidad de autoextinción. En todo caso, deben tenerse en cuenta los datos técnicos específicos del producto.

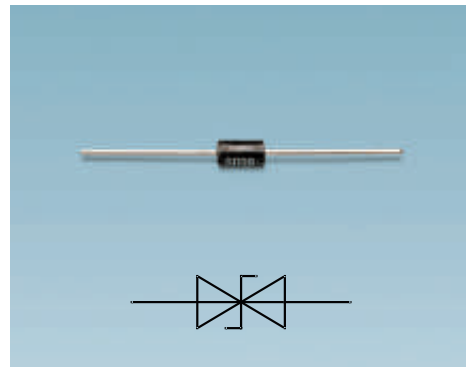
Fusible previo: la instalación debe protegerse de corrientes de cortocircuito demasiado elevadas debidas a descargadores sobrecargados. El fusible previo necesario o máximo admisible para el descargador en cuestión figura en los datos técnicos del producto respectivo.

Componentes limitadores de sobretensiones

Los componentes funcionales básicos de descargadores de corrientes de rayo y módulos de protección contra sobretensiones son descargadores de arco o de sobretensiones rellenos de gas, varistores, diodos e impedancias de desacoplamiento.

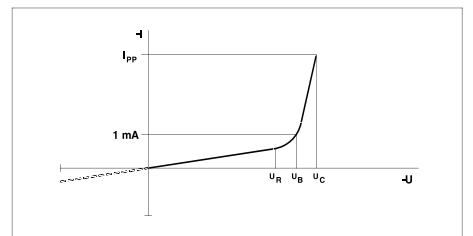
Todos estos componentes presentan ventajas específicas. Para una protección óptima es posible implementar circuitos de protección o sistemas de seguridad multinivel que combinan diferentes componentes.

Diodo supresor



La tensión inversa U_R es la tensión máxima a la que el diodo aún bloquea con seguridad. Con la tensión de ruptura U_B fluye por el diodo supresor una corriente de 1 mA. En este punto, el diodo supresor empieza a limitar la sobretensión.

La tensión limitadora máxima U_C es la caída de tensión máxima en el diodo supresor con el impulso de corriente transitoria I_{pp} (10/1000) μ s.

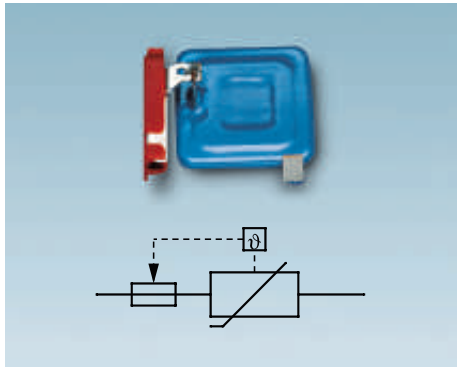


Curva característica U/I de un diodo supresor

Explicación:

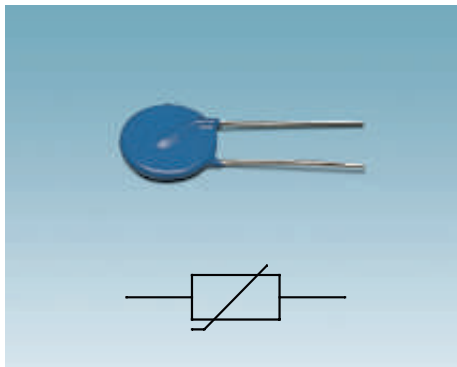
- U_R = tensión inversa (reverse stand-off voltage)
- U_B = tensión disruptiva (breakdown voltage)
- U_C = tensión limitadora (clamping voltage)
- I_{pp} = impulso de corriente transitoria (peak pulse current)
- I_R = corriente inversa

Varistores

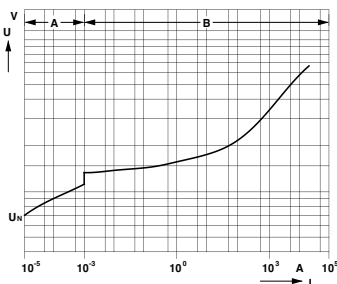


Bloque varistor con dispositivo de desconexión térmica

Los varistores son resistencias variables con la tensión, que gracias a su característica tensión-corriente, poseen una capacidad de descarga a una tensión residual baja.



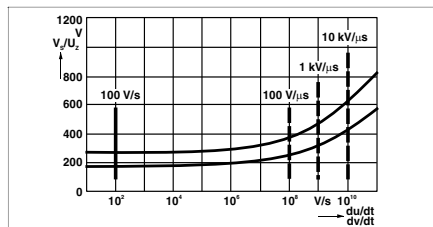
Varistor de disco



Curva característica U/I de varistores de óxido metálico

Explicación:

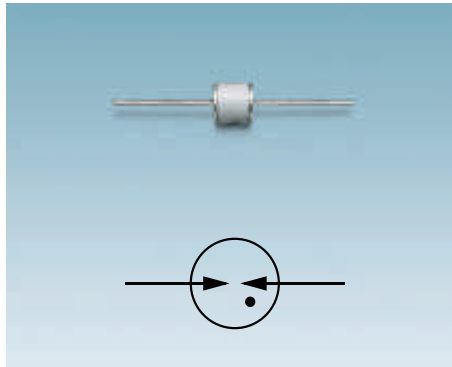
- A = margen de funcionamiento de alta resistencia
- B = margen de funcionamiento de baja resistencia/margen de limitación



Curva característica de cebado de un descargador de tensiones relleno de gas

- ■ Comportamiento estático de respuesta
- ■ Comportamiento dinámico de respuesta

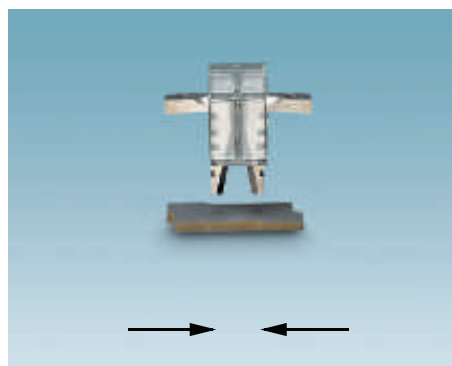
Descargadores de gas



Los descargadores de gas constan de de electrodos dispuestos en el interior de en un tubo cerámico o de vidrio. Entre los electrodos se encuentra un gas noble, p. ej. argón o neón. Al alcanzarse la tensión de cebado, el elemento pasa al estado de baja impedancia propio de la descarga en el gas. La tensión de cebado no es constante, sino que depende de la velocidad de aumento de la sobretensión.

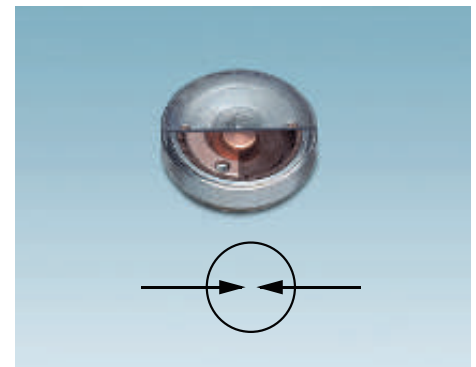
Tras el cebado del camino conductor, la caída de tensión en el arco suele estar entre 10 y 30 V, que puede medirse como caída de tensión en el descargador. En estado de baja impedancia puede pasar por el descargador una corriente repetitiva de red cuyo valor depende de la impedancia de la red preconectada. Para interrumpir esta corriente repetitiva de red por encima de la capacidad de autoextinción hay que instalar un fusible delante del descargador de sobretensiones.

Descargadores de arco

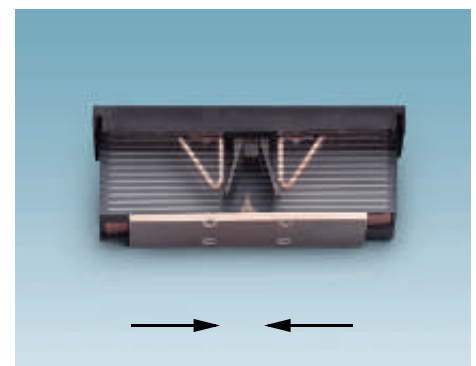


Descargador de arco ArC

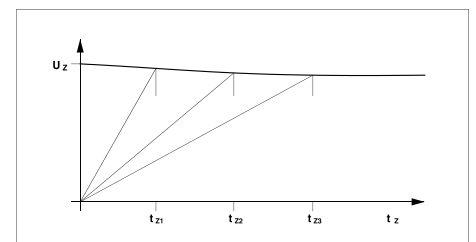
El descargador de arco ArC dispuesto en el descargador de corrientes de rayo FLASHTRAB se basa en la tecnología Arc Chopping. Un alma aislante separa dos electrodos en forma de arco. En el sentido de apertura hay además una placa de rebote bajo los electrodos. Si existe sobretensión, surge una descarga de contorneo deslizando a lo largo del alma aislante que provoca un arco. Este se propaga por los electrodos en forma de arco hacia la placa de rebote y se divide allí. Los efectos físicos resultantes extinguen el arco y las corrientes repetitivas de red asociadas. Un aumento considerable de la capacidad de extinción de corriente repetitiva de red se consigue con variantes de descargador de arco que cuentan además con chapas de extinción alrededor de los electrodos de arco.



Descargador de arco ArC encapsulado



Descargador de arco ArC con chapas de extinción



Curva característica de cebado de un descargador de arco

Módulos de protección contra sobretensiones

La gran variedad de campos de aplicación exige también muchos módulos de protección contra sobretensiones distintos, con propiedades específicas para la aplicación. Las características distintivas básicas son el tipo de circuito, las propiedades limitadoras de sobretensiones y la construcción. El programa TRABTECH de Phoenix Contact ofrece, con sus múltiples variantes (p. ej. adaptadores, cajas de conexión o descargadores modulares y compactos para montaje sobre carril), soluciones de sistema prácticas para cada aplicación.

Los módulos de protección contra sobretensiones están diseñados según la finalidad de uso para alta carga eléctrica. No obstante, no puede evitarse una sobrecarga debida a sobretensiones muy frecuentes o demasiado altas. Esto puede limitar o incluso anular la función de protección, debiendo sustituirse el módulo afectado. Por ello, los módulos de protección contra sobretensiones deben ser, en lo posible, enchufables y verificables.

La serie de productos TRABTECH de Phoenix Contact considera esta exigencia según las posibilidades técnicas actuales, ofertando módulos de protección contra sobretensiones en ejecución de adaptador y en ejecución modular enchufable de dos piezas.

Los módulos de la gama de productos FLASHTRAB, VALVETRAB, PLUGTRAB y COMTRAB destacan especialmente por su enchufabilidad y verificabilidad. Se han desarrollado con diferentes circuitos de protección y tensiones nominales para los campos de aplicación de alimentación, protección de circuitos MSR y de interfaces de datos.

Mediante la actuación conjunta de diferentes componentes adaptados entre sí (descargadores de sobretensiones rellenos de gas, varistores o diodos supresores, en función del circuito de protección) se aprovechan óptimamente sus ventajas específicas.

Explicación de conceptos

Absorbedor de perturbaciones

Dispositivo eléctrico cuya función puede ser alterada mediante magnitudes perturbadoras. La alteración del funcionamiento se manifiesta mediante fallo, reducción o pérdida funcional, o bien funcionamiento incorrecto.

Acoplamiento

Efecto recíproco entre circuitos en los que se transmite la energía de un circuito al otro de forma capacitiva, inductiva o galvánica.

Aproximaciones

Separaciones demasiado pequeñas entre la instalación de protección contra rayos y las instalaciones metálicas o eléctricas, donde existe peligro de descarga en arco o disruptiva en caso de rayo.

Atenuación de inserción

Para determinar la atenuación de inserción de un módulo de protección contra sobretensiones ÜSG se especifican red y frecuencia. El valor de atenuación se define como la relación de las tensiones que surgen directamente tras el punto de inserción, antes y después de insertar el ÜSG que se prueba. El resultado se expresa en decibelios.

Barra de conexión equipotencial

Barra prevista para conectar conductores de protección, equipotenciales y, dado el caso, conductores para la puesta a tierra funcional con el conductor de puesta a tierra y las picas.

Caída de tensión en el arco U_{bo}

Valor instantáneo de la tensión en un trayecto de descarga (descarga en arco) durante un proceso de derivación.

Categoría de sobretensión

Asignación de un equipo eléctrico a la sobretensión esperada.

Circuito de seguridad intrínseca

Circuito eléctrico en el que ninguna chispa ni efecto térmico producidos bajo las condiciones determinadas según la norma DIN EN 60079-11 (que abarcan el servicio normal y determinadas condiciones de fallo) provocan una ignición de determinada atmósfera explosiva de gas.

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Capacidad de un equipo o sistema para funcionar de manera satisfactoria en su ambiente electromagnético, sin generar magnitudes perturbadoras electromagnéticas inadmisibles en este entorno para otros equipos.

Componente longitudinal de tensión

Tensión que aparece en caso de interferencia entre los conductores activos y tierra.

Tensión de aproximación

Tensión que aparece en el punto de aproximación en caso de descarga de rayo en la instalación de protección contra rayos.

Componente transversal de tensión

Tensión que aparece en caso de interferencia entre dos conductores de un circuito.

Condiciones ambientales

Condiciones ambientales inmediatas y determinantes para cada espacio de aire y línea de fuga considerado.

Conductor de puesta a tierra

Conductor que conecta un equipo eléctrico que debe ponerse a tierra con una pica, siempre y cuando este conductor esté tendido fuera de la tierra o aislado en ella.

Conductor equipotencial

Conexiones eléctricas conductoras que se emplean para establecer la conexión equipotencial.

Conexión equipotencial

Eliminación de diferencias de potencial entre partes conductoras, adoptando todos los puntos aproximadamente el mismo potencial.

Se distingue entre conexión equipotencial funcional y conexión equipotencial de protección.

Coordinación de aislamiento

Asignación de los parámetros de aislamiento de un equipo eléctrico a:

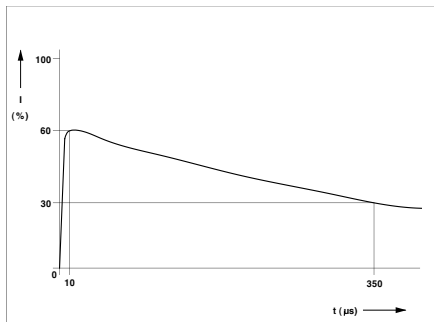
- sobretensiones esperadas
- parámetros de la medida de protección contra sobretensiones
- condiciones ambientales esperadas
- medidas protectoras contra la suciedad.

Corriente de disparo del dispositivo de separación I_{0a}

La corriente de disparo del dispositivo de separación es el valor efectivo de la corriente que pasa por el descargador para el que el dispositivo de separación reacciona en el lapso de 30 s.

Corriente de rayo de prueba

La corriente de prueba de rayo de (10/350) μs tiene un tiempo de ascenso frontal de 10 μs y de descenso al valor medio de 350 μs .



Impulso de corriente de rayo 10/350 según IEC 62305-1

Corriente nominal I_N

Máxima corriente constante en productos según IEC 61643-21 que puede fluir a la temperatura indicada por el módulo de protección contra sobretensiones sin que cambien las propiedades eléctricas en funcionamiento. Para temperaturas de servicio mayores, la corriente nominal es menor (derating).

Corriente repetitiva I_r

Corriente que pasa a través del ÜSG tras un proceso de descarga y que suministra la red. Se diferencia claramente de la corriente de servicio constante.

Corriente transitoria (10/350) μs

Corriente transitoria con tiempo de ascenso frontal de 10 μs y tiempo de descenso al valor medio de 350 μs . Fuente: IEC 62305-1

Corriente transitoria (8/20) μs

Corriente transitoria con tiempo de ascenso frontal de 8 μs y tiempo de descenso al valor medio de 20 μs . Fuente: IEC 60060-1

Corriente transitoria de rayo I_{imp}

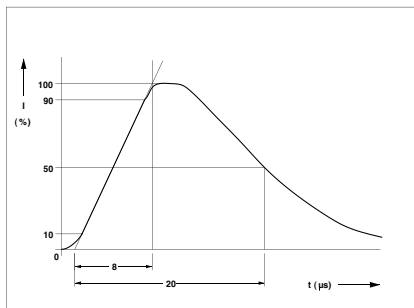
Se caracteriza por los parámetros efectivos de valor de pico, carga, energía específica y velocidad de subida. La corriente transitoria de rayo limp indica la capacidad de descarga de los descargadores (clase I). La determina una secuencia de ensayo definida con impulsos de prueba de la forma de curva 10/350 μs .

Corriente transitoria límite

La corriente transitoria límite iSG es una corriente transitoria de la forma (8/20) μs que hace reaccionar el dispositivo de desconexión pero no daña mecánicamente al descargador.

Corriente transitoria nominal I_r

Valor de pico de la corriente que fluye por el ÜSG con la forma transitoria (8/20) μs . Se usa para la clasificación del ensayo de ÜSG según la clase II. Fuente: EN 61643-11:2002



Impulso corriente transitoria 8/20, IEC 60060-1

Descarga de electricidad estática; descarga electrostática; ESD

Propagación de carga eléctrica entre cuerpos de potencial electrostático diferente al acercarse o al tocarse.

Descargador

Equipo eléctrico esencialmente compuesto de resistencias en función de la tensión o de descargadores de arco. Ambos elementos pueden conectarse en serie o en paralelo, o utilizarse de forma individual. Los descargadores se utilizan para proteger otros equipos eléctricos e instalaciones eléctricas contra sobretensiones demasiado altas.

Descargador de contorno deslizante

Según DIN VDE 0845 parte 1, trayecto de descarga en el que la descarga de gases se inicia mediante una descarga de contorno deslizante.

Descargador de gas

El descargador de gas es un trayecto de descarga relleno de otro gas que no sea aire, generalmente un gas noble.

Descargas directas o cercanas

Generan sobretensiones con un contenido de energía que representa una gran parte de la energía total de la descarga del rayo.

Descargas lejanas

Provocan sobretensiones con un contenido de energía esencialmente inferior al de las descargas cercanas. Las descargas lejanas son originalmente responsables de la aparición de sobretensiones en sistemas eléctricos y electrónicos.

Dispositivo de descarga de presión

Este dispositivo debe evacuar la sobrepresión interior generada en el descargador en caso de sobrecarga.

Dispositivo de desconexión

Dispositivo que separa el ÜSG (módulo de protección contra sobretensiones) de la red en caso de fallo. Debe evitar un error permanente en el sistema debido al fallo del ÜSG e indicar el fallo ópticamente.

Dispositivos de protección contra sobretensiones ÜSE

Módulos de protección contra sobretensiones y todos los dispositivos de instalaciones de telecomunicación, incluidas las líneas, que se utilizan para la protección contra sobretensiones.

Entorno electromagnético

Totalidad de los fenómenos electromagnéticos en un lugar determinado.

Envejecimiento

Alteración de los datos de potencia iniciales, causada por perturbaciones, el funcionamiento o condiciones ambientales desfavorables.

Equipo eléctrico asociado

Equipo eléctrico en el que no todos los circuitos son intrínsecamente seguros, pero que contiene circuitos que pueden afectar a la seguridad de circuitos intrínsecamente seguros a los que van conectados.

Equipos eléctricos de seguridad intrínseca

Equipo eléctrico en el que todos los circuitos son de seguridad intrínseca.

Fuente de perturbaciones

Origen de las magnitudes perturbadoras. Generalmente, toda instalación eléctrica es una fuente de perturbaciones, p. ej. motores y lámparas fluorescentes.

Impulso

Modificación brusca de corta duración de una magnitud física seguida de un retorno rápido al valor inicial.

Instalación de conexión equipotencial

Totalidad de conductores equipotenciales conectados entre sí, incluyendo las piezas conductoras que actúan de igual modo, como p. ej. carcassas o piezas conductoras ajenas.

La instalación de conexión equipotencial puede ser a la vez una instalación de puesta a tierra o parte de ella.

Instalación de protección contra rayos

Totalidad de dispositivos de protección contra rayos interior y exterior de la instalación protegida.

Interferencia electromagnética

Pérdida de calidad del comportamiento de servicio causada por una magnitud perturbadora electromagnética, p. ej., un funcionamiento incorrecto o un fallo en un equipo eléctrico o electrónico.

Interruptor diferencial (RCD)

Dispositivos de conmutación que separan los sistemas eléctricos del sistema de alimentación cuando la corriente de defecto con respecto a tierra sobrepasa un valor determinado.

Interruptor diferencial selectivo

Los interruptores diferenciales selectivos son interruptores de protección temporizados.

Magnitud perturbadora

Magnitud electromagnética (también eléctrica o magnética) que puede provocar una interferencia no deseada en un dispositivo eléctrico.

Margen de temperatura

Margen entre la temperatura mínima y máxima que puede darse en la carcasa. En equipos sin calentamiento propio, equivale a la temperatura ambiente admisible. Para equipos con calentamiento propio, son las temperaturas máximas que pueden originarse en servicio en el exterior o interior del equipo.

Módulo de protección contra sobretensiones ÜSG (inglés: "surge protection device", SPD)

Aparato diseñado para limitar sobretensiones transitorias y derivar corrientes transitorias. Contiene como mínimo un componente limitador de tensión no lineal.

Nivel de protección Up

Parámetro que caracteriza la capacidad del ÜSG en lo relativo a la limitación de tensión a través de sus bornes de conexión. Este valor, que debe indicar el fabricante, debe ser mayor que el valor máximo medido de las tensiones de limitación.

Fuente: EN 61643-11:2002

Paquete de impulsos; grupo de impulsos; ráfaga

Serie de un número limitado de impulsos o de oscilaciones de duración limitada.

Partes activas

Las partes activas son conductores y partes conductoras de los equipos eléctricos que están bajo tensión en condiciones normales de servicio.

Partes inactivas

Las partes inactivas son partes conductoras separadas eléctricamente de todas las partes activas mediante aislamiento de base.

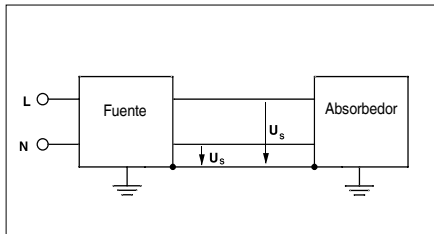
Persona especializada

Como persona especializada (especialista) se entiende quien, gracias a su formación profesional, conocimientos y experiencia, y al conocimiento de las normas aplicables, puede juzgar los trabajos encomendados y reconocer posibles peligros.

Nota: para juzgar la formación profesional también puede tenerse en cuenta una actividad de varios años en el campo de trabajo correspondiente.

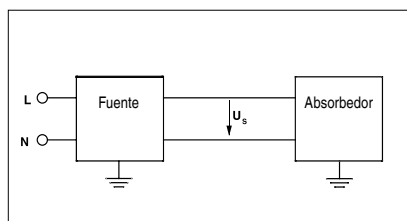
Perturbación asimétrica

Asimétrica significa que la fuente y el absorbedor de perturbaciones están referidos a tierra, es decir, hay una conexión capacitiva o galvánica con el conductor de protección. Como muestra la figura, la perturbación se propaga por ambos conductores desde la fuente hacia el absorbedor y vuelve por tierra. A menudo también se usan los términos "en sincronismo" o "modo común".



Perturbación simétrica

Simétrica significa que la fuente de perturbaciones no tiene potencial de tierra. Como muestra la figura, la magnitud perturbadora se propaga por un conductor desde la fuente hacia el absorbedor y vuelve por el otro conductor. A menudo también se usan los términos "en contrafase" o "modo diferencial".



Pica

Conductor que se integra en el sub-suelo y establece una conexión eléctricamente conductora con la tierra. Las partes de los conductores que entran en una pica no aisladas en tierra se consideran como partes de la pica.

Pico de impulso transitorio parásito, spike

Impulso rectificado simple de duración relativamente corta.

Pistas de protección

Los componentes limitadores de tensión o descargadores pueden estar conectados entre conductores, entre conductor y tierra, entre conductor y neutro, entre neutro y tierra, o en una combinación de estas posibilidades. Estos tipos de circuitos se denominan pistas de protección.

Poner a tierra

Conectar una parte eléctricamente conductora (p. ej. la instalación de protección contra rayos) con la tierra a través de una instalación de puesta a tierra.

Puesta a tierra

Totalidad de medios y medidas para poner a tierra.

Ráfaga

Impulsos que aparecen repetidamente en un intervalo determinado.

Reacción

- Como reacción se entiende que:
- el valor de pico del componente óhmico de corriente a través del descargador alcanza 5 mA, o que
 - se interrumpe la tensión con ascenso del valor de pico de la corriente a través del descargador a 5 mA.

Resistencia al cortocircuito

Corriente de cortocircuito máxima propia que puede soportar el ÜSG.

Resistencia de puesta a tierra

Resistencia entre la instalación de puesta a tierra y la tierra de referencia. Su valor se obtiene de la actuación conjunta de las diferentes picas.

Rigidez dieléctrica

Tensión máxima que puede actuar sobre los componentes limitadores de corriente de un ÜSG sin alterarlo. Esta tensión puede ser igual a la tensión constante UC máxima del ÜSG o superior, en función de la disposición de los componentes limitadores de corriente dentro del ÜSG.

Sobretensión

Tensión permanente o transitoria que actúa entre los conductores o entre el conductor y la tierra en instalaciones en servicio que trabajan sin fallo (también sobre líneas desconectadas), que puede deteriorar líneas y aparatos conectados y poner en peligro a personas.

Sobretensión de conmutación

Sobretensión debida a una maniobra de conmutación.

Sobretensión de rayo

Sobretensión debida a una descarga de rayo.

Supresión de interferencias

Medida que elimina o disminuye las magnitudes perturbadoras electromagnéticas.

Tensión alterna soportable

Valor efectivo de la tensión sinusoidal máxima a frecuencia de red, que no produce descarga disruptiva bajo las condiciones de ensayo prescritas.

Tensión asimétrica; tensión en modo común - common mode voltage; asymmetrical voltage

Tensión indicadora media entre cada conductor y un punto de referencia definido, por regla general tierra de referencia o masa.

Tensión de aproximación

Tensión que aparece en el punto de aproximación en caso de descarga de rayo en la instalación de protección contra rayos.

Tensión de dimensionamiento del descargador UC

La tensión de dimensionamiento es el valor efectivo máximo admisible de la tensión alterna a frecuencia de servicio aplicable permanentemente a las pistas de protección del descargador.

Tensión nominal U_N

Valor de tensión apropiado redondeado que el fabricante indica para la denominación o identificación de un equipo eléctrico.

Tensión perturbadora simétrica

Tensión perturbadora entre dos conductores de una línea (p. ej. circuito de dos hilos) o entre dos puntos de conexión de un dispositivo eléctrico para una línea de este tipo.

Tensión residual Ures

Valor de pico de la tensión en los bornes del ÜSG que aparece durante o directamente después del paso de la corriente transitoria.

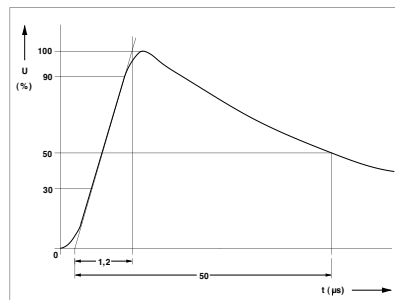
Fuente: EN 61643-11:2002

Tensión simétrica; tensión en contrafase - differential mode voltage; symmetrical voltage

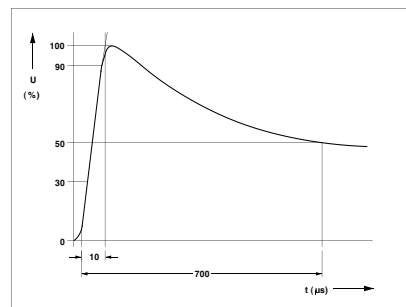
Tensión entre dos de los conductores activos de un grupo determinado.

Tensión transitoria (1,2/50) μ s

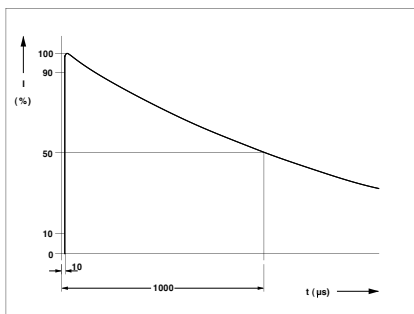
Tensión transitoria con tiempo de ascenso frontal de 1,2 μ s y tiempo de descenso al valor medio de 50 μ s. Fuente: IEC 60060-1



Impulso tensión transitoria 1,2/50, IEC 60060-1



Impulso tensión transitoria 10/700, ITU-T K.44



Impulso corriente transitoria 10/1000, IEEE C62.41.1-2002

Tensión transitoria de rayo de reacción 100%

Tensión que conduce a la reacción del descargador a la tensión transitoria de rayo 1,2/50.

Nota: en algunas construcciones de descargadores (p. ej. varistores) no puede determinarse la tensión transitoria de rayo de reacción 100%.

Tensión transitoria soportable Ust

Mayor valor de la tensión transitoria máxima de formato y polaridad prescritos, que no produce descarga disruptiva bajo las condiciones de ensayo prescritas.

Nota: la tensión transitoria soportable es igual o superior a la de dimensionamiento.

Tierra

Denominación para el terreno y el suelo.

Tierra de referencia

Zona de la tierra, especialmente de su superficie, tan alejada de las picas correspondientes que, como consecuencia de la entrada de corriente a la tierra, no aparecen tensiones considerables entre puntos cualesquiera de la zona.

Transitorio

Alteración no periódica y relativamente corta de tensión o corriente positiva o negativa entre dos estados estacionarios.

Transitorio; ... de transición

Especifica un fenómeno o magnitud que, durante un margen de tiempo pequeño en comparación con la escala de tiempo observada, cambia entre dos estados estacionarios consecutivos.

Varistores

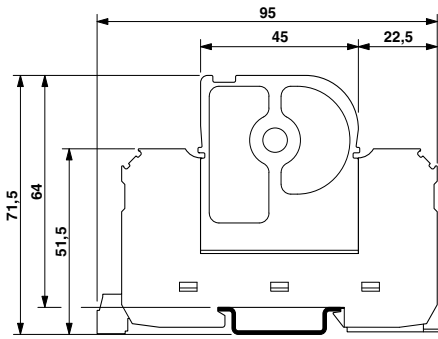
Resistencias bipolares no lineales con curva característica de tensión/corriente simétrica cuyo valor de resistencia disminuye al aumentar la tensión.

Velocidad de aumento

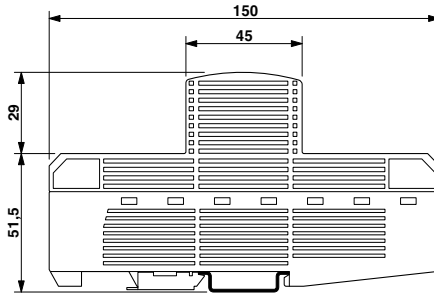
Velocidad media de cambio de una magnitud entre dos valores determinados, p. ej. 10% y 90% del valor pico.

Volumen que se protege

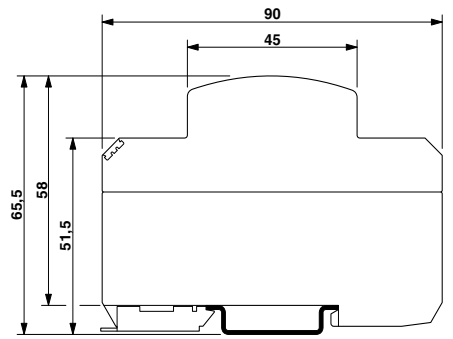
Volumen que se protege de una instalación o zona para la que se exige una protección contra sobretensiones/rayos.



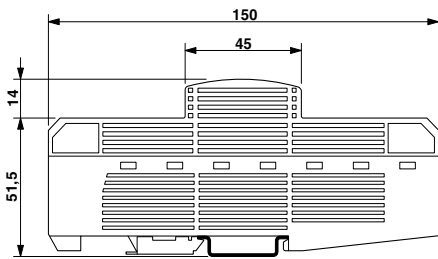
FLASHTRAB FLT-CP



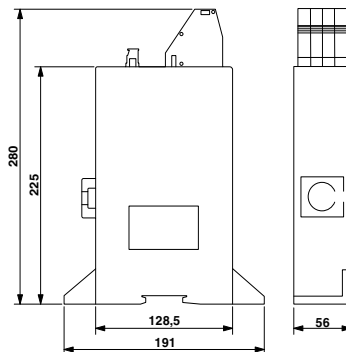
FLASHTRAB FLT-PLUS CTRL ...



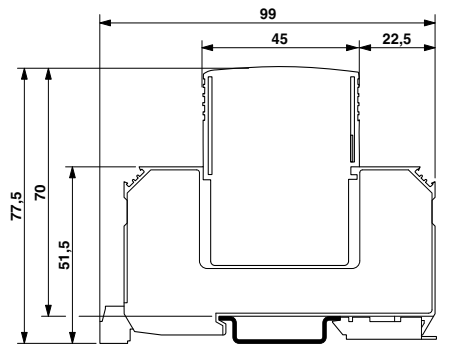
FLASHTRAB FLT ...



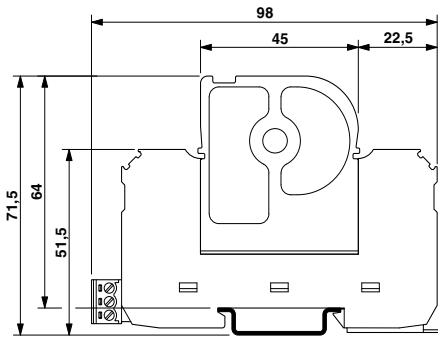
FLASHTRAB FLT-PLUS ...



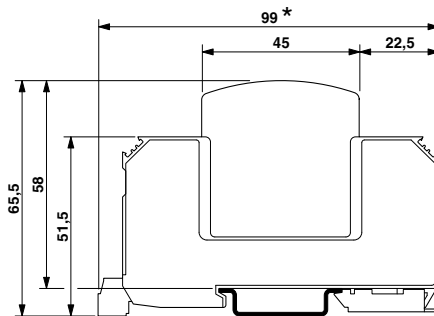
POWERTRAB PWT



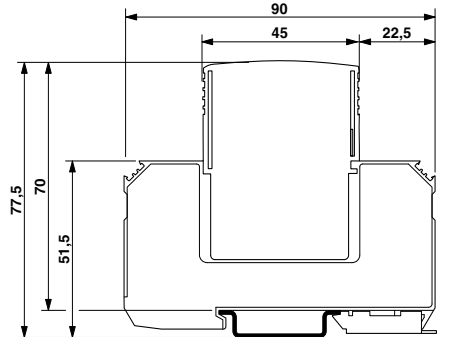
VALVETRAB VAL-MS-T1/T2 ... FM



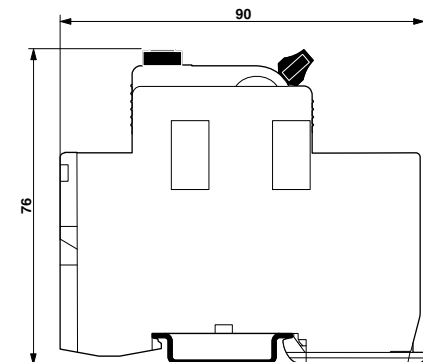
VALVETRAB VAL-CP



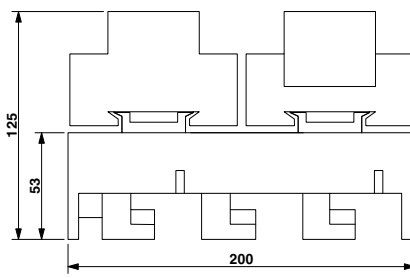
VALVETRAB VAL-MS ... 3+1
* con VAL-MS... -> 97 mm



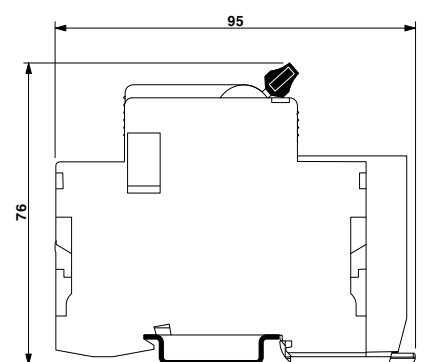
VALVETRAB VAL-MS 385 ...



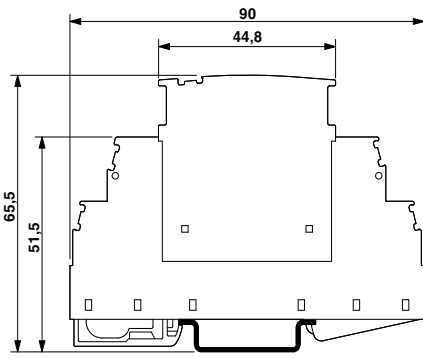
VALVETRAB VAL-CP-RCD



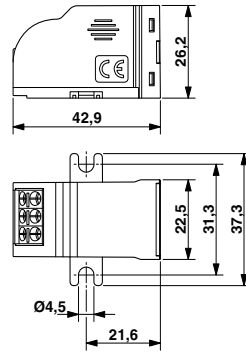
VALVETRAB VAL-CP-MOSO



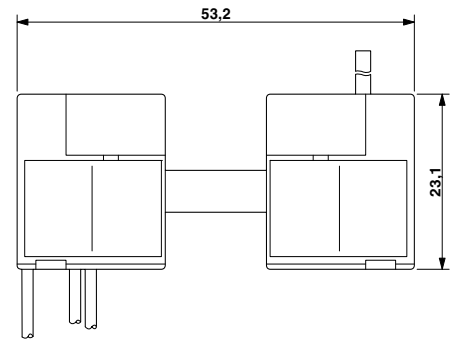
VALVETRAB VAL-CP-MCB ...



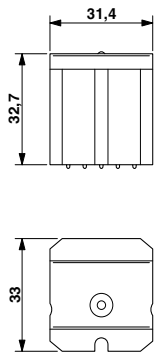
PLUGTRAB PT ...



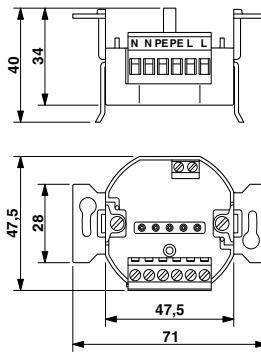
BLOCKTRAB BT ...



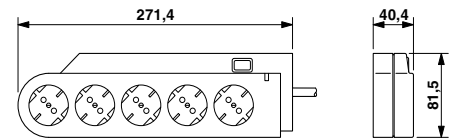
SOCKETTRAB BT-SKT ...



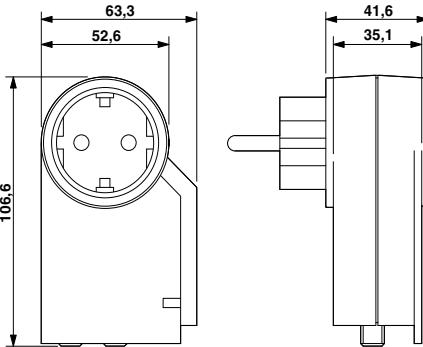
PRINTRAB PRT-S ...



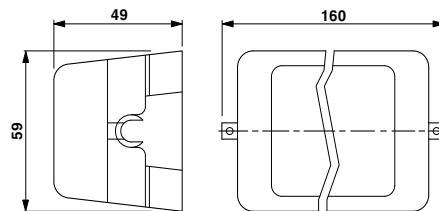
PRINTRAB PRT-CD ...



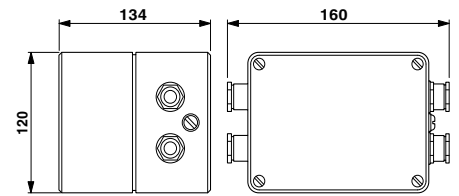
COMBITRAB CBT-SCHUKO



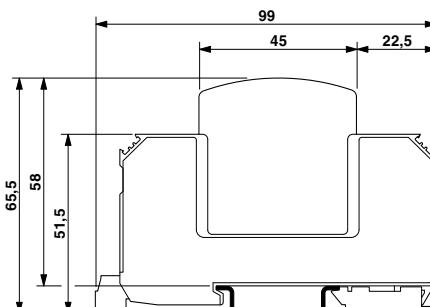
MAINTRAB MNT ...



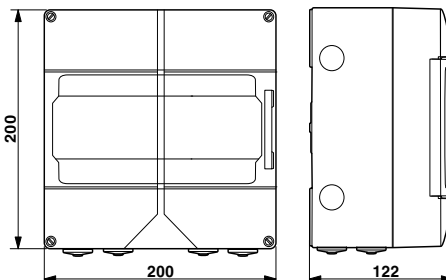
Barra de conexión equipotencial PAS-1



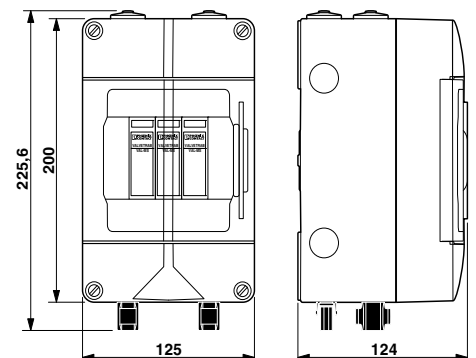
Carcasa TRABTECH TG 40



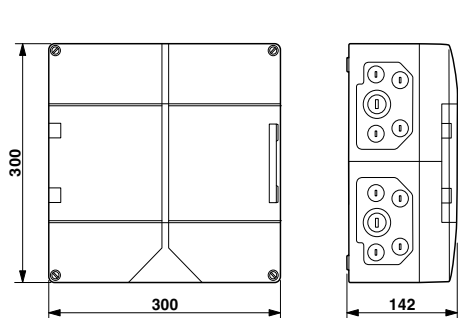
VALVETRAB VAL-MS... para instalaciones PV



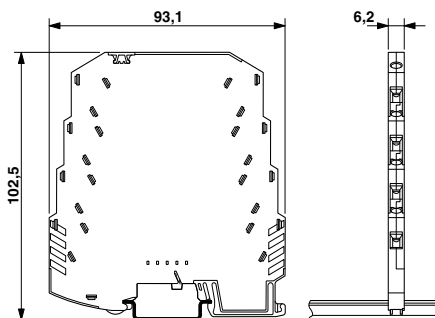
PV-SET 1000 DC/AC



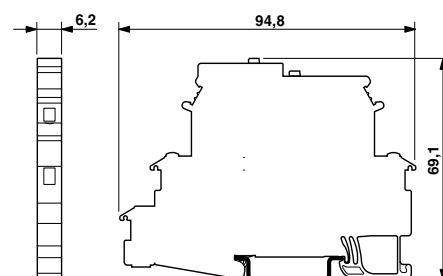
PV-SET 1000 DC



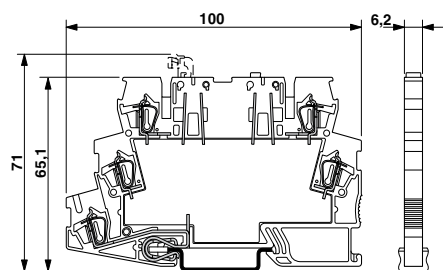
PV-SET 5ST/600DC



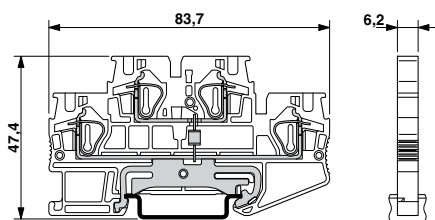
LINETRAB LIT ...



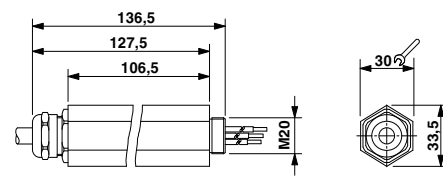
TERMITRAB TT ...



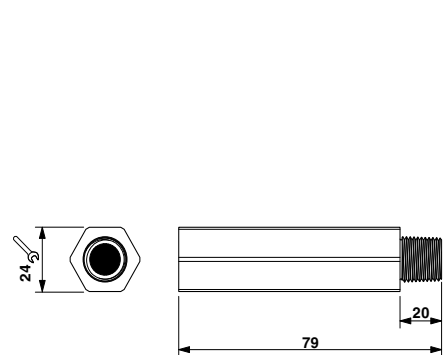
TERMITRAB TT-ST ...



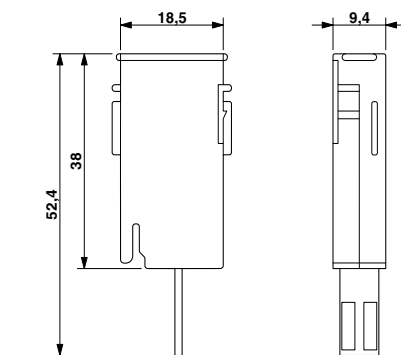
TERMITRAB TT-STTB ...



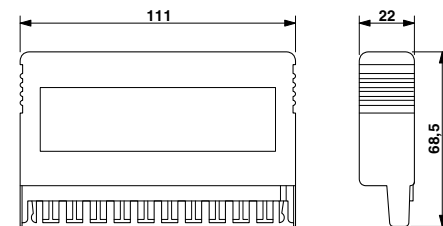
SURGETRAB S-PT 1X2..., S-PT-EX(I)...



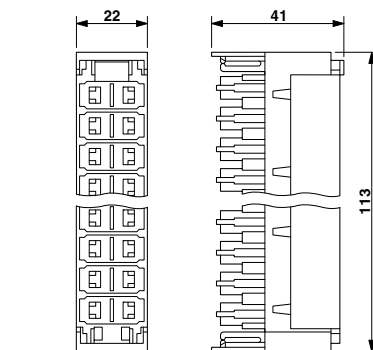
SURGETRAB S-PT-EX...1/2", S-PT-2XEX...1/2", S-PT-4-EX...1/2"



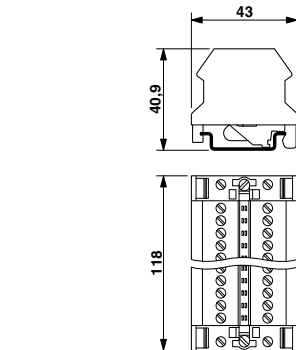
COMTRAB modular CTM ...



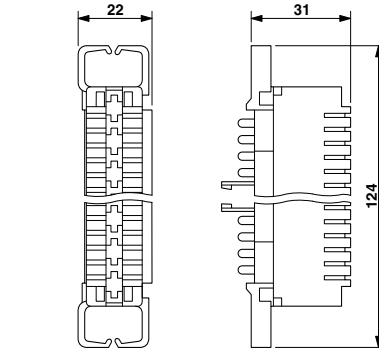
COMTRAB CT 10 ...



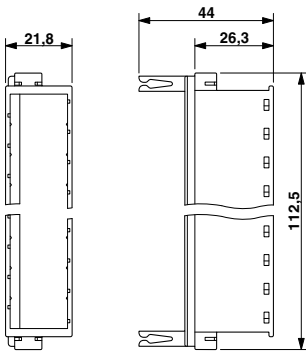
Almacén para protecciones bastas COMTRAB



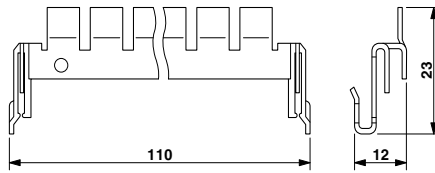
CT-TERMIBLOCK



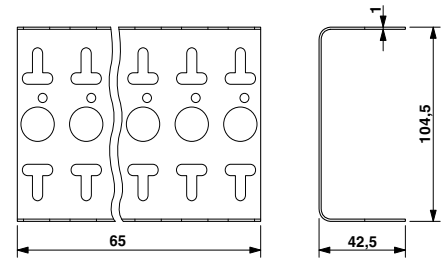
Regleta separadora COMTRAB



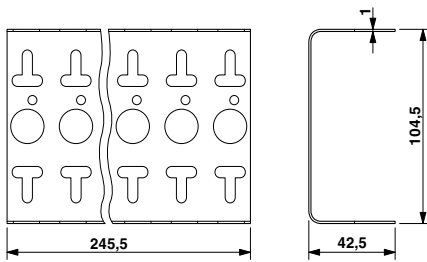
Almacén CTM CTM 10-MAG



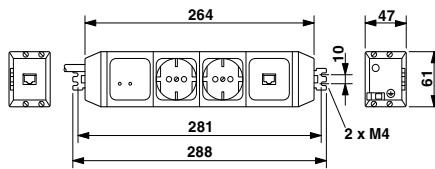
Pletina de puesta a tierra COMTRAB



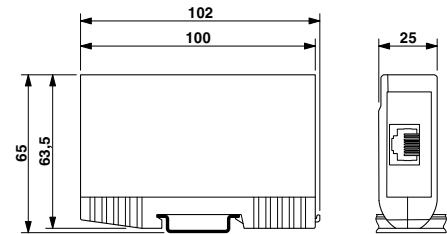
Brida de montaje COMTRAB CT 10-MB/3



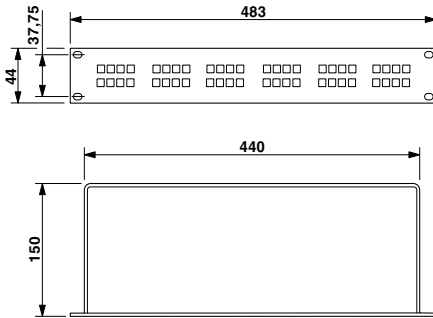
Brida de montaje COMTRAB CT 10-MB/10



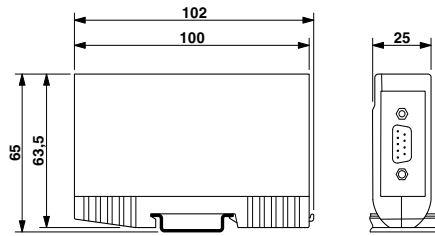
COMBITRAB CBT-2M-RJ45/1



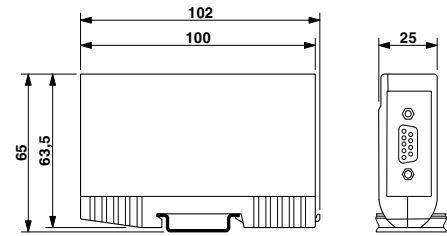
DATRAB DT-LAN ...



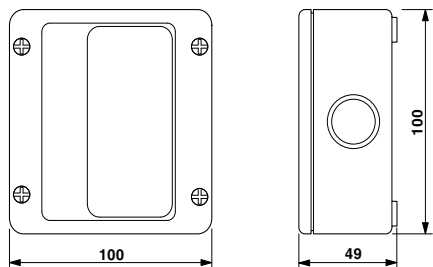
DATRAB D-LAN-19“...



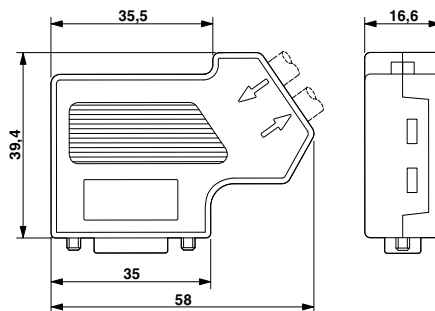
DATRAB DT-UFB ...



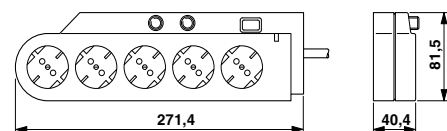
DATRAB DT-UFB ...



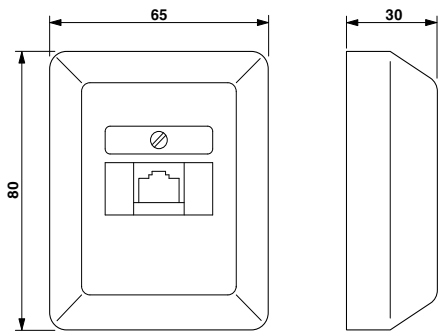
BOXTRAB BXT ...



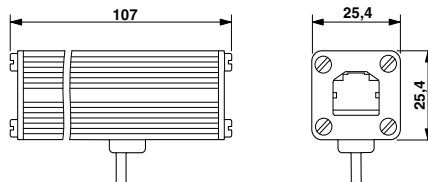
DATRAB D-UFB-PB



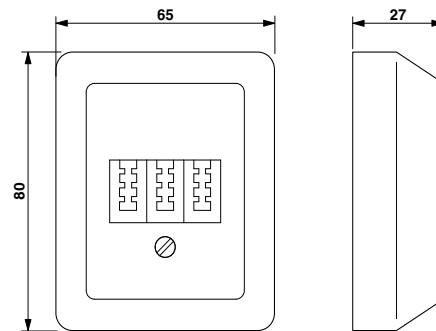
COMBITRAB CBT...ISDN; CBT-TV, CBT-TV-SAT



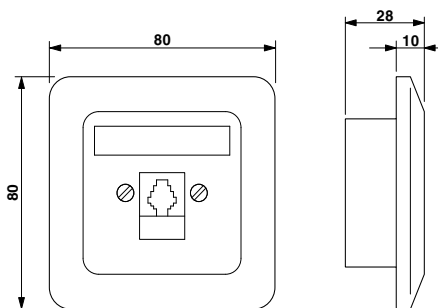
WESTERTRAB WT-RJ 45-S/ISDN1/K AP



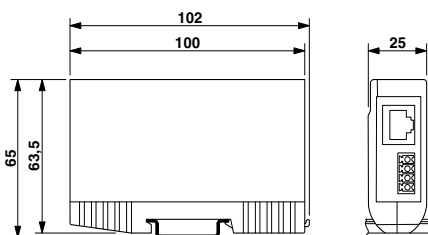
DATRAB D-DS1-A/RJ45-BB



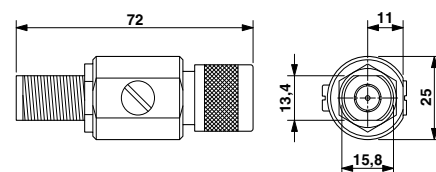
TAE-TRAB...AP



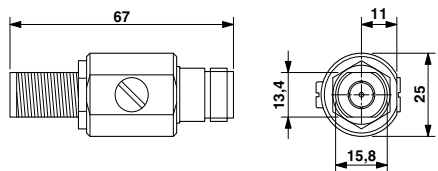
WESTERTRAB WT-RJ 12...



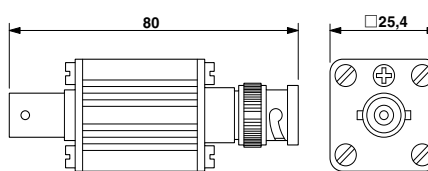
DATRAB DT-TELE-RJ45



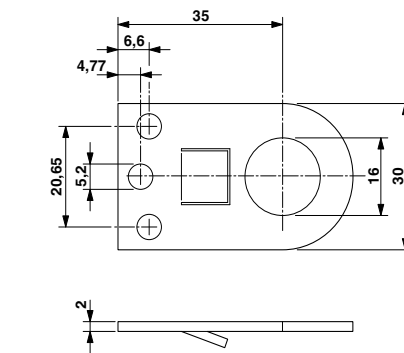
COAXTRAB CN-UB 280 DC-SB



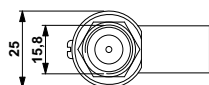
COAXTRAB CN-UB 280 DC-BB



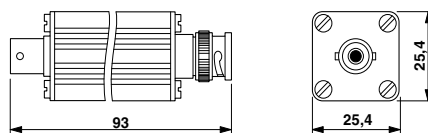
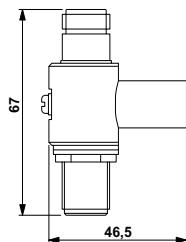
COAXTRAB C-UB/E



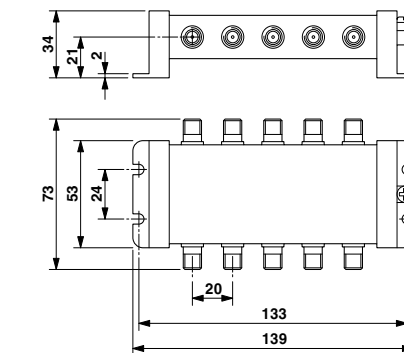
CN-UB/MP



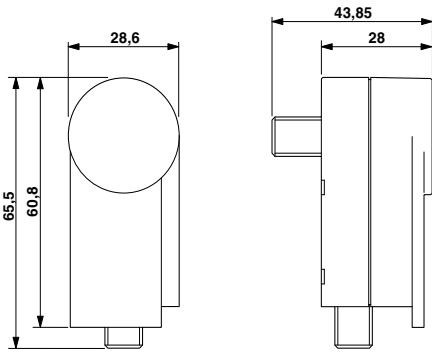
CN-LAMBDA/4-2.0-BB



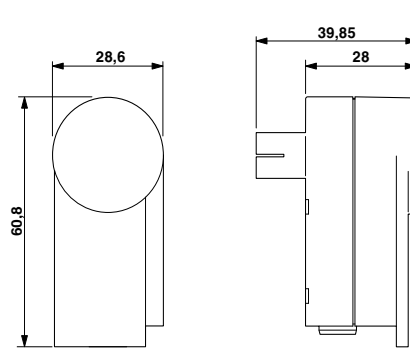
COAXTRAB C-UBF .../E



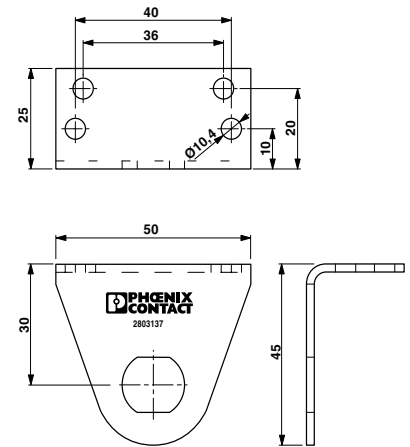
C-SAT-BOX



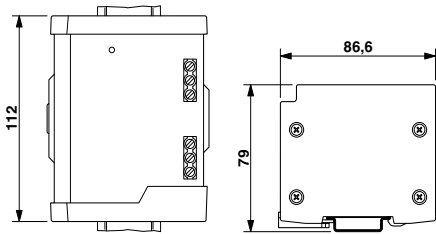
COAXTRAB C-TV-SAT



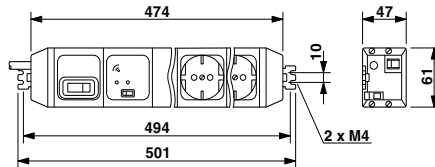
COAXTRAB C-TV/HIFI



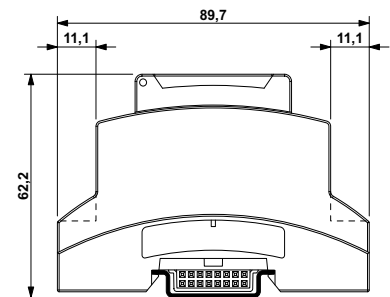
CN-UB/MP-90DEG-50



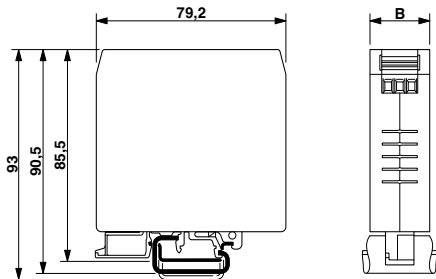
SFP-TRAB SFP ...



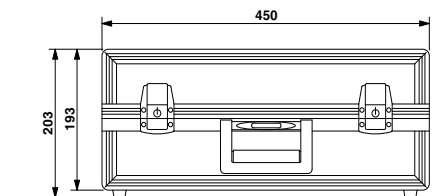
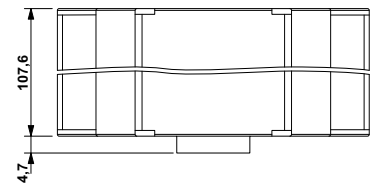
COMBITRAB CBT-4SFP-10



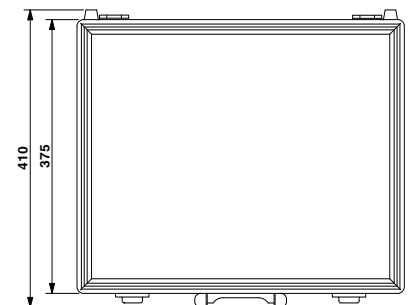
Unidad de evaluación RCM ...



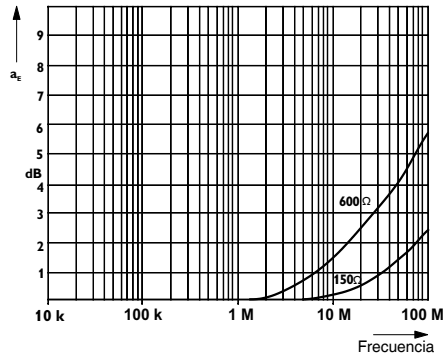
FILTRAB NEF ...
NEF 1-1 / NEF 1-3 → B = 25
NEF 1-6 / NEF 1-10 → B = 40



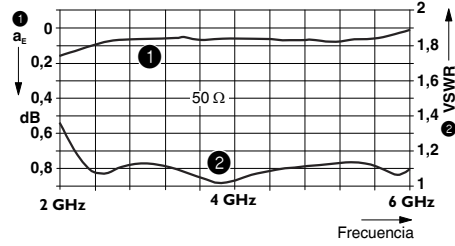
CHECKMASTER



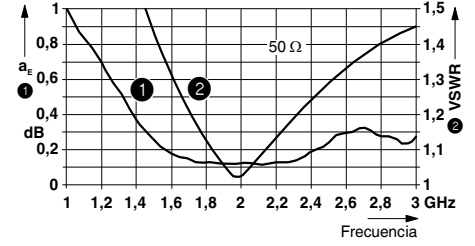
Curvas características de atenuación



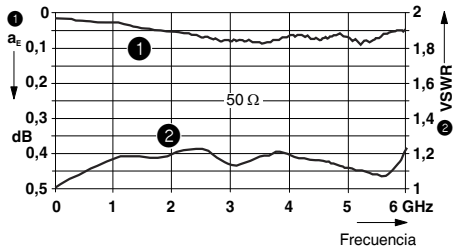
BOXTRAB BXT-M



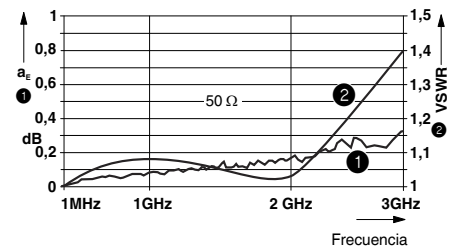
COAXTRAB CN-LAMBDA/4-5.9



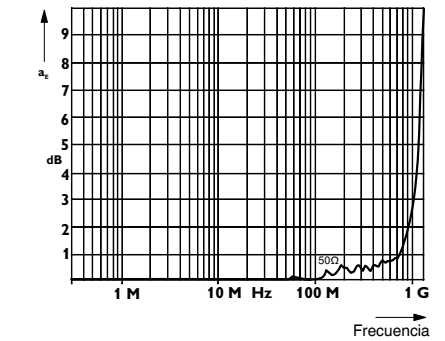
COAXTRAB CN-LAMBDA/4-2.0



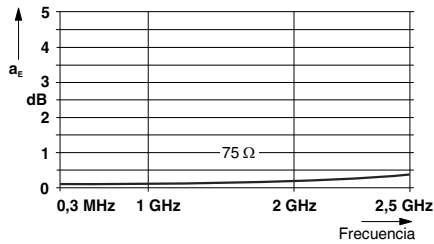
COAXTRAB CN-UB-70DC



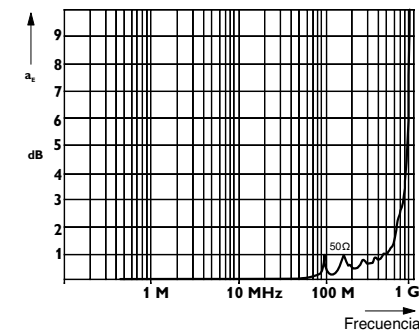
COAXTRAB CN-UB-280



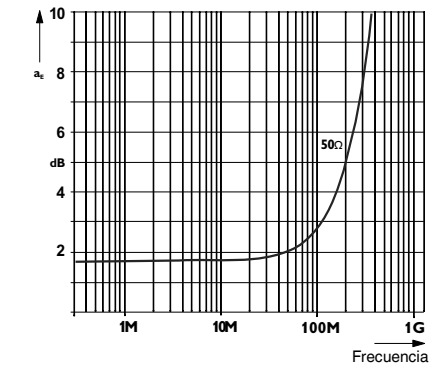
COAXTRAB CN-UB-E



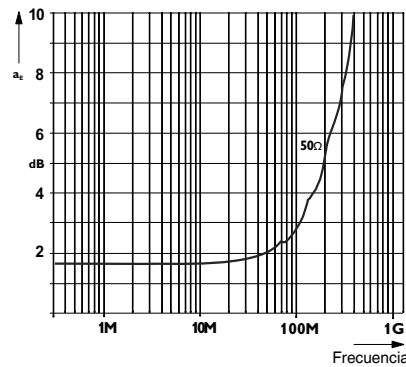
COAXTRAB C-TV-SAT



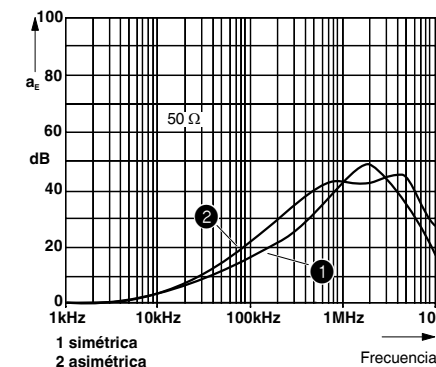
COAXTRAB C-UB-E



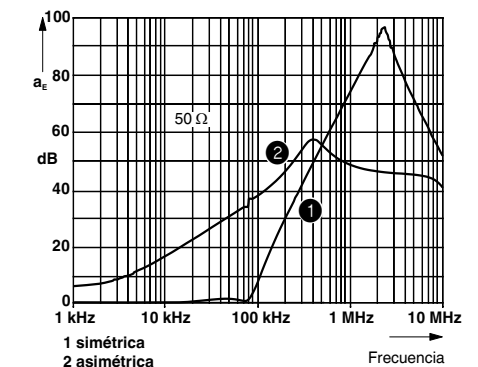
COAXTRAB C-UBF



COAXTRAB C-UBF-E

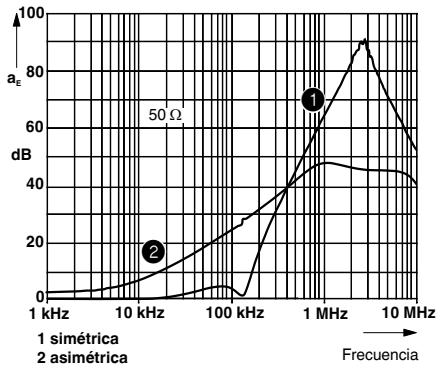


COMBITRAB CBT-4SFP-10

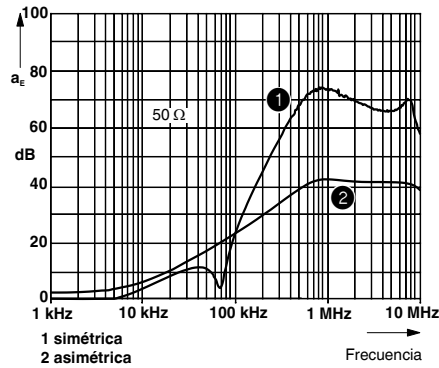


FILTRAB NEF 1-1

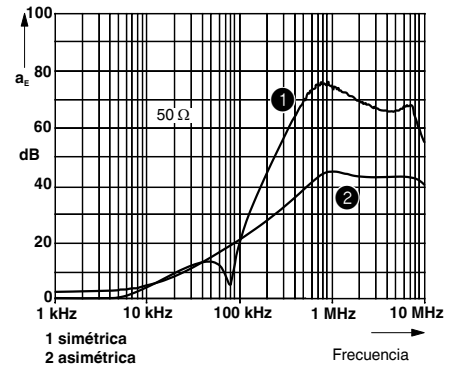
Curvas características de atenuación



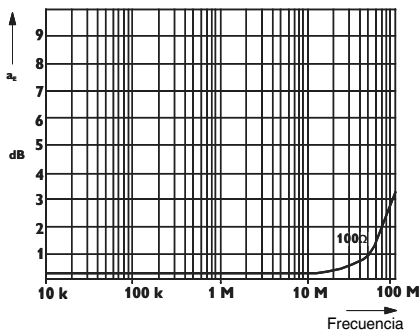
FILTRAB NEF 1-3



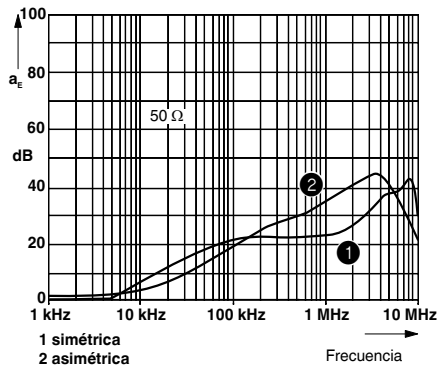
FILTRAB NEF 1-6



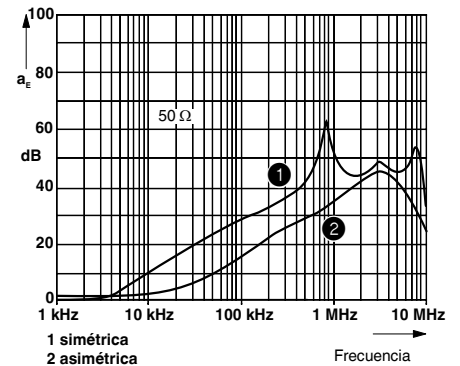
FILTRAB NEF 1-10



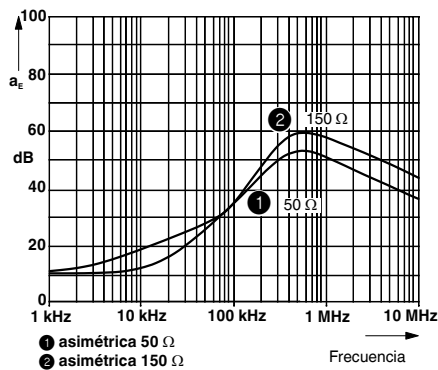
PLUGTRAB PT-5HF



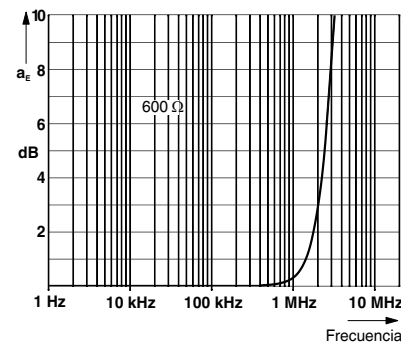
SFP-TRAB SFP 1-.../120 AC



SFP-TRAB SFP 1-20/230 AC



TERMITRAB TT-ST-M-SFP



WESTERTRAB WT-RJ12

Quality in Quantity



Sistema de gestión integrado

El objetivo del sistema de gestión integrado de Phoenix Contact es la convergencia de todas las exigencias a los productos, los procesos y la organización.

En cada fase del ciclo de vida del producto, los requisitos de leyes, reglamentos y normas internacionales, así como de nuestros clientes, se llevan a cabo y a veces incluso se superan.

Cada año institutos independientes acreditados a escala mundial comprueban la conformidad de la integración de calidad, protección del medio ambiente y seguridad laboral en el sistema de gestión de Phoenix Contact. Las certificaciones según las normas internacionales ISO 9001, ISO 14001 y BS OHSAS 18001 son para nosotros el resultado de cumplir lo mejor posible con la filosofía empresarial y los requisitos de clientes, empleados y medio ambiente. Sirven como base para productos innovadores con el conocido alto estándar de calidad de Phoenix, la protección activa del medio y la protección responsable en el trabajo. Por supuesto, incluimos en los procesos de la empresa requisitos adicionales de normas, aprobaciones internacionales o deseos específicos de los clientes.

El resultado de este sistema es un elemento básico para el éxito del grupo Phoenix Contact y de los productos y servicios.

Mercado CE

El mercado CE se ha introducido como instrumento importante para el funcionamiento de la libre circulación de mercancías dentro del mercado interior europeo. Con la colocación del marcado en un producto, el fabricante garantiza la conformidad con todas las directivas de la Unión Europea (UE) aplicables para dicho producto. Las directivas CE describen las características de los productos relativas a la seguridad de los aparatos y la prevención de peligros. Las directivas son disposiciones legales obligatorias de la Unión Europea (UE), es decir, el cumplimiento de las exigencias es una **condición legal para la**

comercialización de los artículos dentro de la UE.

Los productos de nuestra empresa, siempre que el caso sea aplicable, recaen actualmente en el ámbito de vigencia de las directivas siguientes:

- 2006/95/CE
Equipos eléctricos para el empleo dentro de determinados límites de tensión (directiva de baja tensión),
- 2004/108/CE
Directiva de compatibilidad electromagnética (directiva CEM),
- 2006/42/CE
Seguridad de máquinas (directiva de máquinas),
- 94/9/CE
Aparatos y sistemas de protección para el empleo en zonas con peligro de explosión Directiva ATEX 100a,
- 1999/5/CE
Instalaciones de radio y equipos terminales de telecomunicación (R&TTE).

Las normas que sirven de base para las directivas mencionadas son, desde hace tiempo, parte esencial de nuestro estándar de desarrollo, con lo cual se asegura la conformidad con las directivas europeas. Los números de las directivas reflejan la versión en el momento de la impresión. Si las directivas o las normas cambian, nuestros productos se someterán cuanto antes a una evaluación de conformidad y seguidamente se les aplicará una declaración de conformidad. Las declaraciones actuales de cada producto se encuentran en nuestro Centro de Descargas.

Dentro de las directivas europeas mencionadas, la directiva CEM ocupa una posición especial. Esta directriz define sobre la base de una directriz obligatoria la compatibilidad electromagnética como característica fundamental de los aparatos. De esta manera, la legislación europea tiene en cuenta la importancia de la compatibilidad electromagnética de aparatos y sistemas como requisito esencial para el correcto funcionamiento de máquinas e instalaciones. Phoenix Contact, como empresa internacional líder en el campo de la protección contra sobretensiones, cuenta con amplios conocimientos en el ámbito CEM. Estos conocimientos y las experiencias que se basan en muchos años de desarrollo y de aplicación de la técnica de telecomunicación y de interfaz industrial han conducido al alto estándar de calidad de nuestros productos en lo que a la compatibilidad electromagnética se refiere. Para proporcionar estos conocimientos también a otras empresas, se fundó la compañía asociada Phoenix Testlab. Phoenix Testlab GmbH es una empresa de servicios independiente y acreditada que realiza pruebas de compatibilidad electromagnética según directivas europeas. En Phoenix Testlab se verifican también la seguridad eléctrica de los apa-

ratos, sus efectos mecánicos y su comportamiento ante influencias ambientales. Además, Phoenix Testlab es "Notified Body" bajo la directiva CEM 2004/108/CE y la directiva R&TTE 1999/5/CE para instalaciones de radio y equipos terminales de telecomunicación. Como "Telecom Certification Body" (TCB), Phoenix Testlab puede homologar también estos productos para los mercados de EE.UU., Canadá y Japón.

Normas y especificaciones

Para desarrollar y conservar nuestros productos se toman como base todas las normas y especificaciones importantes.

La normativa internacional, mediante armonización y nuevos conocimientos, está sujeta a un proceso constante de modificación. Para tener en cuenta este proceso, documentamos el estado actual de las normas relevantes para nuestros productos en Internet en www.phoenixcontact.com.

Servicio de información de productos Online en World Wide Web

El espectro de productos de Phoenix Contact se amplía continuamente.

Todos los productos se someten, dentro de la obligación de observación de productos, a un proceso de perfeccionamiento.

Internet ofrece una plataforma ideal para anunciar rápidamente en el mercado innovaciones y mejoras de producto.

En www.phoenixcontact.com encontrará un rápido acceso a la página web de Phoenix Contact de cada país. Allí encontrará siempre un resumen actual sobre los productos, soluciones y servicios de Phoenix Contact. La página contiene documentación técnica como, p. ej., hojas de características y manuales, drivers y software de demostración actuales, y permite contactar directamente con el personal adecuado.

Nota:

Nos reservamos el derecho a introducir modificaciones de tipo técnico.

La versión de las normas de ensayo citadas debe consultarse en las instrucciones de montaje.

Características de calidad de los materiales aislantes

Termoplástico

La mayor parte de nuestras carcasas aislantes consta de materiales termoplásticos que esencialmente pueden dividirse en materiales amorfos y parcialmente cristalinos. Los termoplásticos se elaboran mediante moldeo por inyección, a coste bajo y respetando el medio ambiente, y pueden reciclarse y reutilizarse fácilmente. Una gran cantidad de materiales modificados de diferente manera cubren las altas exigencias de módulos eléctricos y electrónicos, aparatos y equipos en cuanto a las características mecánicas, térmicas y eléctricas.

Comportamiento de los plásticos con la temperatura (temperaturas de uso)

El efecto térmico de larga duración sobre los plásticos conduce siempre a un envejecimiento térmico que provoca una alteración de las propiedades mecánicas y eléctricas. Los efectos exteriores, p. ej. la radiación o las sollicitaciones mecánicas, químicas o eléctricas adicionales, aumentan este efecto. Mediante ensayos especiales realizados en piezas de ensayo pueden determinarse coeficientes que permiten una buena comparación de los plásticos entre sí. Sin embargo, estos coeficientes para la evaluación de piezas moldeadas de plástico solo pueden transmitirse condicionalmente, ofreciendo al proyectista solo un valor orientativo para la elección de un material plástico. Como criterios de evaluación se indican en este catálogo el **valor RTI** según UL 746B/ANSI 746 B (para la rigidez dieléctrica) y el **valor Ti** según IEC 60216-1 (para la pérdida del 50% de resistencia a la tracción tras 20.000 horas).

La IEC 60947-7-1/EN 60947-7-1 define para los bornes para carril un aumento de temperatura admisible de 45 K a carga nominal. Los bornes de Phoenix Contact cumplen este requisito.

Comportamiento en combustión de plásticos (UL 94)

Underwriters Laboratories (USA) ha definido las pruebas de combustibilidad para plásticos en la prescripción UL 94. Esta prescripción es válida para todo campo de aplicación, en particular para la electrotécnica. En un ensayo horizontal o vertical se comprueba el comportamiento de combustión del material plástico en el laboratorio de pruebas bajo la acción de una llama abierta. Los niveles de evaluación se clasifican de menor a mayor resistencia a la inflamación en HB,

V2, V1, V0 y 5V. Los resultados de las pruebas se exponen en las Yellow Cards, que se publican anualmente en el **Recognized Component Directory**.

Termoplástico: poliamida sin reforzar, PA

Empleamos poliamida, moderno material aislante de estructura molecular parcialmente cristalina. La electrotécnica y electrónica son hoy inconcebibles sin este material. Desde hace tiempo, ocupa una posición dominante y está homologado por todas las entidades de aprobación competentes: CSA, NEMKO, KEMA, PTB, SEV, UL, VDE, etc.

La poliamida también ofrece excelentes valores eléctricos, mecánicos, químicos y otras propiedades a altas temperaturas de uso. Al estabilizarse el envejecimiento por calor, admite temperaturas punta de corta duración hasta aprox. 200 °C. El límite de fusión se sitúa, según el tipo (PA 4.6, 6.6, 6.10, etc.), entre 215 °C y 295 °C.

La poliamida absorbe humedad del entorno, de media un 2,8%. Sin embargo, no se trata de agua de cristalización, sino de grupos de H₂O ligados químicamente a la estructura molecular. Así se obtiene un plástico elástico e irrompible, incluso a temperaturas de hasta -40 °C. Según UL 94, el PA alcanza la clase de combustibilidad V2 hasta V0.

Termoplástico: poliéster, PBT

Para aplicaciones especiales donde se exige una alta estabilidad de forma y dimensiones, utilizamos el poliéster termoplástico parcialmente cristalino en ejecuciones sin reforzar y reforzadas con fibra de vidrio.

El material destaca por la alta temperatura de uso, la buena resistencia mecánica y su dureza, y no absorbe humedad del entorno. Por esto, el PBT es muy apropiado, p. ej., para regletas que tienen que soldarse sobre placas de circuito impreso y luego superar un test Burn-In bajo acción térmica. Según UL 94, el PBT alcanza la clase de

combustibilidad V2 hasta V0.

Termoplástico: policarbonato, PC

El policarbonato reúne muchas ventajas, como rigidez, resistencia al choque, transparencia, estabilidad dimensional, buenas propiedades aislantes y termoestabilidad.

Este material amorfo absorbe muy levemente la humedad y se emplea, p. ej., para carcasas grandes de montajes electrónicos con gran estabilidad de forma.

El policarbonato en ejecución transparente es muy apropiado para perfiles cobertores o material de rotulación.

El policarbonato PC es muy resistente a ácidos minerales, hidrocarburos alifáticos saturados, gasolina, grasas y aceites.

Por otra parte, es poco resistente a disolventes, benceno, lejías, acetona y amoníaco. En contacto con ciertos productos químicos puede producirse cuarteamiento por tensiones.

Según UL 94, el PC alcanza la clase de combustibilidad V2 hasta V0.

Termoplástico: policarbonato, reforzado con fibra, PC-F

Los policarbonatos reforzados con fibra destacan, respecto a materiales sin reforzar, por su mayor rigidez, resistencia al choque y temperatura de uso. Por lo demás, el cuadro de características coincide ampliamente con el policarbonato sin reforzar.

Propiedades	Unidad/ Grado	Poliamida PA	Poliéster PBT	Policarbonato PC	Policarbonato PC-F
Temperatura de uso RTI */**	°C	≤ 105	≤ 105	≤ 125	≤ 120
Temperatura de uso mínima (sin carga mecánica)	°C	-40	-40	-40	-40
Rigidez dieléctrica, IEC 60 243-1/DIN VDE 0303-21	kV/cm	600	400	> 300	
Resistencia a corrientes de fuga	CTI...M	550	225	175	
IEC 60 112/DIN VDE 0303-1	CTI...	600	225	175	175
Resistencia clima tropical y termitas		buena	buena	buena	
Resistencia de contacto específica IEC 60 093/VDE 0303 p. 30; IEC 60 167/VDE 0303 p. 31	Ω cm	10 ¹²	10 ¹⁶	> 10 ¹⁶	> 10 ¹⁴
Resistencia superficial IEC 60 093/VDE 0303 p. 30; IEC 60 167/VDE 0303 p. 31	W	10 ¹⁰	10 ¹³	> 10 ¹⁴	
Clase de combustibilidad según UL 94		V2-V0	V0	V2-V0	V0
* Según UL 746 B/ANSI 746 B (eléct.)		** Valor mínimo			

Sección de conexión

Según IEC 60947-7-1, el fabricante debe indicar la sección de dimensionamiento de bornes para carril. Aquí se trata de la sección de conductor que puede conectarse en ejecución unifilar, multifilar o flexible y a la cual se refieren determinados requisitos eléctricos, mecánicos y térmicos.

Asimismo, el fabricante debe indicar la **capacidad de conexión de dimensionamiento**, es decir, el margen de conductor conectable, así como la cantidad de conductores conectables simultáneamente y cada preparación necesaria del extremo del conductor, pudiendo ser los **conductores rígidos (unifilares o multifilares)** o **flexibles**.

Estos valores figuran en los datos técnicos específicos del producto.

La capacidad de conexión de dimensionamiento de los bornes para carril de Phoenix Contact supera por lo general las exigencias de las normas, que definen que (excepto la sección de dimensionamiento)

solo debe poder embornarse un conductor de las dos secciones inferiores siguientes (normalizado para secciones de 0,2 a 35 mm²).

Además, los conductores de sección nominal pueden cablearse por lo general con puntera con manguito de plástico.

Los bornes para carril de Phoenix Contact están concebidos para la conexión de conductores de cobre sin preparar. El empleo de punteras o una "preparación especial" (ambos son admisibles según la norma IEC 60947-7-1) no son necesarios. Si pese a todo se emplean punteras para los conductores flexibles como protección contra doblado, por lo general la capacidad de conexión del conductor flexible se reduce un nivel.

Construcción y dimensiones de cables de conexión

Sección [mm ²]	Unifilar		Multifilar		Flexible		Gauge n.º AWG	American Wire Gauge [AWG]					
	Diámetro Máximo	N.º de hilos	Diámetro Máximo	N.º de hilos (cantidad mínima)	Diámetro Máximo	N.º de hilos (orientati- vo)		solid wires			stranded wires		
								[Ø mm]	[circ. miles]	[mm ²]	[Ø mm]	[circ. miles]	[mm ²]
0,2	0,5	1	-	-	-	-	24	0,51	404	0,21	-	-	-
0,5	0,9	1	1,1	7	1,1	16	20	0,81	1022	0,52	0,97	1111	0,56
0,75	1,0	1	1,2	7	1,3	24	18	1,02	1620	0,82	1,16	1600	0,82
1	1,2	1	1,4	7	1,5	32	(17)	1,15	2050	1,04			
-	-	-	-	-	-	-	16	1,29	2580	1,31	1,50	2580	1,32
1,5	1,5	1	1,7	7	1,8	30	(15)	1,45	3260	1,65			
-	-	-	-	-	-	-	14	1,63	4110	2,08	1,85	4100	2,09
2,5	1,9	1	2,2	7	2,3	50	(13)	1,83	5180	2,63			
-	-	-	-	-	-	-	12	2,05	6530	3,31	2,41	6500	3,32
4	2,4	1	2,7	7	2,9	56	(11)	2,30	8230	4,17			
-	-	-	-	-	-	-	10	2,59	10380	5,26	2,95	10530	5,37
6	2,9	1	3,3	7	3,9	84	(9)	2,91	13100	6,63			
-	-	-	-	-	-	-	8	3,26	16510	8,37	3,73	16625	8,48
10	3,7	1	4,2	7	5,1	80	(7)	3,67	20800	10,56	4,15	20820	10,55
-	-	-	-	-	-	-	6	4,12	26240	13,30	4,67	26250	13,39
16	4,6	1	5,3	7	6,3	126	(5)	4,62	33100	16,77	5,24	33100	16,77
-	-	-	-	-	-	-	4	5,19	41740	21,15	5,90	41650	21,24
25	-	-	6,6	7	7,8	196	3	5,83	52600	26,67	6,61	52630	26,67
35	-	-	7,9	7	9,2	276	2	6,54	66360	33,62	7,42	66150	33,74
-	-	-	-	-	-	-	1	7,35	83690	42,41	8,33	83706	42,69
50	-	-	9,1	19	11	396	0	8,25	105600	53,51	9,35	104640	53,36
70	-	-	11	19	13,1	360	00	9,27	133100	67,44	10,52	132300	67,47
95	-	-	12,9	19	15,1	475	000	10,40	167800	85,03	11,79	172500	87,98
-	-	-	-	-	-	-	0000	11,08	211600	107,22	13,26	210400	107,30
120	-	-	14,5	37	17	608	250 kcmil			127	14,62	250000	127,00
150	-	-	16,2	37	19	756	300 kcmil			152	16,00	300000	152,00
185	-	-	18	37	21	925	350 kcmil			177	17,30	350000	177,00
240	-	-	20,6	61	24	1224	500 kcmil			253	20,66	500000	253,00
300	-	-	23,1	61	27	1525	600 kcmil			304			
400	-	-	26,1	61	31	-							

Par de apriete de tornillos de fijación

La norma IEC 60947-1/EN 60947-1, modificada, tabla 4 define los pares de apriete de las conexiones por tornillo, según tipo y tamaño de tornillo, para ensayos de tipo eléctricos y mecánicos. Con este par de apriete, los bornes Phoenix Contact ya ofrecen una conexión segura de los conductores que se deben embornar. Los datos técnicos de los productos de este catálogo muestran para este par de apriete (diferiendo de este valor) un margen orientado a la práctica, con el que se consiguen condiciones de contacto estancas y seguras a largo plazo.

Extracto de IEC 60 947-1/EN 60 947, tabla 4
 Par de apriete según IEC/EN y par de apriete recomendado para los bornes de Phoenix Contact.

Tornillo de cabeza ranurada

Rosca	Par de apriete [Nm]	Par de apriete recomendado	
		Tornillo de CuZn o CuSn [Nm]	Tornillo de acero [Nm]
M 2,5 (M 2,6)	0,4	0,6	0,8
M 3	0,5	0,8	1,0
M 3,5	0,8	1,2	–
M 4	1,2	1,8	2,0
M 5	2,0	3	4,5
M 6	2,5	4	8