

TRABTECH Basics

Nociones fundamentales de la protección contra sobretensiones

TRABTECH – El concepto completo de protección contra sobretensiones de Phoenix Contact

Las sobretensiones que se producen debido a maniobras de conmutación en instalaciones eléctricas o a descargas de rayos, destruyen o dañan las instalaciones electrónicas. Con la protección profesional contra sobretensiones TRABTECH se protegen eficazmente las instalaciones eléctricas y los equipos ante la destrucción debida a sobretensiones.



Fig. 1a: Circuito integrado destruido por sobretensiones



Fig. 1b: Interruptor automático FI destruido (RCD)



Las estadísticas de las compañías de seguros para instalaciones electrónicas muestran, que hasta el 25 por ciento de los daños se producen debido a sobretensiones. Mientras que la compañía de seguros abona los costes del hardware en la mayoría de los casos, las destrucciones del software y los costes debido al paro de la instalación quedan a menudo sin asegurar.

Cuanto más alto es el grado de integración de instalaciones electrónicas, tanto menor es su resistencia contra las sobretensiones. Como consecuencia y por el rápido aumento de instalaciones electrónicas delicadas, se produce un aumento de la cantidad de destrucciones.

Cada circuito trabaja con una tensión especificada para el mismo. Un aumento de tensión que sobrepasa el límite de tolerancia, es para este circuito una sobretensión. Las tensiones transitorias observadas son sucesos de muy corta duración, en las que se alcanza un múltiple de la tensión nominal. Estas sobretensiones se denominan, al igual que las corrientes transitorias de corta duración "transitorios".

En muchos casos estas sobretensiones actúan de manera destructora sobre el circuito y sus componentes (fuente de alimentación, consumidores, etc.). El grado de destrucción depende considerablemente de la resistencia a las tensiones eléctricas de los componentes y, considerándolo ampliamente, también de la energía que puede transformarse en el circuito afectado. En una alimentación de corriente para 230/400 V, si se acopla una tensión transitoria de 500 V, p.ej. como consecuencia de una operación de conmutación en receptores inductivos, la sobretensión que resulta no conduce a destrucciones, ya que ni tan sólo adopta 2,5 veces la tensión nominal y el tiempo de actuación es muy corto en el margen de μ s. La resistencia a las tensiones eléctricas de tales dispositivos es, según el campo de empleo en la instalación de edificios o en la instalación industrial de 1,5 kV o 2,5 kV.

Muy diferente es la forma de actuar en un circuito de 5 V DC conectado a un circuito integrado. La misma sobretensión acoplada alcanza en este caso un valor 100 veces superior que conduce a destrucciones. La resistencia contra destrucciones de un circuito integrado es inferior a la de componentes de la alimentación de corriente en varias potencias decimales (figs. 1a y 1b). Las sobretensiones transitorias tienen tiempos de ascenso muy cortos en el margen de pocos μ s mientras que los descensos son relativamente lentos en el margen de decenas hasta varias centenas de μ s. Para evitar que estas sobretensiones destruyan instalaciones eléctricas delicadas, los conductores donde inciden estas altas tensiones tienen que ponerse en cortocircuito con la conexión equipotencial en un tiempo muy corto.

Durante un proceso de derivación pueden aparecer corrientes de varios miles de amperios. Asimismo, en muchos casos, a pesar de la alta corriente de derivación se espera que un componente de protección limite la tensión de salida a un valor lo más bajo posible. Por eso, se dispone de elementos tales como distancia interelectrónica de aire, descargadores de gas, varistores y diodos supresores individuales o dispuestos en un circuito combinado. La combinación es oportuna, ya que de esta forma se aprovechan las características específicas de cada elemento las cuales se distinguen según los siguientes criterios:

- Capacidad de derivación
- Comportamiento de respuesta
- Comportamiento de extinción
- Limitación de tensión

Los circuitos de protección se integran en un aparato de protección contra sobretensiones, que también garantiza la mecánica para una instalación sencilla. El programa de módulos de protección contra sobretensiones de Phoenix Contact se ha resumido bajo la denominación TRABTECH (Transient-Absorption-Technologie) TECnología de ABSorción de TRansitorios. En función del caso de aplicación y de las características de potencia que se exigen del componente, puede elegirse el componente de protección adecuado dentro del amplio programa de descargadores TRABTECH.

La protección contra sobretensiones es un elemento del campo técnico completo de la compatibilidad electromagnética (EMC).



Índice

1.0 Campos de aplicación	4
2.0 Origen y repercusiones de sobretensiones	4
3.0 Medidas contra sobretensiones	6
4.0 Construcción y funcionamiento de descargadores	7
5.0 Concepto de protección y elección de descargadores	11
6.0 La instalación de descargadores	13
7.0 Comprobación de descargadores	20
8.0 Apéndice	22

1.0 Campos de aplicación

1.1 Alimentación de corriente

La protección para las instalaciones de alimentación de corriente, tiene que construirse selectivamente para poder absorber tanto los impulsos de larga duración con amplitudes altas de descargas de rayos como para conseguir un nivel de tensión residual bajo. De esta forma, según necesidad, se utiliza el descargador de corrientes de rayo FLASHTRAB como primer nivel de esta protección. Con este descargador se pueden derivar corrientes de rayo de hasta 100 kA (10/350) μ s. Se dispone de diferentes descargadores para diferentes exigencias así como módulos de protección combinados como FLASHTRAB compact. La diferencia esencial es el poder de derivación y el tamaño de construcción.

El segundo nivel de protección para reducir la tensión es VALVETRAB. Este módulo de protección presenta un poder de derivación de 40 kA (8/20) μ s para una sola reacción, o varias de 20 kA (8/20) μ s y reduce la tensión a un valor no peligroso para un receptor de 230 V según norma DIN VDE 0110 ó IEC 60364-4-443.

Como tercer nivel de protección se utilizan módulos para carril con circuitos de protección integrados MAINS-PLUGTRAB, adaptadores para tomas de contacto con toma de tierra MAINTRAB u otros descargadores para la protección de aparatos, directamente delante del aparato a proteger.

En la instalación de los componentes debe tenerse en cuenta que los descargadores individuales se coloquen desacoplados entre sí. El desacoplamiento se consigue mediante la inductancia de las líneas existentes en la instalación o mediante el empleo de descargadores gatillados electrónicamente, y origina la protección de un descargador de baja potencia mediante el descargador de alta potencia conectado previamente.

1.2 Técnica MSR (técnica de medición, control y regulación)

Para la protección de los interfaces de circuitos MSR, que contra sobretensiones aún son más delicados que los sistemas de alimentación de corriente, se dispone de descargadores como MCR-PLUGTRAB, COMTRAB y TERMITRAB. Los descargadores para el empleo en los circuitos de medida se suministran escalonados según niveles de tensión para circuitos con potencial de tierra y para circuitos sin potencial de tierra. El circuito básico para MCR-PLUGTRAB es la conexión en paralelo indirecta de descargadores de sobretensiones rellenos de gas y diodos supresores. De esta forma se consigue un poder de derivación de 10 kA (8/20) μ s para una limitación de tensión muy precisa y tiempo de reacción muy corto. Según el caso de aplicación, para la protección de estas instalaciones se utilizan también adicionalmente varistores como elemento de protección individual.

Las ventajas de los componentes MCR-PLUGTRAB se encuentran en la posibilidad de verificación y en la enchufabilidad con neutralidad de impedancia. Los elementos de desacoplamiento – inductancias o resistencias – están dispuestos en el zócalo y permanecen en el circuito, tanto si la protección enchufable está conectada en el elemento de base o no. Esto es muy importante para los circuitos de medida. Los elementos de protección se encuentran sin enlazar en la parte enchufable, de modo que los parámetros pueden comprobarse fácilmente en los pins enchufables con un equipo de medida. Para eso se dispone de equipos de comprobación especiales, como el CHECKMASTER (ver cap. 7). COMTRAB también es un descargador verificable, que en un cableado paralelo con regletas interrumpibles y de conexión LSA-Plus deriva a tierra las sobretensiones que pueden incidir en cada conductor individual a través de elementos de protección basta y fina desacoplados entre sí. El elemento más pequeño del programa es TERMITRAB – un borne para carril con elementos de protección contra sobretensiones integrados, concebido como borne de entrada y de salida para líneas de medida en armarios de distribución.

1.3 Interfaces de datos

Los descargadores para aparatos y equipos de procesamiento de datos se diferencian tanto en el circuito eléctrico como en la construcción mecánica.

DATATRAB es un adaptador de protección contra sobretensiones que se instala en la línea de datos directamente delante del aparato a proteger. La protección de interfaces en redes de alta potencia, como Ethernet, CDDI o anillo Token es hoy en día estándar. Naturalmente también se dispone de módulos de protección para los circuitos básicos tradicionales TTY, V.24 y V.11.

Descargadores para este campo de aplicación se ofrecen también en diferentes ejecuciones de cajas de enchufe como, p.ej. en técnica de conexión RJ (modular Jack) u otros tipos de conectores enchufables.

Tanto para la protección de instalaciones de procesamiento de datos como para sistemas de vídeo (cámaras exteriores) puede utilizarse el módulo de protección para líneas de señales coaxiales COAXTRAB.

Para la función correcta de los descargadores es imprescindible efectuar una conexión equipotencial completa según el estado actual de la técnica, y una instalación conforme a las especificaciones, estándares y normas válidas para el lugar de utilización correspondiente.

2.0 Origen y repercusiones de sobretensiones

Las sobretensiones se generan en maniobras de conmutación, descargas atmosféricas y de rayos. Se acoplan por el camino galvánico, inductivo o capacitivo en las instalaciones eléctricas y electrónicas a través de las líneas conectadas para la alimentación de corriente y para la transmisión de valores de medida o de datos.

En la figura. 2.0-1 se ha representado como se forma un bucle conductor dentro de un edificio, generado conjuntamente por la línea de alimentación de corriente y la línea de datos. De igual modo, también se puede formar un bucle conductor con sólo dos conductores de una línea de transmisión de datos o con dos conductores de una línea de alimentación de corriente.

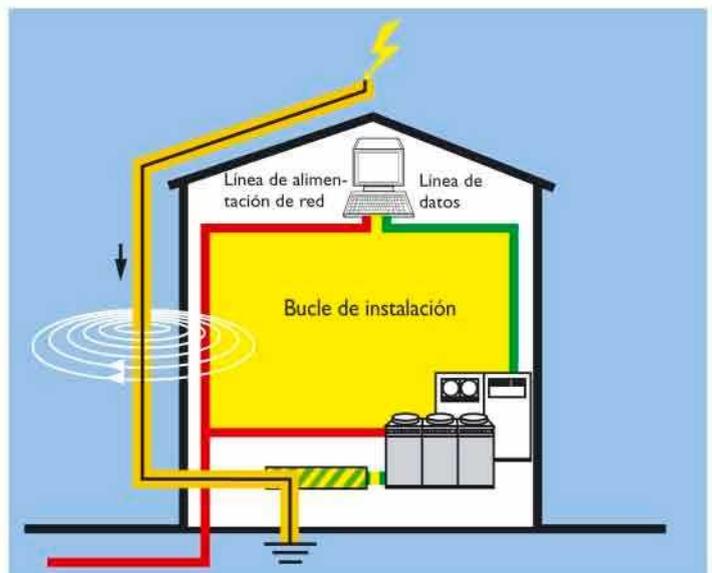


Fig. 2.0-1:
Bucle conductor formado por la alimentación de red y la línea de datos

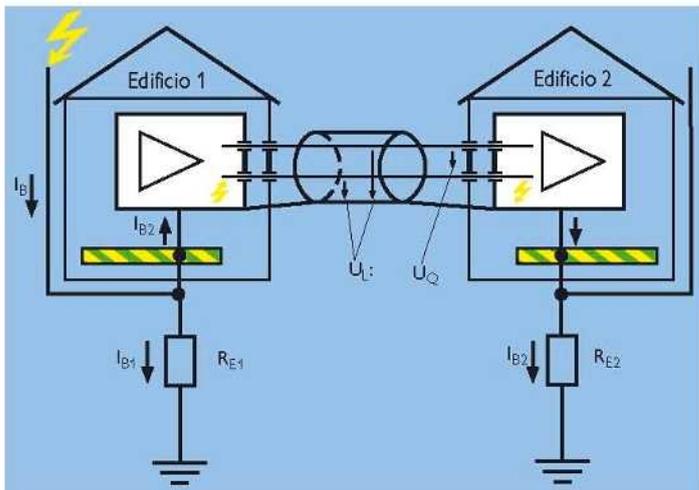


Fig. 2.0-2:
Tensión longitudinal y tensión transversal

Una sobretensión entre un hilo de servicio y el potencial de tierra se denomina "tensión longitudinal UL" (fig. 2.0-2), una sobretensión entre dos hilos de servicio no derivados a tierra "tensión transversal UQ" (fig. 2.0-2). El nivel de una sobretensión inducida crece aumentando las longitudes de arista de los bucles de inducción.

Cuando los primeros centros de computadores con ordenadores de gran capacidad entraron en servicio no se pensó apenas en la compatibilidad electromagnética entre el ordenador y el medio ambiente. Esto tampoco era apenas necesario, ya que la construcción de la primera generación de ordenadores era muy robusta, en cuanto a la susceptibilidad a interferencias perturbadoras. Bajo el punto de vista actual, la potencia de los ordenadores era relativamente baja y ocupaban un gran espacio.

Este gran volumen de construcción permitía una separación o un aislamiento suficiente de dos líneas portadoras de corriente o de pistas en el interior del ordenador, de forma que "descargas" entre dos puntos de potencial eléctrico diferente no eran de esperar.

Estas descargas provocadas por diferencias de potencial grandes no son generadas en el funcionamiento normal de la instalación, sino mediante el acoplamiento de sobretensiones procedentes de fuentes perturbadoras ajenas.

Entretanto, la técnica de ordenadores ha evolucionado de tal forma que una capacidad de memoria y velocidad de cálculo tal como ofrecía un ordenador hace años, que ocupaba todo un recinto, se consigue actualmente en un PC incluyendo igualmente la periferia miniaturizada. Es de fácil comprensión que en una tarjeta de un PC actual no pueden realizarse separaciones holgadas entre dos pistas. Sin embargo, las sobretensiones de fuentes ajenas que pueden acoplarse son tan altas como hace varios decenios.

Dado que la resistencia a las tensiones eléctricas entre dos puntos de potencial diferente disminuye reduciendo la separación, los ordenadores modernos no pueden hacer frente a fallos y destrucciones si no se toman medidas de protección adecuadas, tales como protección contra perturbaciones y contra sobretensiones.

Afortunadamente, sólo algunos usuarios de centros de computadores o demás instalaciones electrónicas delicadas creen que tienen suficiente protección con una "instalación exterior de protección contra rayos".

Prescindiendo de que el sistema de protección contra rayos es apto funcionalmente después de completarlo con la "protección de rayos interior" según DIN V VDE V 0185 parte 4 o en adelante IEC 62305 parte 4, una "protección de rayos exterior" causa problemas EMC para los equipos

electrónicos dispuestos dentro del edificio. En caso de captación y derivación de corrientes transitorias de rayos mediante el sistema de protección contra rayos se producen interferencias electromagnéticas que conllevan acoplamientos de sobretensiones en las líneas de datos y bucles conductores que se transmiten a las placas de circuito impreso de los equipos electrónicos. De igual modo, en la caída de un rayo derivado a tierra en la cercanía o alrededor de una instalación electrónica, se efectúa el acoplamiento en bucles conductores a través del canal de la corriente de rayo natural (fig. 2.0-3).

De esta manera quedan afectadas todas las líneas en disposición paralela e inclinada con respecto al camino de la corriente de rayo. Como resultado se acoplan varios miles de voltios en las líneas de la alimentación y de datos de ordenadores. Sin embargo, las sobretensiones no sólo se originan a través de descargas de rayos. Siempre cuando una corriente varía rápidamente, se generan sobretensiones en las líneas eléctricas conectadas según la ley de inducción. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en operaciones de conmutación en instalaciones de corriente de fuerza o en descargas electrostáticas. En estos casos también tienen que calcularse sobretensiones altas que causan la destrucción del equipo electrónico.

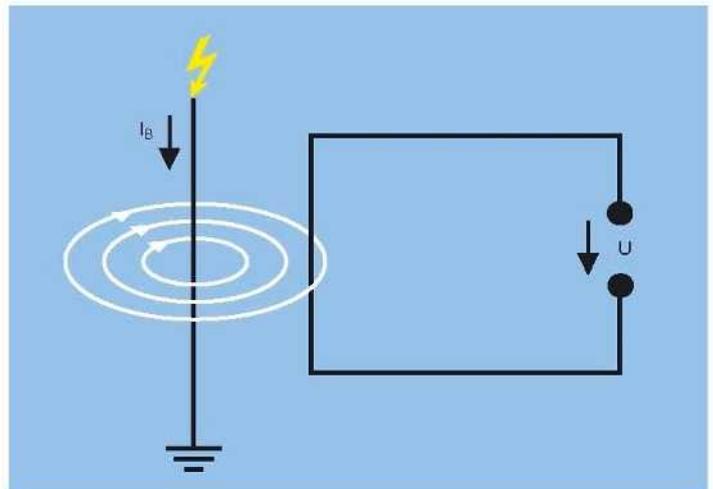


Fig. 2.0-3:
Acoplamiento de corrientes de rayo en un bucle conductor

Generalmente, el peligro debido a sobretensiones no se anuncia. De todas formas se tienen puntos de referencia que indican que la seguridad de una instalación contra interferencias perturbadoras no es suficiente. Un aviso podría ser, por ejemplo, una "interrupción" inexplicable del equipo electrónico en un momento arbitrario o también fallos continuos y repetidos en un determinado tiempo del año, en un día de la semana o siempre a la misma hora. En tal caso deben tomarse inmediatamente medidas para proteger la instalación afectada.

3.0 Medidas contra sobretensiones

3.1 Medidas primarias y secundarias

Fundamentalmente para realizar una protección contra sobretensiones eficaz, hay dos posibilidades:

- la separación galvánica absoluta que tiene que efectuarse de forma que una interferencia no sea posible o
- una conexión equipotencial unificada entre todas las partes activas y pasivas de la instalación.

Ambas, tanto la separación galvánica como la conexión equipotencial, sólo pueden actuar en el caso de haberse efectuado de manera completa. Una separación galvánica absolutamente completa, que tenga que resistir una interferencia inductiva y capacitiva, es prácticamente imposible.

Una conexión equipotencial completa exige la inclusión de todos los conductores activos, por ejemplo, líneas de alimentación de corriente y líneas de datos. Para ello se necesitan descargadores de sobretensiones, que en el caso de aparición de sobretensiones interrumpen el circuito sólo por un tiempo muy corto como "punto de interrupción teórico" entre dos puntos de potencial diferente.

En estado de funcionamiento normal, estos descargadores tienen que contemplarse como interruptores abiertos que no actúan en el circuito. El cortocircuito se genera en el ámbito de nanosegundos y de acuerdo a la duración de la sobretensión sólo para el lapso de microsegundos.

El fusible del circuito reacciona en pocos casos y, en la mayoría de ellos, sólo debido a corrientes repetitivas de red de fuentes de corriente de baja resistencia – una prueba que indica que los fusibles no son aptos para la protección contra sobretensiones.

Las medidas primarias contra sobretensiones son el apantallamiento, la puesta a tierra, la conexión equipotencial y la instalación separada de líneas que pueden interferirse recíprocamente. Igualmente, también cuenta el mejoramiento de la instalación eléctrica conforme a la compatibilidad electromagnética (EMC) así como, el empleo de una fuente de alimentación sin interrupciones (UPS).

Unas condiciones ideales conforme a las medidas primarias no pueden realizarse en la práctica. Por eso deben completarse instalando módulos de protección de sobretensiones en el caso de que exista la posibilidad de acoplamiento de sobretensiones. El empleo de módulos de protección contra sobretensiones se designa como medida secundaria contra la aparición de sobretensiones. Mediante semejantes módulos de protección contra sobretensiones se reducen los transitorios a una medida no peligrosa para las instalaciones electrónicas. Los descargadores pueden derivar corrientes transitorias múltiples veces, incluso con alta frecuencia. Las sobretensiones que se han considerado, así como las corrientes de derivación actúan como transitorios.

3.2 Consideración de la protección contra sobretensiones en la planificación

La protección contra sobretensiones debe emprenderse ya en la fase de planificación que es en la que se puede intervenir favorablemente para minimizar los costos en lo que se refiere a un concepto completo de protección eficaz.

La condición para la función correcta de los descargadores es la conexión equipotencial completa realizada conforme a las normas válidas, unida con la instalación correspondiente de puesta a tierra. La instalación de puesta a tierra debe efectuarse en la fase de construcción inicial y por eso ya tiene que considerarse en la fase de excavación y de cimentación de la instalación.

El entorno de los delicados equipos eléctricos y electrónicos se tiene

que dividir en zonas de protección EMC. Estas zonas de protección tienen que determinarse según la resistencia a las tensiones eléctricas de los equipos correspondientes (ver capítulo "La instalación de descargadores").

Los aparatos y equipos con aprox. igual resistencia a las tensiones eléctricas deben agruparse en una zona de protección EMC colectiva, o bien formar una zona de protección EMC colectiva alrededor de estos aparatos y equipos.

Un concepto de protección eficaz considera bajo la denominación "protección completa contra sobretensiones" todos los interfaces de entrada de una instalación eléctrica o electrónica o los circuitos de salida de la misma. El empleo de módulos de protección contra sobretensiones conforme al sistema evita que las sobretensiones destructoras no lleguen a los delicados interfaces de las instalaciones eléctricas y electrónicas.

Un módulo de protección contra sobretensiones se compone de circuitos de protección que utilizan elementos conocidos: distancia interelectrónica de aire, descargador de sobretensiones relleno de gas, varistor y diodo supresor. En un módulo de protección contra sobretensiones se emplean de uno a tres tipos de estos elementos, que generalmente se denomina también descargador. Tal como la denominación "descargador" indica se derivan corrientes que resultan del enlace de la sobretensión con la resistencia "X" existente. Los descargadores no pueden convertir la energía eléctrica existente (por ejemplo en calor). Únicamente son la "puerta" para derivar la corriente a tierra. Determinante para la tensión residual de una pista de corriente frente a la tierra es una resistencia baja (una impedancia baja) del camino de derivación total, es decir, del módulo de protección contra sobretensiones y de las líneas de salida conectadas con el mismo. Dado que este camino pasa por la conexión equipotencial del edificio observado, significa que la resistencia de la conexión equipotencial debe mantenerse baja. En las sobretensiones se trata de fenómenos transitorios, es decir, de la derivación de corrientes de alta frecuencia, lo que significa que no es determinante la resistencia óhmica sino la inductiva. En la derivación de corrientes transitorias al potencial de tierra se generan de nuevo sobretensiones según la ley de inducción

$$\hat{u} = L \cdot di/dt$$

\hat{u} = tensión inducida en V

L = inductancia en H

di/dt = pendiente de la corriente

Sobre la resistencia inductiva sólo puede ejercerse una influencia mediante la longitud de la línea o mediante la conexión en paralelo de líneas. Por tanto, técnicamente, la mejor solución para mantener baja la impedancia total de la distancia de derivación y como consecuencia la tensión residual, es una conexión equipotencial en forma de malla lo más estrecha posible.

Fundamentalmente se distingue entre la conexión equipotencial en forma de líneas, estrella y malla. En un edificio ya existente, en la mayoría de los casos tendrá que realizarse una conexión equipotencial en forma de líneas. A veces, también se consigue una conexión equipotencial en forma de estrella instalando líneas equipotenciales adicionales. Una conexión equipotencial en forma de malla sólo se podrá realizar donde ya se hayan tomado las medidas correspondientes en la fase de planificación.

3.3 Necesidad de protección diferente

La protección contra sobretensiones necesaria para las líneas de alimentación de corriente y para la transmisión de informaciones se subdivide fundamentalmente en tres niveles de protección.

Los interfaces en la zona de la técnica de transmisión de datos, de telecomunicación y de circuitos de medida son mucho más delicados que la entrada de alimentación de corriente de equipos terminales. Por eso es absolutamente necesaria una protección fina para los interfaces de datos. Generalmente, el circuito de protección consta de dos o tres niveles.

El primer nivel de protección para la alimentación de corriente ya se realiza, o a la entrada del edificio, o en la distribución principal, o bien en el cuadro de contadores, instalando en caso necesario un descargador de corrientes de rayo. Puesto que la tensión residual restante aún continua siendo demasiado alta para las zonas subsiguientes, tienen que instalarse de acuerdo a la definición de la zona de protección otros niveles de protección. En las distribuciones secundarias, como distribuidores de pisos o cajas de conexión de instalaciones electrónicas de gran envergadura, tienen que instalarse módulos de protección contra sobretensiones como segundo nivel de protección. Como tercer nivel de la función de protección de aparatos tienen que instalarse módulos de protección contra sobretensiones, directamente delante del equipo electrónico a proteger. Una toma de corriente normal con tomatierra, p.ej., puede sustituirse sin problemas por una toma de corriente con tomatierra y protección contra sobretensiones integrada, o una protección para aparatos que puede adaptarse a cualquier programa de tomas de corriente/inte-



Fig. 3.3-1:
MAINS-PRINTRAB
Protección universal de aparatos para montaje en canales de cables o en cajas de instalación empotradas

ruptores (fig. 3.3-1). Además, se dispone de módulos de protección contra sobretensiones de diferentes construcciones como adaptadores, regletas de tomas de corriente o módulos para montaje sobre carril.

Los módulos de protección contra sobretensiones para el empleo en líneas de datos tienen que cumplir tanto las condiciones eléctricas como las mecánicas del interface correspondiente. La fig. 3.3.-2 muestra ejemplos de tales módulos de protección. Contienen, perfectamente adaptados, los elementos de protección basta y los elementos de protección fina. Las resistencias de desacoplamiento necesarias para la conmutación están integradas en los circuitos de protección. Estos módulos de protección contra sobretensiones se instalan en la entrada de las líneas de datos en la zona de protección considerada. Al contrario que en la técnica de conexión paralela para los descargadores en la alimentación de



Fig. 3.3-2:
Descargadores para la protección de líneas de datos

corriente, en la protección contra sobretensiones para instalaciones de circuitos de medida y para equipos de procesamiento de datos, se conectan en serie en la línea de transmisión. Por eso, los descargadores correspondientes tienen que instalarse en ambos lados, es decir, en el emisor y en el receptor de informaciones. Después de agrupar aparatos e instalaciones con igual nivel de protección en una zona de protección EMC conjunta, se conectan todas las uniones eléctricas que entran en la zona de protección con descargadores que facilitan un nivel de tensión residual conforme a la necesidad de protección correspondiente. Asimismo, como condición ya mencionada, tiene que efectuarse una conexión equipotencial de todas las conexiones eléctricas conductivas dentro de cada zona de protección.

4.0 Construcción y funcionamiento de descargadores

4.1 Descargadores para la alimentación de corriente

En la protección contra sobretensiones para las alimentaciones de corriente se distingue entre:

- Descargadores de corrientes de rayo (tipo 1 / clase I)
- Descargadores de sobretensiones (tipo 2 / clase II) y
- Descargadores como protección de aparatos (tipo 3 / clase III)

Los descargadores de corrientes de rayo contienen el elemento de protección más potente, un descargador de arco aporta muchas ventajas, y dominan las corrientes transitorias tal como surgen debido a las acciones directas de rayos.

Como descargadores de corrientes de rayo se utilizan tanto descargadores de arco encapsulados como descargadores de arco abiertos (ver fig. 4.1-1). La fig. 4.1-2 muestra la tecnología Arc-Chopping de un descargador de arco. Junto al poder de derivación de un descargador de corrientes de rayo también es muy importante el nivel de la corriente repetitiva de la red (corriente de cortocircuito de la fuente de corriente), que puede extinguirse automáticamente sin que reaccione un fusible. Los electrodos separados (en forma de arco), tal como muestra la fig. 4.1-2 ofrecen condiciones excelentes para la extinción de la corriente repetitiva de la red. Pero también con la tecnología del descargador de arco encapsulado se extinguen automáticamente corrientes repetitivas de red de más de 25 kA. Igualmente tampoco reaccionan fusibles de valor nominal muy bajo.



Fig. 4.1-1:
Dibujo seccional: Descargador de arco encapsulado

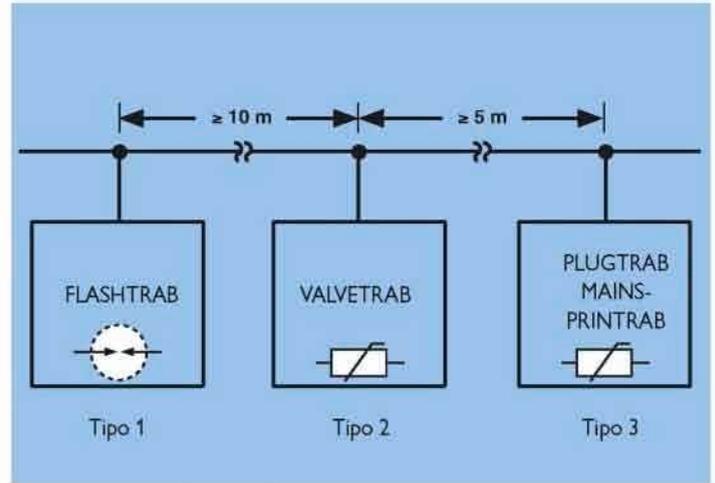


Fig. 4.1-3
Línea como elemento de desacoplamiento



Fig. 4.1-2:
Dibujo seccional: Descargador de arco abierto

Los descargadores de sobretensiones para la instalación en la alimentación principal o en la distribución secundaria contienen varistores de alta potencia como elementos de derivación.

En los descargadores del tipo 3 para la protección de aparatos se emplean circuitos combinados de varistores o de varistores y descargadores de sobretensiones rellenos de gas. Los descargadores de sobretensiones rellenos de gas están conectados en serie con los varistores entre L y PE o N y PE. Según diferentes normas nacionales e internacionales, la temperatura de los varistores dispuestos en circuitos de gran energía tiene que controlarse permanentemente, es decir, en cuanto a la corriente de fuga. A tal efecto, los varistores para la protección de alimentaciones de corriente se equipan fundamentalmente con fusibles térmicos.

Los descargadores para la protección de aparatos se disponen directamente delante del volumen/aparato a proteger. Para obtener una protección contra sobretensiones eficaz, es necesario disponer los descargadores de corrientes de rayo, descargadores de sobretensiones y la protección de aparatos en la alimentación de corriente desacoplados los unos de los otros. La conexión de descargadores de corrientes de rayo y des-

cargadores de sobretensiones se efectúa en paralelo a las líneas de la alimentación de corriente, es decir, entre las fases y tierra. De esta manera se consigue que la alimentación de corriente o el fusible preconectado directamente no se interrumpa en un defecto de los descargadores. Los descargadores de diferentes niveles de protección tienen que coordinarse entre sí. Los métodos de coordinación facilitan la instalación de descargadores del tipo 1 y tipo 2, directamente uno tras otro. El método de coordinación inicial exige el cumplimiento de longitudes mínimas determinadas del camino de línea. La distancia entre un descargador de corrientes de rayo con una tensión de reacción de aprox. 4 kV y un descargador de sobretensiones con una tensión de dimensionamiento de 275 V no debe sobrepasar 10 m. Entre el descargador de sobretensiones y la protección de aparatos hay que prever un camino de línea mínimo de 5 m. Las longitudes de desacoplamiento necesarias se han indicado en la fig. 4.1-3. En caso de carga del camino de línea a causa de corrientes transitorias se genera una tensión debida a la inductancia de desacoplamiento. De la suma de esta tensión y de la tensión de limitación del descargador, por ejemplo, de un descargador de sobretensiones se obtiene la tensión de reacción necesaria para el descargador del nivel precedente, por ejemplo, de un descargador de corrientes de rayo. De esta forma, la corriente de derivación conmuta del descargador de baja potencia al descargador de alta potencia. Si el descargador de arco dispuesto en el descargador de corrientes de rayo ha reaccionado, acepta la corriente transitoria completa. La conmutación de la corriente de derivación se realiza del mismo modo tal como se describe en los "circuitos de protección combinados". La coordinación energética entre el descargador de sobretensiones y el descargador de corrientes de rayo puede realizarse de forma muy ventajosa con descargadores de arco controlados. La tecnología empleada se denomina AEC y se ha descrito en el capítulo "Acción combinada" de diferentes tipos de descargadores" en la página 17. Como ampliación de la protección para alimentaciones de corriente tiene que realizarse una protección en las líneas de datos, de medida y también en los conductores de antenas. Los descargadores de sobretensiones para estos campos de aplicación contienen a menudo circuitos de protección multinivel con elementos de diferente potencia y diferente nivel de protección.

4.2 Elementos y circuitos de protección multinivel para líneas técnicas de transmisión de información

4.2.1. Descargadores de sobretensiones rellenos de gas noble

Como elemento de protección basta se utilizan descargadores de gas noble (descargador de gas), que en la ejecución usual, pueden derivar corrientes transitorias hasta 10 kA (8/20) μ s (fig. 4.2.1-1).

No obstante, también se dispone de descargadores de sobretensiones con corrientes nominales de derivación de hasta 100 kA (10/350) μ s.

Corrientes de derivación más altas de 10 kA (8/20) μ s en las líneas técnicas de información tampoco son de esperar, ya que las secciones de las líneas conectadas son relativamente pequeñas y, a menudo, no son capaces para soportar los transitorios. El descargador de gas, con un tiempo de reacción en el margen de nanosegundos y que se utiliza desde hace decenios en telefonía, no sólo presenta ventajas. Una desventaja es el comportamiento de cebado en función del tiempo (fig. 4.2.1-2). Los transitorios con un tiempo de ascenso largo (p.ej. $du/dt \sim 100$ V/s) cortan la línea característica de cebado en el margen donde el transcurso de la curva es casi paralelo al eje del tiempo. Por lo tanto, es de esperar un nivel de protección en el margen de la tensión nominal del descargador de gas. No obstante, los transitorios muy rápidos cortan la línea característica de cebado en un punto donde la tensión puede adquirir un valor diez veces superior al de la tensión nominal del descargador de gas. Para la tensión nominal más baja de un descargador de gas de 75 V

significaría aún una tensión residual de 750 V. Otra desventaja es la posible aparición de la corriente repetitiva de la red. Después de la ignición del descargador de gas, en particular, en un circuito de corriente de baja impedancia con tensiones superiores a 24 V puede seguir manteniéndose el cortocircuito a través del descargador de gas, deseado en realidad sólo en el margen de microsegundos. La consecuencia sería la destrucción inmediata del descargador. Por esta razón, en los circuitos de protección contra sobretensiones de este tipo donde se utilizan descargadores de gas, tiene que preverse un fusible delante del descargador que interrumpa el circuito inmediatamente.

4.2.2. Varistores

Mediante el empleo de varistores se puede continuar reduciendo la tensión residual restante, después de haber derivado las corrientes altas (fig. 4.2.2-1 y fig. 4.2.2-2).

Con aproximadamente iguales dimensiones que un descargador de gas, los varistores no pueden derivar corrientes tan altas. Sin embargo, reaccionan en el margen inferior de nanosegundos de forma más rápida y desconocen el problema de la corriente repetitiva de la red. En los circuitos de protección para circuitos de medida se utilizan varistores con corrientes de derivación de aprox. 2,5 kA hasta 5 kA (8/20) μ s. Estos varistores son ya de mayor tamaño que los descargadores de gas con una corriente de derivación de 10 kA (8/20) μ s. El envejecimiento de

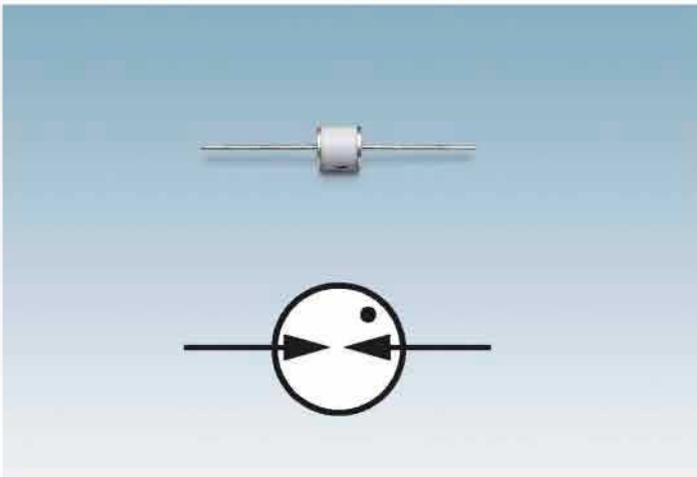


Fig. 4.2.1-1: Descargador de gas

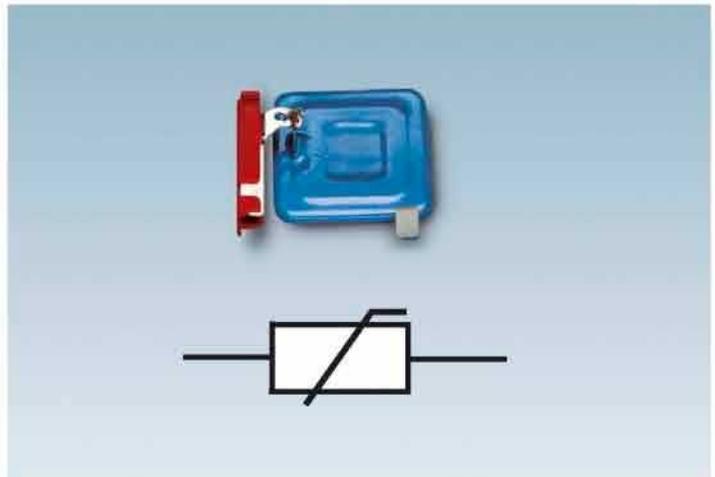


Fig. 4.2.2-1: Varistor

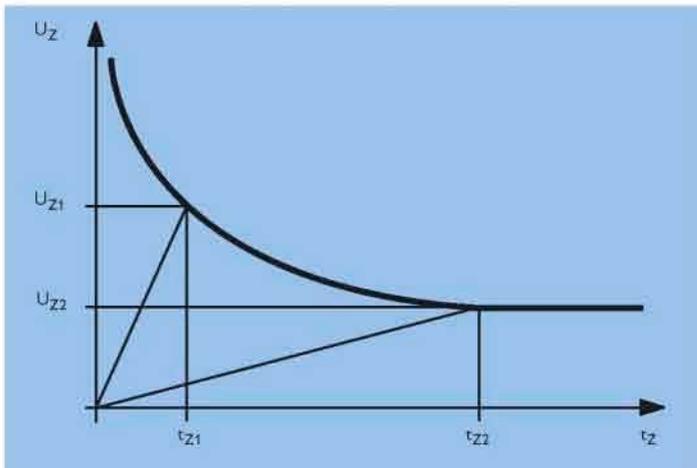


Fig. 4.2.1-2: Curva característica de un descargador de gas

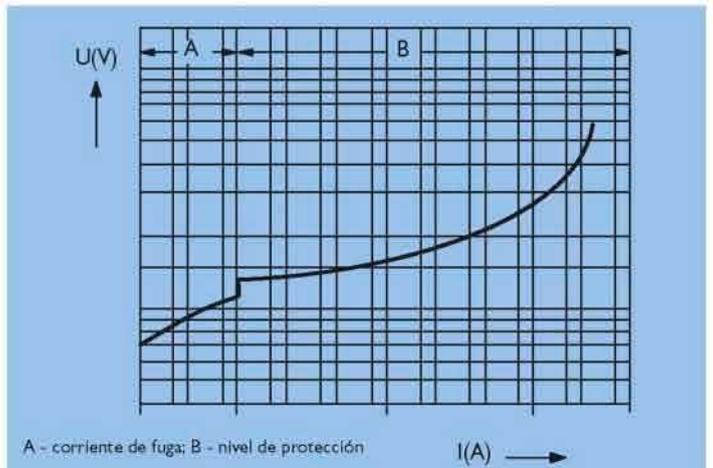


Fig. 4.2.2-2: Curva característica de un varistor

varistores y la relativa alta capacidad son desventajas a las que debe prestarse más atención. Como envejecimiento se entiende la ligación de elementos diodo dentro del varistor. Puesto que los pasos pn en la mayoría de los casos en sobrecarga ocasionan un cortocircuito, empieza un varistor en función de la frecuencia de su carga a arrastrar corrientes de fuga que pueden falsear las mediciones en los delicados circuitos de medida y, en particular, a calentarse excesivamente para circuitos de corriente de la alimentación de energía. Las altas capacidades de un varistor excluyen en muchos casos su empleo en líneas de transmisión de informaciones con altas frecuencias. Con la inductancia de la línea, estas capacidades forman un paso bajo que causa una elevada atenuación de la señal. Esta atenuación carece de importancia para frecuencias hasta aprox. 30 kHz.

4.2.3. Diodos supresores

Debido a la poca resistencia a las tensiones eléctricas de los delicados circuitos electrónicos, el nivel de protección que se alcanza con el empleo de un descargador de sobretensiones relleno de gas o de un varistor aún es demasiado alto. Por esa razón, el circuito de protección tiene que ampliarse con otro nivel. Como elemento de protección fina se utilizan los diodos supresores que reaccionan de manera muy rápida (fig. 4.2.3-1 y fig. 4.2.3-2). Los tiempos de reacción llegan hasta el margen de picosegundos. También favorable es la limitación de tensión, que

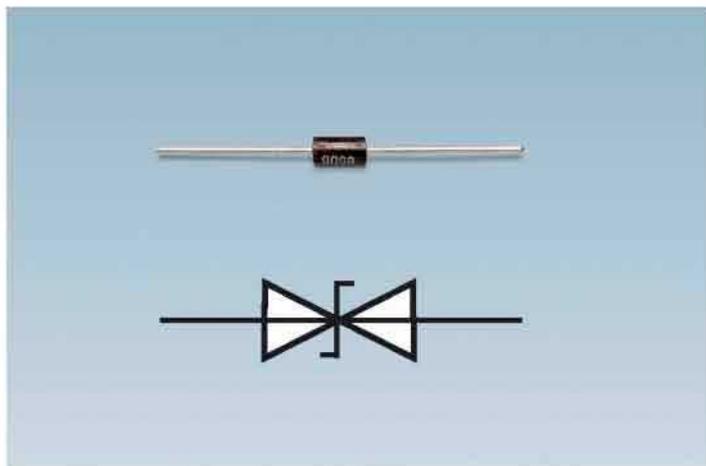


Fig. 4.2.3-1: Diodo supresor

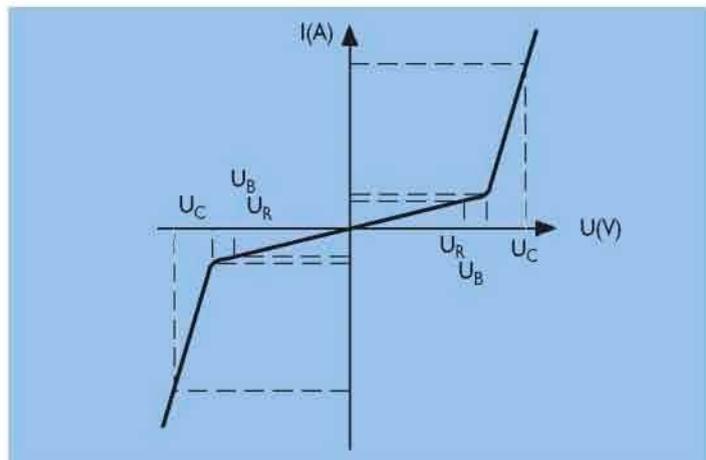


Fig. 4.2.3-2: Curva característica de un diodo supresor

asciende aproximadamente a un valor 1,8 veces al de la tensión nominal. Pero también estos diodos presentan desventajas que se observan en una capacidad de corriente baja y en una relativa alta capacidad. Para tensiones nominales de 5 V DC la corriente de derivación máxima es de aproximadamente 600 A y de 900 A (8/20)μs para diodos especiales. Tensiones nominales más altas permiten sólo corrientes de pocos decenios de 10 A. Los diodos supresores también poseen una capacidad propia que asciende disminuyendo la tensión nominal. En combinación con la inductancia de las líneas conectadas también se forma un paso bajo. En función de la frecuencia de la señal del circuito conectado, el paso bajo atenúa la transmisión de datos.

4.2.4 Circuitos de protección combinados

Se trata de aprovechar las ventajas de los elementos individuales, es decir, del descargador de gas, del varistor y del diodo supresor y eliminar las desventajas. Para satisfacer este deseo se trabaja con circuitos paralelos indirectos de estos elementos utilizando inductancias de desacoplamiento. Un circuito como se puede observar en la literatura técnica, pero también en el material informativo del programa de descargadores TRABTECH de Phoenix se muestra en la fig. 4.2.4-1.

Al aparecer una sobretensión, reacciona en primer lugar el elemento más rápido que es el diodo supresor. El circuito está concebido de tal forma que al aumentar la amplitud de la corriente de derivación conmuta al camino de derivación preconectado, es decir, al varistor antes de que destruya el diodo supresor.

$$u_S + \Delta u \geq u_G$$

u_S	Tensión sobre el diodo supresor
Δu	Tensión diferencial sobre la inductancia de desacoplamiento
u_G	Tensión de reacción del descargador de gas

Si el ascenso de corriente permanece y la corriente de derivación disminuye, el descargador de gas no reacciona.

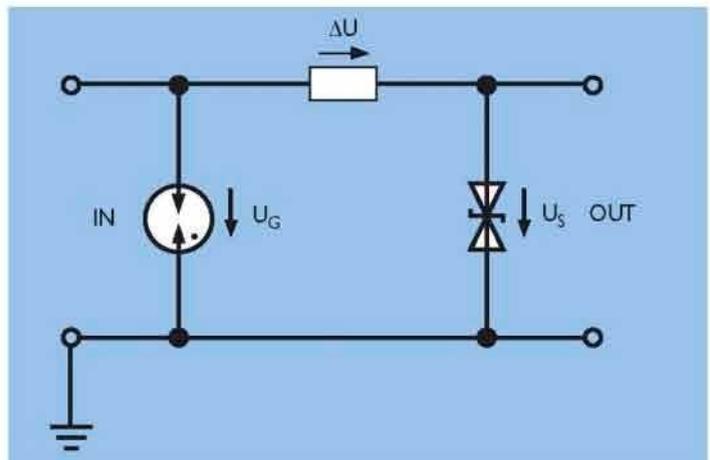


Fig. 4.2.4-1: Esquema de conjunto de un descargador

Con este circuito se consiguen las ventajas de la reacción rápida del descargador así como una limitación de tensión baja y alta capacidad de derivación. Las desventajas de la sobrecarga del diodo supresor así como la frecuente interrupción del circuito a través del fusible al aparecer una corriente repetitiva de la red quedan eliminadas. Los circuitos para frecuencias más altas aprovechan las resistencias óhmicas como órganos de desacoplamiento y trabajan con conexiones de puente de baja capacidad. En los descargadores que deben conectarse en serie, tal como se utilizan en la preparación de informaciones y de valores de medida, se marca la entrada y la salida del componente de protección. La señalización se efectúa con "IN" y "OUT". En la instalación de los componentes debe tenerse en cuenta que "IN" indique el sentido de donde se espera que provenga la sobretensión. En el lado "OUT" se conectan las líneas del equipo a proteger.

4.2.5 Construcciones con numerosas ventajas

El circuito de protección completo se dispone en una carcasa para ofrecer a los usuarios las máximas ventajas técnicas de instalación y mantenimiento. Estas ventajas son:

- Construcción en dos partes compuesta de elemento de base y protección enchufable, para que en cada caso de sobrecarga puedan sustituirse los elementos descargadores dispuestos en la protección enchufable sin interrumpir el circuito de corriente.
- Verificación cómoda de los elementos con un equipo de comprobación especial, para evitar comprobaciones de laboratorio largas.
- Disposición de las impedancias de desacoplamiento en el elemento de base, para permanecer neutral de impedancia en los circuitos de medida durante la verificación o intercambio.
- Polarización de la protección enchufable y del elemento de base, para excluir conexiones incorrectas de "IN" y "OUT".
- Empleo de un pie de tierra que establece la conexión con el potencial de tierra automáticamente al efectuar la instalación.

Un descargador adecuado que reúne estas y otras ventajas, conforme al circuito interior, para circuitos de preparación de datos o de informaciones se muestra en la fig. 4.2.5-1. Otras formas constructivas de descargadores destacan por presentar la misma técnica de conexión física que utilizan los aparatos a proteger. Por regla general, son descargadores que se insertan en la línea como un adaptador. En la fig. 3.3-2 están representados descargadores con conectores enchufables usuales.

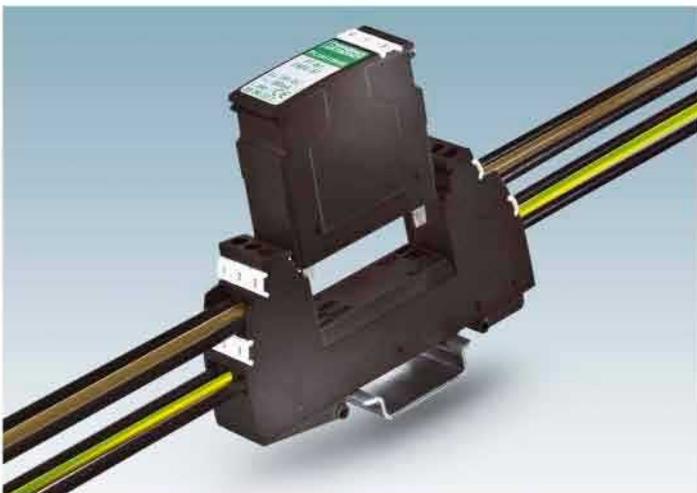


Fig. 4.2.5-1:
MCR-PLUGTRAB

5.0 Concepto de protección y elección de descargadores

5.1 Concepto completo de protección contra sobretensiones

El primer paso para elaborar un concepto de protección es la inclusión de todos los aparatos y zonas de la instalación a proteger. Luego se evalúa el nivel de protección necesario de todos los aparatos incluidos. Un concepto completo de protección contra sobretensiones sólo se puede conseguir, si todos los circuitos eléctricos que entran a una zona de protección contra sobretensiones se conectan con descargadores adecuados y se integran en la conexión equipotencial. Estos circuitos son, por ejemplo:

- Líneas de alimentación de corriente
- Líneas para la técnica de medición, mando y regulación
- Líneas de red/datos
- Líneas de transmisión para telecomunicaciones
- Líneas de antenas de instalaciones de emisión y recepción
- Para eso, debe formarse imaginariamente un círculo de protección alrededor de todo el volumen a proteger de acuerdo con la fig. 5.1-1.

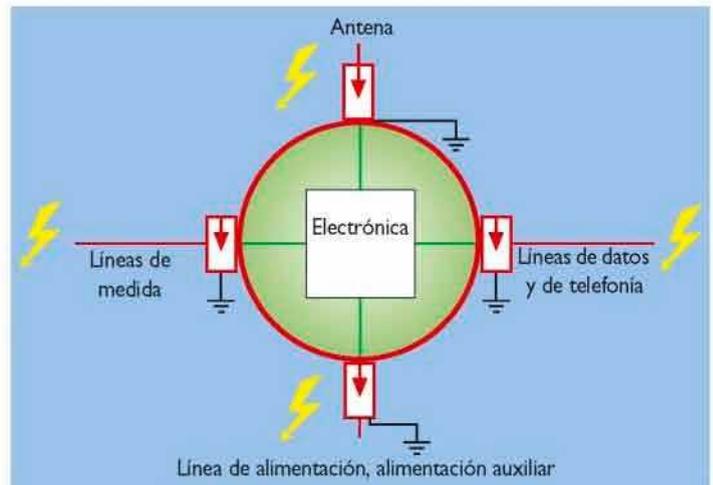


Fig. 5.1-1:
Círculo de protección eficaz

La zona a proteger dentro del círculo de protección se concebirá de forma que no puedan acoplarse sobretensiones desde el exterior ni tampoco tener interferencias entre circuitos eléctricos diferentes, por ejemplo, de líneas de datos y de alimentaciones de corriente dentro de esta zona. De esta manera podría utilizarse la instalación de canaletas de suelo con cuadros metálicos puestos a tierra, en vez de la instalación de canaletas de plástico de ventana. Las líneas de alimentación de corriente y líneas de datos tienen que disponerse apantalladas unas de otras en canaletas separadas.

Después de equipar todos los circuitos eléctricos que entran o salen de esta zona de protección contra sobretensiones con descargadores adecuados, se conectan también todas las piezas eléctricamente conductoras, por ejemplo, tuberías con la conexión equipotencial.

De acuerdo con la anticipación que pueda introducirse el concepto de protección contra sobretensiones en la fase de planificación del edificio y eléctrica, podrá afectar todo un edificio, un recinto, una parte de un recinto o únicamente un sólo ordenador. Si sólo tiene que trabajar un ordenador, si bien en servicio aislado, la expansión de la zona de protección contra sobretensiones a todo un recinto o un edificio no es económica. Sin embargo, una ampliación posterior de la instalación electrónica debería tenerse en cuenta ya desde un principio.

En la práctica se han demostrado dos pasos como útiles en la planificación e instalación de protecciones contra sobretensiones:

1. Elección de los descargadores de acuerdo a la resistencia a las tensiones eléctricas de las instalaciones eléctricas y electrónicas.
2. Determinación del lugar de instalación correcto mediante división del volumen total a proteger en zonas de protección contra sobretensiones.

5.2 Elección de descargadores

Para las instalaciones de alimentación de corriente se indican valores de resistencia a la tensión transitoria soportable del aislamiento en la DIN VDE 0110 (tabla, fig. 5.2-1).

Para tensiones nominales en escalones hasta 1000 V se han fijado las categorías de sobretensiones I hasta IV. A cada categoría de sobretensiones se ha asignado una resistencia de aislamiento de acuerdo a la tensión nominal. Como tensión nominal se toma por base la tensión entre conductor y tierra. Para redes de corriente trifásica de 230/ 400 V significa, recurrir a la tensión conductor/tierra de 300 V para asignar los valores de la tensión transitoria de dimensionamiento. Además, se comprueba que en el lado de la red del aparato terminal aún tiene que calcularse una resistencia a tensiones eléctricas de 1500 V. Por lo tanto, en la preparación de un concepto de protección contra sobretensiones es suficiente, considerando una distancia de seguridad respecto a estos 1500 V, orientarse con una tensión residual de aprox. 1000 V a la entrada del aparato. Esta es también la razón por la que una denominada "protección fina" limita las sobretensiones a valores de aprox $2 \times U_N$, no necesaria en alimentación de corriente de 230/400 V.

Entre el aparato terminal y la distribución secundaria, se exige según DIN VDE 0110 una resistencia a tensiones eléctricas de 2500 V. Esta exigencia se cumple mediante la instalación de un módulo de protección contra sobretensiones dispuesto en la distribución secundaria como segundo nivel de protección. La fig. 5.2-2 muestra un descargador que cumple, bajo todos los aspectos, las condiciones de espacio requerido e instalación allí existentes.

Para derivar las altas corrientes, por ejemplo, resultantes de la acción de un rayo, se instalan descargadores de corrientes de rayo en la alimentación principal o en la alimentación del edificio. En esta zona también se efectúa la conexión equipotencial de la corriente de rayo.



Fig. 5.2-2:
VALVETRAB VAL-CP

Según DIN VDE 0110, entre la alimentación principal y la distribución secundaria sólo puede existir una tensión residual de 4000 V. El descargador debe elegirse según las corrientes de derivación esperadas.

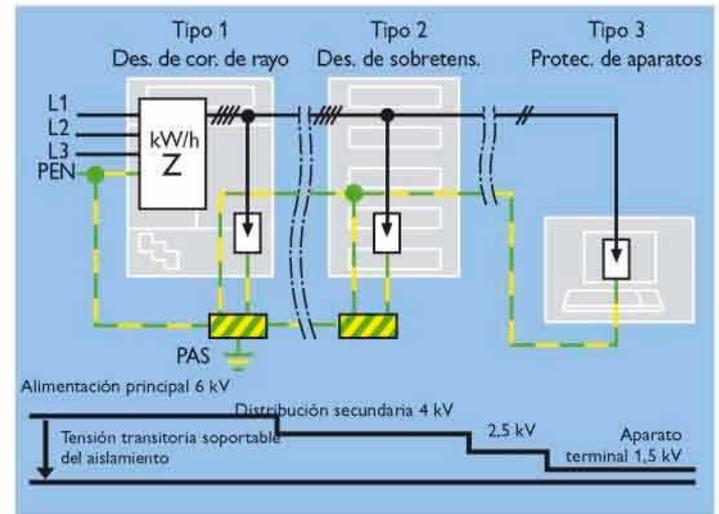


Fig. 5.2-3:
Coordinación de aislamiento según DIN VDE 0110/parte 1

En la fig. 5.2-3 están representadas las resistencias a tensiones eléctricas según DIN VDE 0110 de la alimentación del edificio al aparato terminal así como el lugar de instalación de los descargadores.

Para equipos de procesamiento y transmisión de datos así como para instalaciones de medida no se dispone en las normas de una tabla similar. En la elección de descargadores para la protección contra sobretensiones de instalaciones de medida tienen que considerarse las indicaciones del fabricante en cuanto a las resistencias a tensiones eléctricas. Desde la entrada en vigor de la Ley Europea EMC en el año 1996 (y subsiguientes ampliaciones y modificaciones) estos valores pueden determinarse de forma relativamente sencilla, ya que los fabricantes de equipos electrónicos están obligados a cumplir valores mínimos de resistencia a tensiones eléctricas según IEC 61000-4-5.

Pero no sólo las resistencias a tensiones eléctricas son de interés para la elección de los descargadores en las instalaciones de medida. Muy decisivo para la instalación futura son las condiciones de conexión física

Tensiones cond. - tierra en V	Tens. transitoria dimensionam. en V (1,2/50) Cat. de sobretensiones s. DIN VDE 0110/1			
	I	II	III	IV
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

Fig. 5.2-1:
Tensión transitoria soportable según DIN VDE 0110



Fig. 5.2-4:
PLUGTRAB PT
Protección de un circuito de 2 hilos para 2 circuitos EEX ia

(conexiones enchufables, bornes), las posibilidades de montaje (sobre carriles DIN, adaptadores), la capacidad de carga del descargador, así como las frecuencias de transmisión.

Con respecto a la seguridad de servicio, los circuitos de instalaciones EEX ia se consideran muy sensibles. Sobre todo la inductancia total y la capacidad total de tales circuitos de corriente, incluyendo todos los aparatos pertenecientes, no pueden sobrepasar los valores límite determinados. Por este motivo también tienen que considerarse los valores de la capacidad interna C y la inductancia L de los descargadores de sobretensiones instalados para la protección de circuitos EEx. La instalación se efectúa entonces según la DIN VDE 0165 y DIN VDE 0170/0171 o según las normas nacionales de otros países o bien normas internacionales (EN 50020). El desacoplamiento se simplifica esencialmente, si ya se dispone de un descargador que cumpla estas condiciones tal como muestra la fig. 5.2-4.

El descargador contiene un circuito de protección según fig. 5.2-5 que cumple todas las exigencias de las normas.

La elección de descargadores de sobretensiones para el campo de procesamiento de datos resulta más simple de lo que suponen los planificadores e instaladores de estas instalaciones. El programa TRABTECH de Phoenix ofrece una gran selección de descargadores ya adaptados a las necesidades eléctricas y físicas de todos los interfaces usuales para la transmisión de datos. Por lo tanto, sólo tiene que determinarse el interface utilizado y elegir del catálogo el descargador correspondiente. No hace falta que el usuario tenga en cuenta la ocupación de pins, las condiciones de conexión, las frecuencias de transmisión, las tensiones ni las corrientes. Todos estos valores ya fueron considerados en el desarrollo del descargador. La fig. 3.3-2 muestra ejemplos de descargadores para interfaces estandarizados con corrientes, frecuencias y resistencias a corrientes eléctricas ya consideradas.

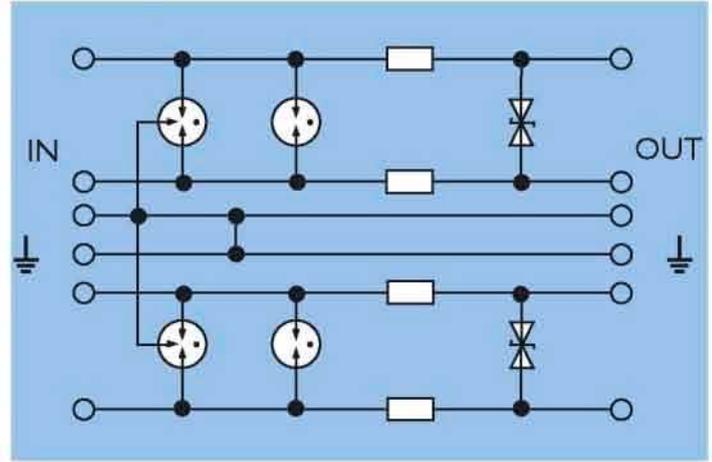


Fig. 5.2-5:
Circuito PT 2xEX(I)-24DC

6.0 La instalación de descargadores

6.1 División de los lugares de instalación en zonas de protección EMC

Después de la elección correcta de los descargadores tiene que determinarse el lugar más apropiado para la instalación en cuanto a la acción protectora y al volumen a proteger. Para eso ha sido eficaz dividir el volumen a proteger en cuatro zonas de protección EMC 0–3:

Zona 0:

fuera del edificio; acción directa de rayos; ningún apantallamiento contra LEMP; (zona de protección contra rayos)

Zona 1

dentro del edificio; transitorios de gran energía a través de: maniobras de conmutación (SEMP), corriente parcial de rayos; (zona de protección contra sobretensiones 1)

Zona 2:

dentro del edificio; transitorios de poca energía a través de: maniobras de conmutación (SEMP), descargas electrostáticas (ESD); (zona de protección contra sobretensiones 2)

Zona 3:

dentro del edificio; ninguna generación de corrientes y tensiones transitorias fuera del límite de perturbación; apantallamiento y disposición separada de circuitos que puedan interferirse mutuamente; (zona de protección contra sobretensiones 3)

La cifra 0 indica el margen de interferencia electromagnética más fuerte –aquí es posible una interferencia directa de rayo– y la cifra 3 indica un recinto donde ya no puede aparecer ninguna interferencia fuera del límite de destrucción de aparatos y equipos delicados, es decir, el "recinto limpio". Las zonas 1 y 2 están interpuestas de acuerdo a las resistencias a tensiones eléctricas de los aparatos y equipos instalados y de acuerdo a su resistencia resultante frente a las interferencias electromagnéticas.

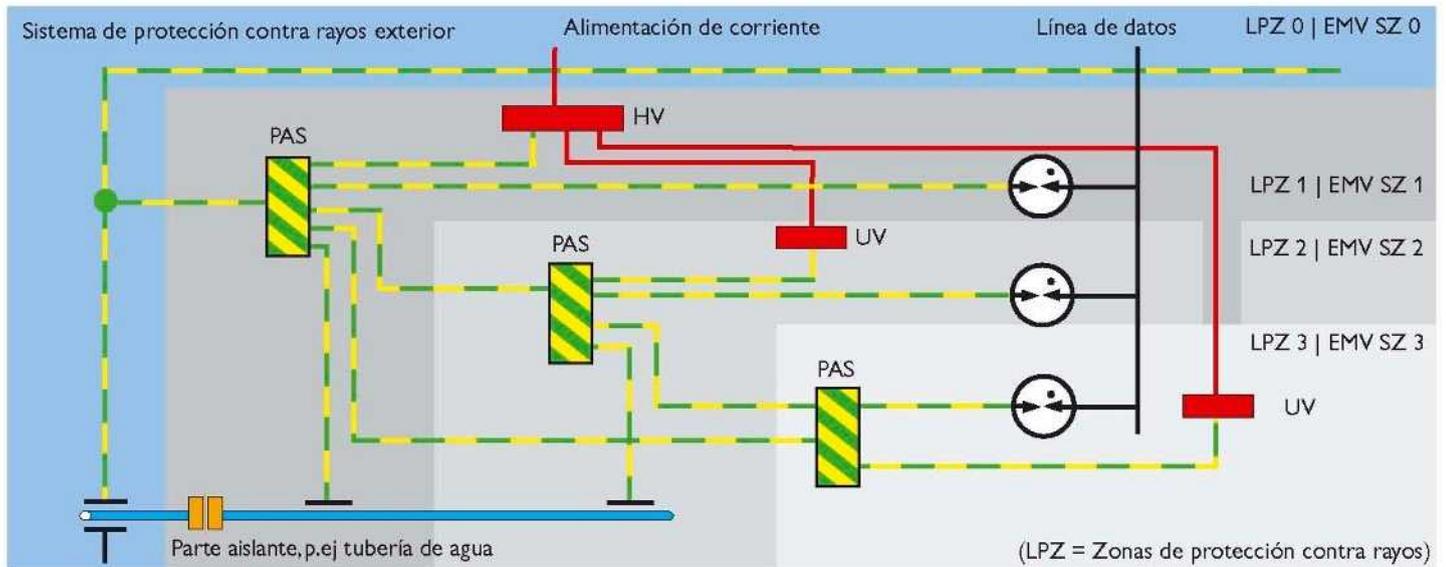


Fig. 6.1-1: División y realización de zonas de protección contra sobretensiones

Una división de la instalación a proteger en zonas de protección EMC se consigue elaborando un concepto según la fig. 6.1-1. En la transición de la zona de protección contra sobretensiones 0 a la 1, se realiza la conexión equipotencial principal. Todas las conexiones eléctricas y todas las conexiones eléctricamente conductivas se llevan a un potencial conectándose en la barra equipotencial (PAS). Los conductores activos de las alimentaciones de corriente, de las instalaciones de transmisión de datos y de los equipos de medida se llevan a través de descargadores de arco o descargadores de sobretensiones rellenos de gas y, las conexiones conductivas pasivas (tierra (PE), tubería de agua, etc.) directamente a la barra equipotencial (PAS). Según DIN VDE 0100 parte 540, la tubería de agua sólo se puede utilizar bajo condiciones especiales como tierra "normal", pero se tiene que incluir en la barra equipotencial. Fuera de Alemania tienen que considerarse las normas nacionales correspondientes.

En la zona de protección EMC 2 tiene que procederse del mismo modo conectando todas las conexiones mencionadas en la barra equipotencial secundaria PAS. Las piezas pasivas, eléctricamente conductivas, se conectan directamente. Los conductores activos tienen que integrarse con módulos de protección contra sobretensiones en la conexión equipotencial. Tiene que efectuarse la conexión directa más corta de la barra equipotencial secundaria PAS a la barra equipotencial principal PAS en la zona de protección EMC 1.

En la transición a la zona de protección EMC 3 también se tiene que instalar una barra secundaria PAS. La conexión equipotencial tiene que realizarse del mismo modo, tal como anteriormente se ha descrito.

En la fig. 6.1-1, la tubería de agua no llega hasta la zona de protección EMC 3. Por esta razón no se incluye en la conexión equipotencial de esta zona de protección.

Los conductores activos de la alimentación de corriente también se conectan en la zona de protección EMC 3 a través de módulos de protección contra sobretensiones sobre la base de varistores en la conexión equipotencial, mientras que para las líneas de datos y las líneas de medida se requiere, en la mayoría de los casos, una protección limitadora más fina sobre la base de diodos supresores.

Con un cable para conexión equipotencial se efectúa la unión directa más corta con la barra de conexión equipotencial (PAS) en la zona de protección contra sobretensiones 1 como con las demás barras secundarias (PAS). De este modo se consigue una conexión equipotencial en forma de malla.

En la práctica, por motivos técnicos de instalación se efectúa una protec-

ción contra sobretensiones de dos o tres niveles para los interfaces de medida y de datos que, en la mayoría de los casos se compone de un circuito de protección combinado en un descargador; dispuesto directamente en la entrada de la zona de protección contra sobretensiones 3. De esta manera se evita la reducción escalonada de la sobretensión en las zonas de protección EMC 1 y 2. Dentro de la zona de protección EMC 3 se colocan las líneas de alimentación de corriente y de información, apantalladas o por separado.

Si las instalaciones electrónicas conectadas a través de líneas de transmisión de informaciones no necesitan una protección tan alta, también tienen que disponerse estas alimentaciones, apantalladas o bien separadas de las demás líneas de transmisión de informaciones.

De esta forma se obtiene automáticamente el lugar de ubicación correcto para la instalación de los descargadores. Todos los aparatos e instalaciones tienen que colocarse en la zona de protección EMC correspondiente. Además, es indiferente si una zona de protección se forma alrededor de todo un recinto o tan sólo alrededor de un aparato.

Todas las zonas de protección EMC 1-3 pueden presentarse repetidas veces. Bajo el punto de vista económico, es favorable elaborar un concepto que permita reunir en lo posible muchos aparatos e instalaciones con igual necesidad de protección en una zona de protección. Un concepto de protección contra sobretensiones de este tipo sólo puede conseguirse cuando es considerado en la fase de planificación (ver capítulo "Consideración de la protección contra sobretensiones en la fase de planificación").

6.2 Instrucciones de instalación para módulos de protección contra sobretensiones en la alimentación de corriente

6.2.1 Descargador de corrientes de rayo tipo 1 FLASHTRAB

La fig. 6.2.1-1 muestra, a título de ejemplo, la conexión del descargador de corrientes de rayo FLASHTRAB FLT-CP-3S 350. Este descargador es un módulo de protección que protege tanto como tipo 1 como adicionalmente tipo 2. Para la instalación tiene que considerarse lo siguiente:

- FLASHTRAB se instala en paralelo en la red de alimentación, es decir; entre las fases (o conductor de neutro) y la conexión equipotencial. Esto significa, que no pasa corriente de servicio por FLASHTRAB. La fig. 6.2.1-1 muestra las condiciones generales de instalación. Adicionalmente deben considerarse las instrucciones de instalación para

descargadores de corrientes de rayo y módulos de protección contra sobretensiones según el tipo de puesta a tierra (figs. 6.2.1-2 hasta 6.2.1-5).

- En virtud de trabajos de mantenimiento posteriores y una alta disponibilidad de la alimentación de corriente, el descargador de corrientes de rayo FLASHTRAB debe instalarse con un fusible previo adicional F2, que garantiza una selectividad respecto a F1. Para fusibles según DIN VDE 0636, este requisito se cumple si los valores de la corriente nominal de F2 a F1 están en relación de 1:1,6, es decir, F1 tiene que dimensionarse dos medidas de calibre por encima de F2. Si F2 reacciona debido a corrientes repetitivas de la red demasiado altas, la instalación continua en estado de servicio a través de F1. Debido a la capacidad de sobrecorriente transitoria de los fusibles, en la mayoría de los casos no es oportuno elegir F2 por debajo de 63 A. Si F2 ha reaccionado, FLASHTRAB se desconecta de la línea afectada y con eso también la acción de protección. Por eso se aconseja la vigilancia en combinación con un dispositivo de indicación para el caso de reacción de F2.
- Los valores del fusible previo máximo admisible (F2) y las secciones de conexión se han documentado en el catálogo de Phoenix Contact "Protección contra sobretensiones TRABTECH".

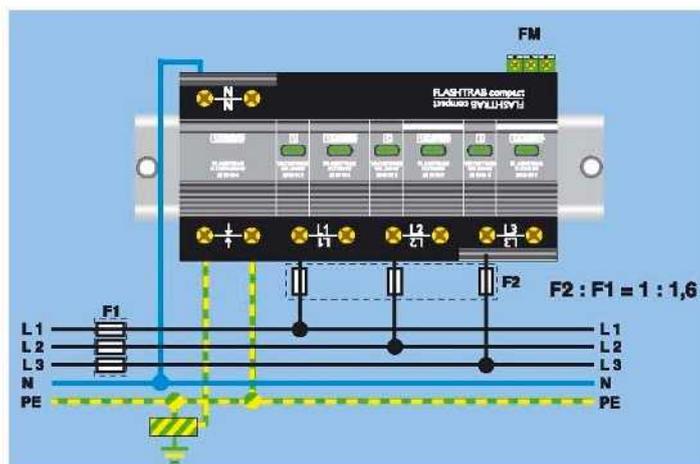


Fig. 6.2.1-1: FLASHTRAB compact FLT-CP-3S 350

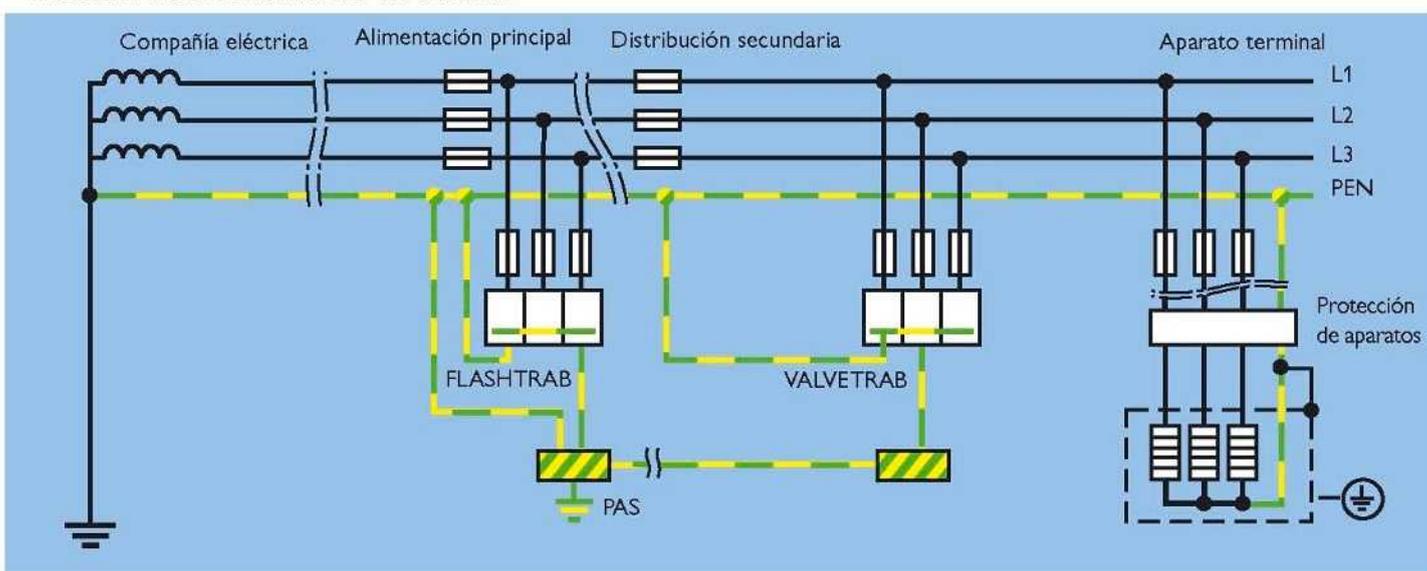


Fig. 6.2.1-2: Sistema TN-C con conductor PEN, (> 6 mm²) (puesta a tierra clásica)

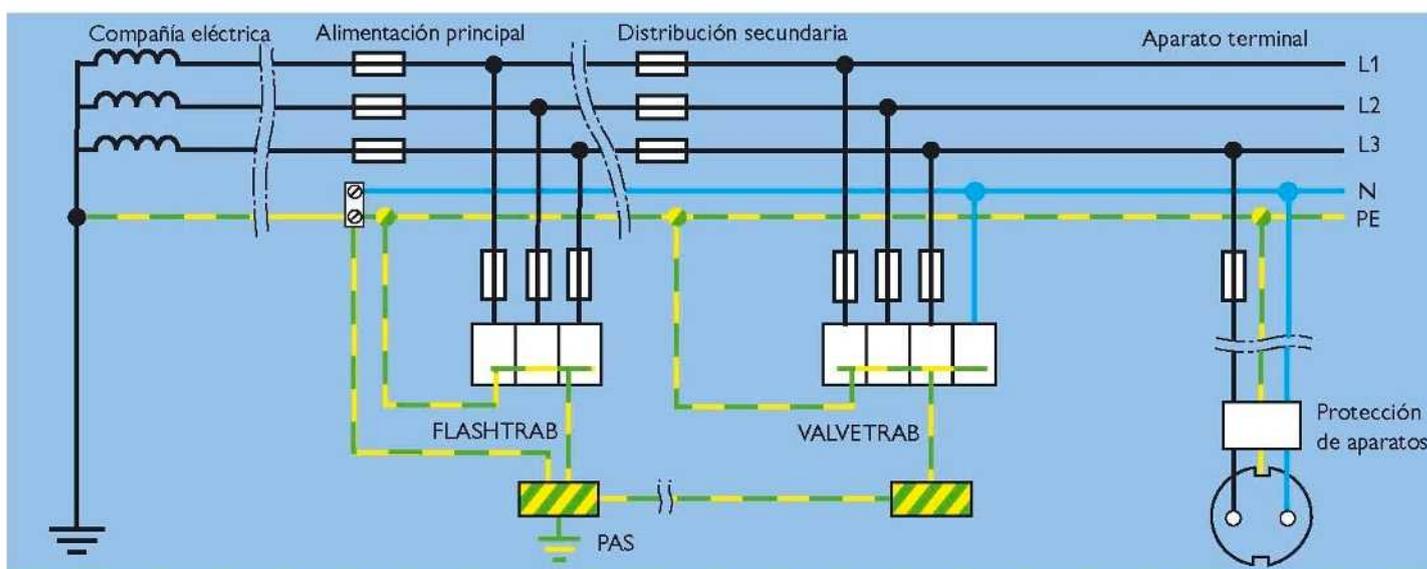


Fig.6.2.1-3: Sistema TN-C-S con conductor PEN y conductores N/PE separados (puesta a tierra moderna)

- FLASHTRAB debería instalarse directamente en la alimentación principal del edificio. Se recomienda efectuar la instalación del descargador de corrientes de rayo delante de la instalación de contadores. No obstante, para eso debe elegirse un FLASHTRAB que sólo contenga los caminos de derivación del tipo 1 sobre la base del descargador de arco. Para la instalación en la zona precintada se necesita la autorización de la compañía de suministro de energía local correspondiente. A tal efecto la VDEW ha publicado una directriz para el empleo de módulos de protección contra sobretensiones en la zona de contadores.
- La mayoría de los FLASHTRAB pueden utilizarse en redes de corriente trifásica y de corriente alterna de 50 Hz y 60 Hz, ya que la tensión de servicio máxima es de 440 V entre las fases y la tierra. Debe considerarse la tensión nominal máxima admisible.

En la instalación en sistemas TT, tanto los descargadores de corrientes de rayo como los descargadores de sobretensiones tienen que disponerse (delante de los interruptores de protección RCD) como circuito "3+1", es decir, se conecta un FLASHTRAB o VALVETRAB de cada fase

al neutro N. Adicionalmente se efectúa el enlace de este grupo de a 3, del conductor neutro (N) a la tierra (PE), a través de un descargador de corriente transitoria suma (fig. 6.2.1-4).

Los descargadores de corriente transitoria suma destacan mediante una alta capacidad de derivación de corriente. No obstante, no pueden extinguir automáticamente las corrientes repetitivas de la red, lo que para esta aplicación tampoco es necesario.

6.2.2 Descargadores de sobretensiones tipo 2 VALVETRAB VAL-MS y VAL-CP

- VAL... se instala en el sistema de alimentación de corriente en paralelo, es decir, entre las fases respectivamente conductor de neutro y tierra (fig. 6.2.2-1)
- Si en la alimentación se utilizan fusibles F1 superiores a 125 A gL, tiene que instalarse un fusible adicional F2 \leq 125 A gL delante de VALVETRAB. La reacción de este fusible conduce a la desconexión de VALVETRAB. En este caso, la acción de protección queda eliminada. Por eso se aconseja una vigilancia en combinación con un dispositivo de indicación para el caso de reacción de F2.

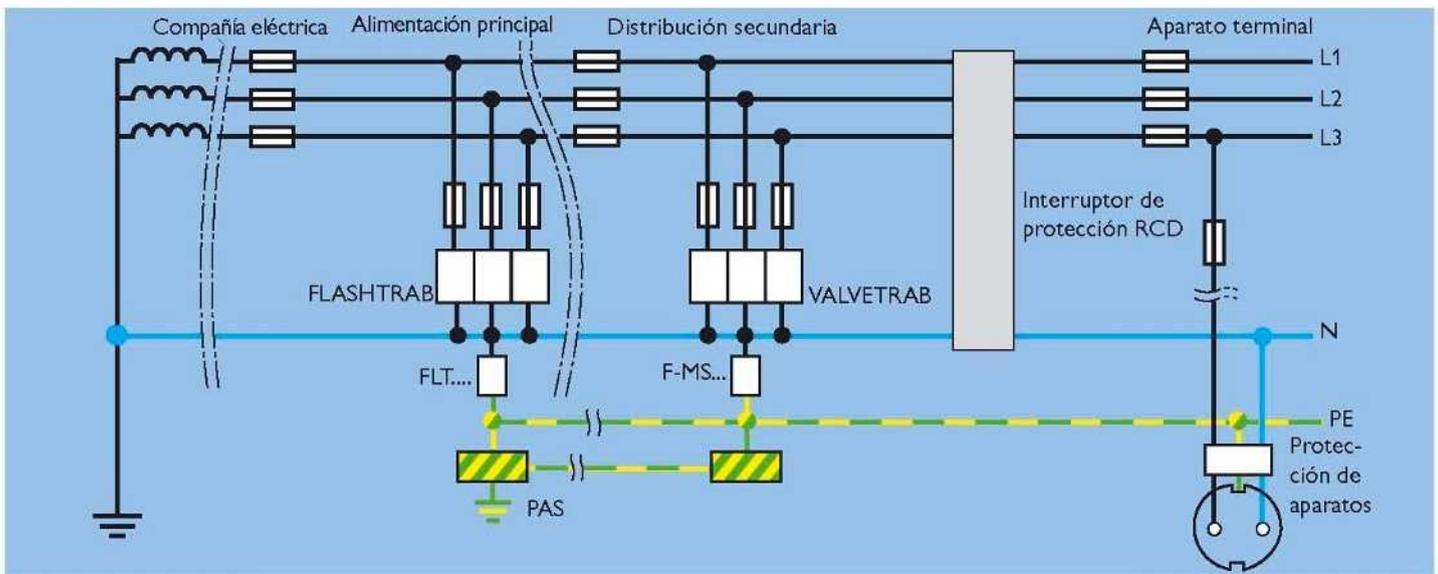


Fig. 6.2.1-4: Sistema TT con interruptor diferencial como dispositivo de protección

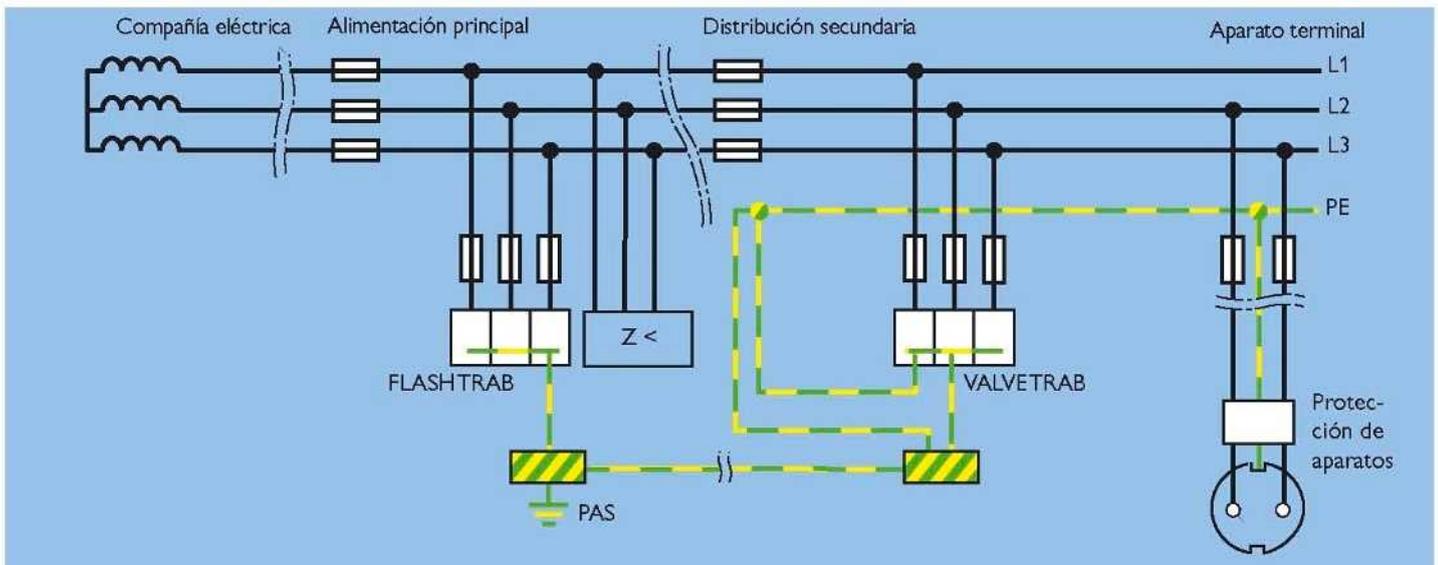


Fig. 6.2.1-5: Sistema IT con dispositivo de vigilancia de aislamiento (de conductor de protección a tierra)

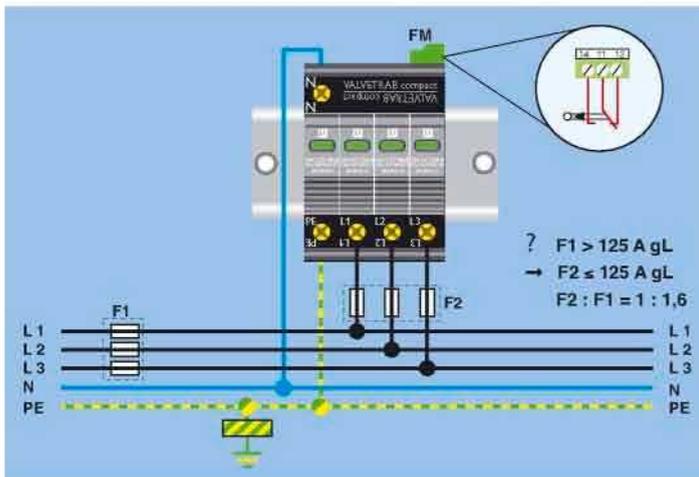


Fig. 6.2.2-1: Instalación de VALVETRAB

- Los bornes de conexión de VAL-MS se han dimensionado para máx. 35 mm² y de VAL-CP para 25 mm². Las secciones de conexión se obtienen de las condiciones de desconexión según VDE 0100 conforme al aseguramiento previo utilizado. Como mínimo son de 6 mm².
- En un sistema TN-C (conductor PEN) sólo se necesita la instalación de VAL... para las fases L1, L2 y L3.
- VAL... puede instalarse tanto en la alimentación principal como en la distribución secundaria. VAL... se instala en la alimentación principal cuando no se ha previsto ningún descargador de corrientes de rayo debido a un potencial poco peligroso para la instalación a proteger, o cuando ya se dispone de uno delante de la zona de contadores. En caso de que la instalación se efectúe en la distribución secundaria, constituye VAL... el segundo nivel de protección.
- Si VAL... se utiliza opcionalmente con contactos de indicación remota (contactos conmutados), la desconexión del elemento de protección puede señalizarse externamente.
- VAL... se utiliza en redes de corriente continua y alterna con tensiones de servicio máximas hasta la tensión de dimensionamiento de los descargadores (ver catálogo).
- Para el circuito "3+1" prescrito para el sistema de alimentación de corriente TT, el programa de descargadores contra sobretensiones TRABTECH de Phoenix Contact ofrece soluciones de fácil instalación. Se dispone de dos variantes: VAL-CP-3S... con tan sólo una anchura de 12 mm por canal (fig. 6.2.2-2) y VAL-MS-3+1... con 17,5 mm canal, conforme a 1TE (fig. 6.2.2-3). De esta manera, tanto el circuito "3+1" como los bloques de descargadores pueden utilizarse también con ventajas en el sistema de alimentación de corriente TN-S.

6.2.3 Protección de aparatos tipo 3

La protección de aparatos, que continua reduciendo la tensión residual restante y adicionalmente limita la tensión transversal puede realizarse con descargadores de tipos de construcción y condiciones de conexión diferentes del programa TRABTECH de Phoenix.

La protección de aparatos se conecta generalmente en serie en la alimentación de corriente. Los descargadores se han concebido de forma que los elementos descargadores pueden disponerse, tanto entre las fases respectivamente conductor de neutro y tierra (PE) como entre los conductores activos L y N.

- En la conexión en serie de los descargadores para la protección de aparatos tienen que considerarse las corrientes de servicio máximas.



Fig. 6.2.2-2: Bloque de descargadores VAL-CP-3S...



Fig. 6.2.2-3: Bloque de descargadores VAL-MS...3+1

6.2.4 Acción combinada de los diferentes tipos de descargadores en la alimentación de corriente

Para las distancias de los descargadores instalados en el camino de línea entre descargador de corrientes de rayo tipo 1, descargador de sobretensiones tipo 2 y protección de aparatos tipo 3, son válidas las longitudes indicadas en la fig. 4.1-3. Sólo una protección mediante descargador de corrientes de rayo no es suficiente en ningún caso. Como mínimo tiene que instalarse un segundo nivel de protección, realizado con descargadores de sobretensiones, en la misma o subsiguiente distribución. Si no se dispone de una longitud de línea de 10 m entre el descargador de corrientes de rayo y el descargador de sobretensiones, los descargadores FLASHTRAB compact FLT-CP... (fig. 6.2.4-1) ofrecen una solución ideal tanto en el aspecto técnico como económico. En esta combinación de descargadores, los descargadores de corrientes de rayo y los descargadores de sobretensiones están conectados directamente en paralelo sin separación. Esto es posible, ya que en la combinación de descargadores de corrientes de rayo gatillados se utiliza una tensión de cebado muy baja. La tecnología de esta conexión se denomina AEC (Active Energie Control). De esta manera se mejora la acción combinada de los descargadores esencialmente frente a la coordinación de descargadores mediante longitudes de línea necesarias. El esquema de conexión se ha representado en la fig. 6.2.4-2.



Fig. 6.2.4-1:
Combinación de descargadores enchufables FLASHTRAB compact tipo 1+2

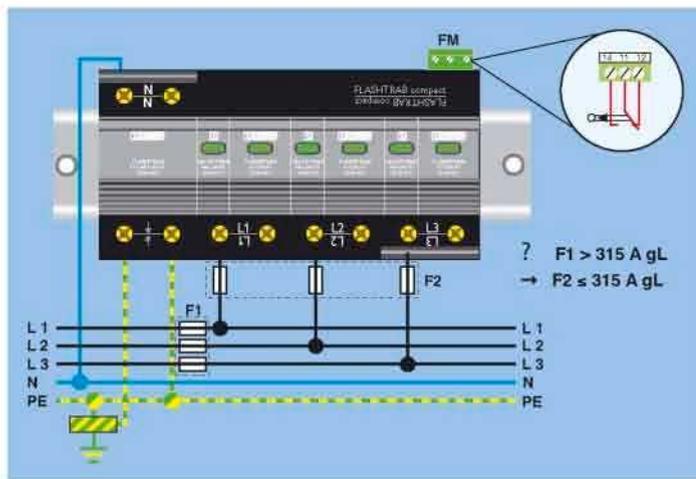


Fig. 6.2.4-2:
Instalación coordinada de descargadores del tipo 1 y tipo 2 en tecnología AEC con FLASHTRAB compact

Si el aparato a proteger (volumen a proteger) presenta una distancia superior a 5 m de la distribución a alimentar, o si se precisa un nivel de protección superior con tensiones residuales inferiores, tiene que preverse una protección de aparatos adicional. El desacoplamiento entre el descargador de sobretensiones instalado en la distribución y la protección de aparatos tiene que realizarse mediante un camino de línea mínimo de 5 m.

Adicionalmente a la conducción del conductor de tierra (PE) ya existente en la alimentación de corriente, se aconseja realizar una conexión equipotencial entre las distribuciones secundarias – en las instalaciones industriales hasta el volumen a proteger. Por lo tanto, cada distribución secundaria debería presentar, para la conexión de los descargadores de sobretensiones, una barra de conexión equipotencial conectada con las demás barras de conexión equipotencial a través de un sistema de cables equipotencial separado y a través de tierra (PE). El sistema de conexión equipotencial debería efectuarse en forma de malla, es decir, de baja resistencia. Los cables equipotencial tienen que presentar una sección mínima de $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

6.2.5 Acción combinada de descargadores de sobretensiones con interruptores de protección RCD

El empleo de interruptores de protección RCD resistentes a corrientes transitorias es condición previa para una instalación de descargadores de sobretensiones. Los descargadores de sobretensiones tienen que instalarse fundamentalmente delante de los interruptores de protección RCD, visto desde el lado de la alimentación. De esta manera, la corriente transitoria se deriva a tierra delante del interruptor de protección RCD. Por tanto, se minimiza la reacción del interruptor de protección así como los desperfectos.

Si los interruptores de protección RCD disponen de bornes Biconnect y no exceden el paso de 17,5 mm tal como los descargadores de sobretensiones VAL-CP / VAL-MS..., puede realizarse una instalación práctica y económica con sistemas de puenteado adecuados.

6.3 Indicaciones de instalación para módulos de protección en instalaciones de medida

- Todos los descargadores concebidos con circuitos de protección de varios niveles que se insertan en serie en el circuito de corriente están marcados con las denominaciones "IN" y "OUT" (fig. 5.2-5). "IN" representa siempre el lado no protegido e indica el sentido de donde se espera que provenga la sobretensión. El lado protegido "OUT" indica el sentido del volumen a proteger (ver capítulo 4.2.4 "Construcción y funcionamiento de descargadores").

Los descargadores para circuitos de medida tienen que elegirse en el catálogo TRABTECH a partir de 5 V DC para diferentes tensiones nominales. En la transmisión de señales de tensión, la tensión nominal del descargador se rige según la magnitud de la señal de tensión. En los bucles de corriente (p.ej. de 4–20 mA), la tensión real que se presenta es función de la resistencia total del circuito de corriente. Esta resistencia se denomina a menudo carga "RB".

De esta manera, la tensión para elegir el descargador se obtiene de:

$$U = R_B \cdot 20 \text{ mA}$$

Si con la fórmula para el cálculo de la tensión se obtiene un valor que no corresponde con uno de los valores de tensión nominal de los descargadores ofrecidos, debe elegirse el descargador con el valor de tensión nominal superior que sigue. Los descargadores de sobretensiones del programa TRABTECH son de igual modo apropiados para AC (corriente alterna) y DC (corriente continua). Mediante el tipo del componente queda determinado el circuito para el descargador. Diferencias entre componentes de igual tipo, se dan sólo en las tensiones de servicio y niveles de protección. Las indicaciones para la tensión nominal AC y DC se diferencian únicamente mediante el factor de conversión.

$$U_{nom} = \sqrt{2} \cdot U_{efectiva}$$

De tal modo, un PLUGTRAB PT de 24 V puede utilizarse también en sistemas hasta 34 V DC.

- La acción de protección necesaria sólo se consigue al efectuar la unión de la conexión PE/PAS del volumen a proteger directamente con el pie o punto de puesta a tierra del descargador. La fig. 6.3-1 muestra la conexión correcta. Atención: Al conectar el módulo de protección con el volumen a proteger, tal como indica la fig. 6.3-2 se obtiene de nuevo una alta sobretensión como tensión longitudinal debido al camino que recorre la corriente de derivación a PAS según la fórmula

$$u = L \cdot di/dt.$$

Debido a la conexión a tierra separada, esta tensión sería conducida al equipo electrónico.

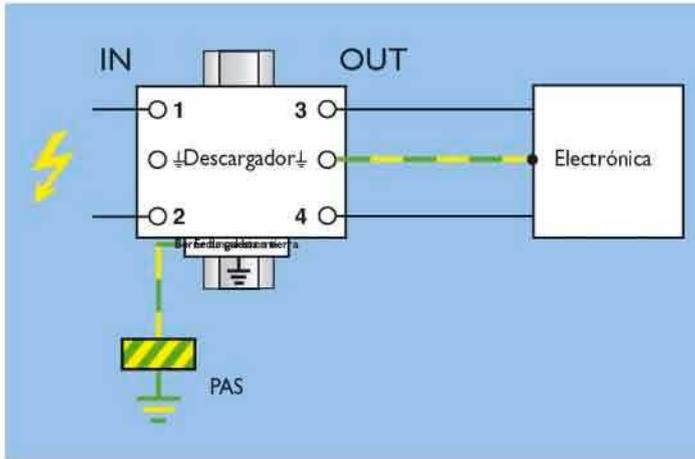


Fig. 6.3-1:
Conexión PE/PAS correcta

- Los descargadores de sobretensiones rellenos de gas sólo pueden interrumpir corrientes hasta un valor determinado. En caso de reacción del descargador se tiene que calcular, para una tensión nominal = 12 V DC y corrientes nominales = 100 mA, corrientes repetitivas de la red demasiado altas. En estos circuitos tiene que insertarse un fusible delante del descargador como ayuda de extinción. La corriente nominal para este fusible se rige según la capacidad de corriente de servicio máxima del descargador.

6.4 Indicaciones de instalación para módulos de protección en instalaciones técnicas de información

La elección y la instalación de módulos de protección contra sobretensiones para las instalaciones técnicas de información es relativamente sencilla. Los módulos de protección cumplen todas las exigencias referentes al sistema de transmisión de informaciones. Se eligen del catálogo TRABTECH conforme a la especificación de los interfaces y se insertan en serie en la línea.

- Los descargadores concebidos con circuitos de protección de varios niveles que se conectan en serie en el circuito de corriente están marcados con las denominaciones "IN" y "OUT" (fig. 20). "IN" representa siempre el lado no protegido e indica el sentido de donde se espera que provenga la sobretensión. El lado protegido "OUT" indica el sentido del volumen a proteger. (ver capítulo 4.2.4 "Circuitos de protección combinados").
- Los descargadores en forma de adaptador utilizados en la protección de interfaces que funcionan sin potencial de tierra, presentan en muchos casos un conductor de puesta a tierra conectado directamente con el circuito de protección. Este conductor, como muestra la fig. 6.4-1 está dispuesto en un descargador para redes Ethernet y presenta una longitud de suministro de 1,5 m. En la instalación del descargador se acorta el conductor de puesta a tierra de forma que pueda efectuarse una conexión directa en el potencial de tierra por el camino más corto. La conexión puede efectuarse prácticamente en el chasis puesto a tierra del volumen a proteger.
- En la combinación de protección para la alimentación de corriente y para la protección de interfaces de datos, tiene que cerrarse la malla de la conexión equipotencial mediante la unión de todas las conexiones de puesta a tierra, directamente delante del volumen a proteger.

La conexión conjunta de DATATRAB y MAINS-PRINTRAB está representada, a título de ejemplo en la fig. 6.4-2.

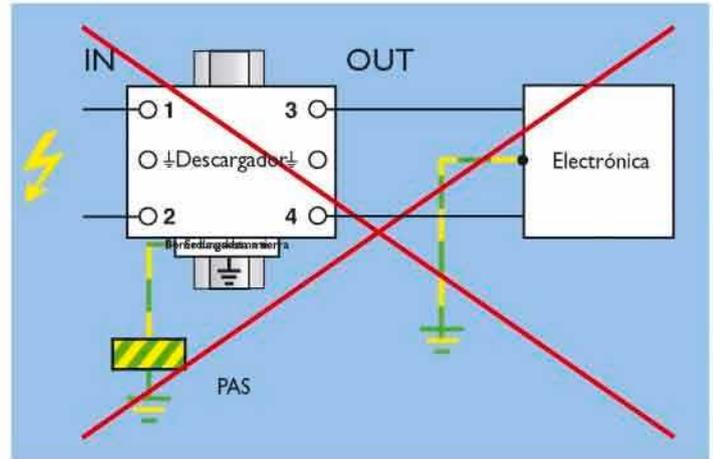


Fig. 6.3-2:
Conexión PE/PAS incorrecta



Fig. 6.4-1:
Descargadores de sobretensiones para interfaces Ethernet



Fig. 6.4-2:
Protección de aparatos para interfaces de datos y red de alimentación con DATATRAB y PRINTRAB

Ejemplos para la instalación de descargadores de sobretensiones

En las figs. 6.4-3-a hasta 6.4.9 se han representado circuitos de instalaciones de medida y de transmisión de informaciones equipados con descargadores de sobretensiones, como se dan a menudo en la práctica y que siempre pueden utilizarse de nuevo en esta configuración.

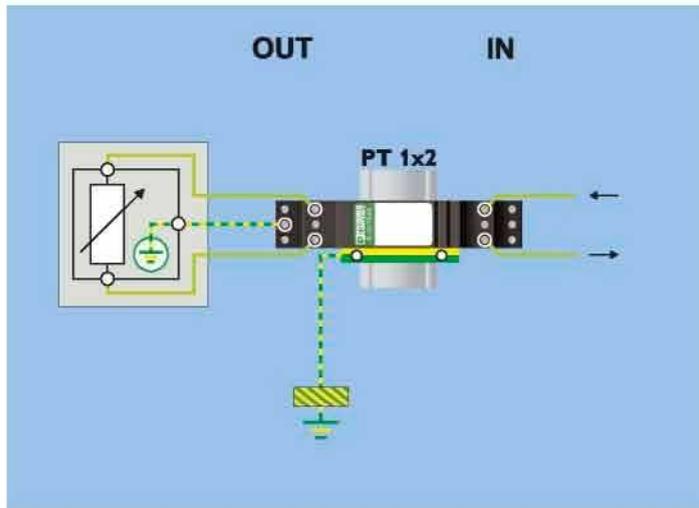


Fig. 6.4-3a: Técnica de 2 hilos - protección del sensor

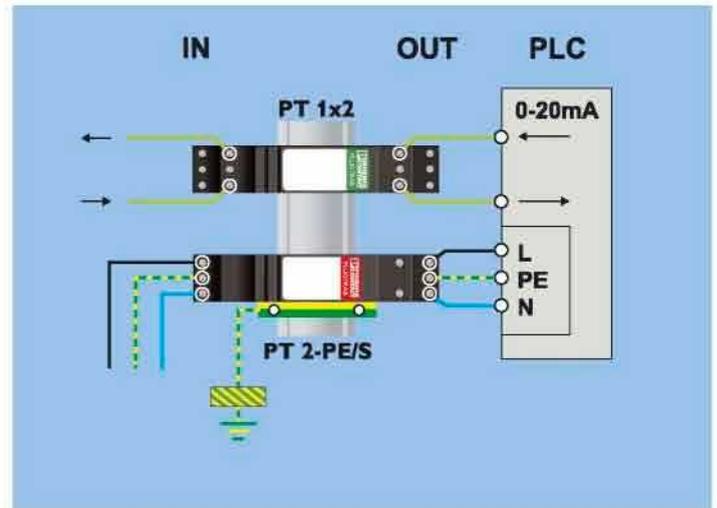


Fig. 6.4-3b: Técnica de 2 hilos - protección del control

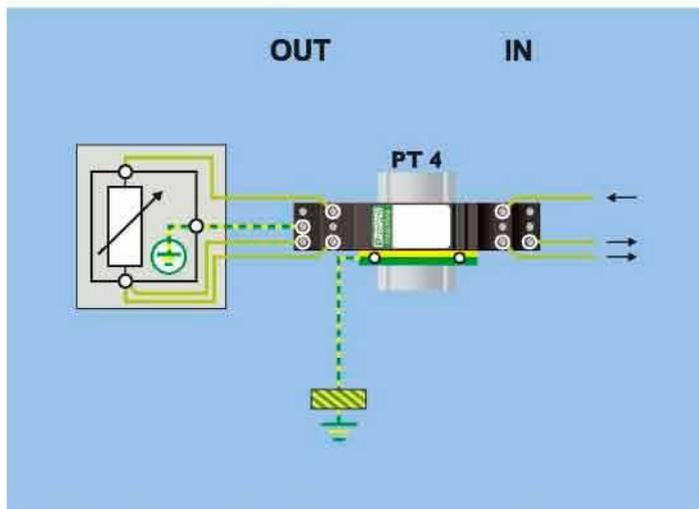


Fig. 6.4-4a: Técnica de 3 hilos - protección del sensor

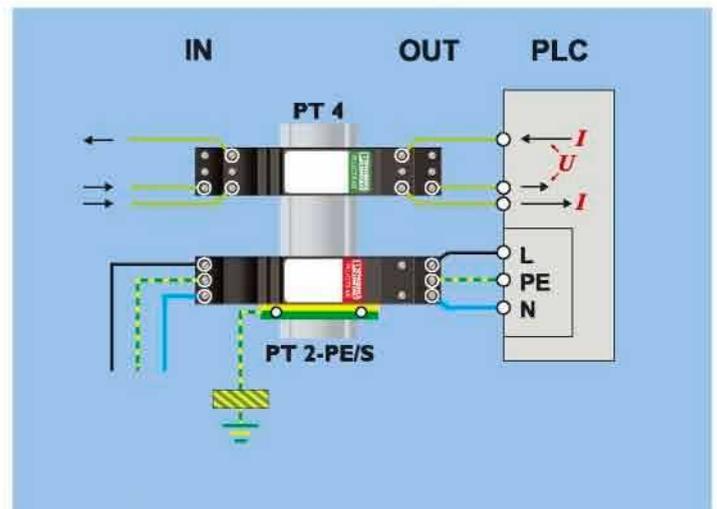


Fig. 6.4-4b: Técnica de 3 hilos - protección del control

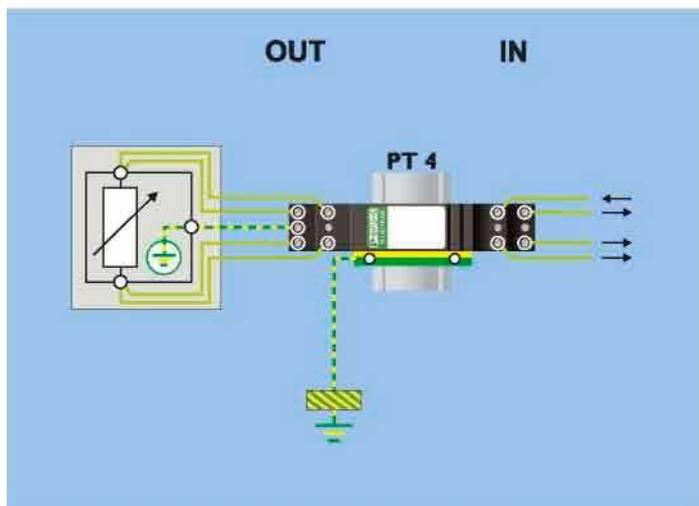


Fig. 6.4-5a: Técnica de 4 hilos - protección del sensor

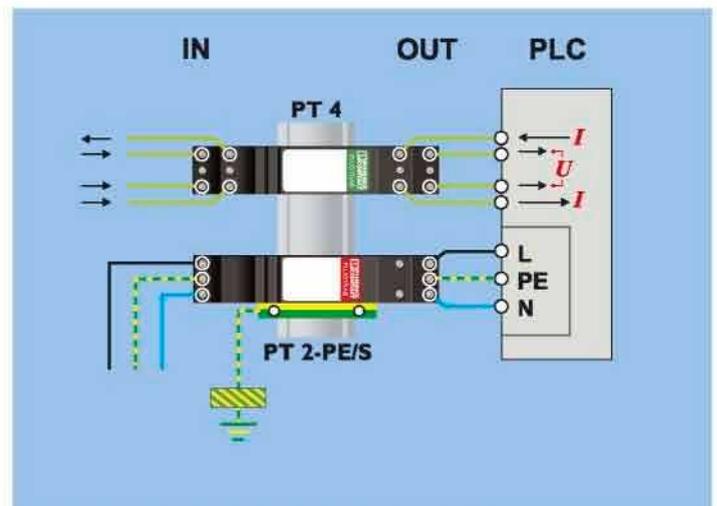


Fig. 6.4-5b: Técnica de 4 hilos - protección del control

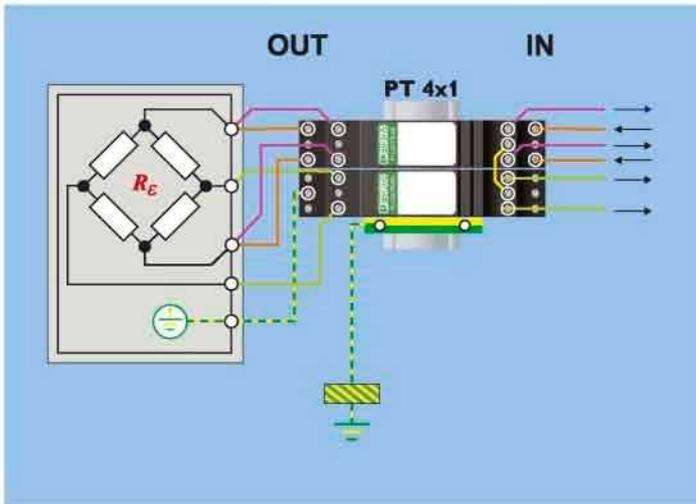


Fig. 6.4-6a: Técnica de 6 hilos - protección del sensor

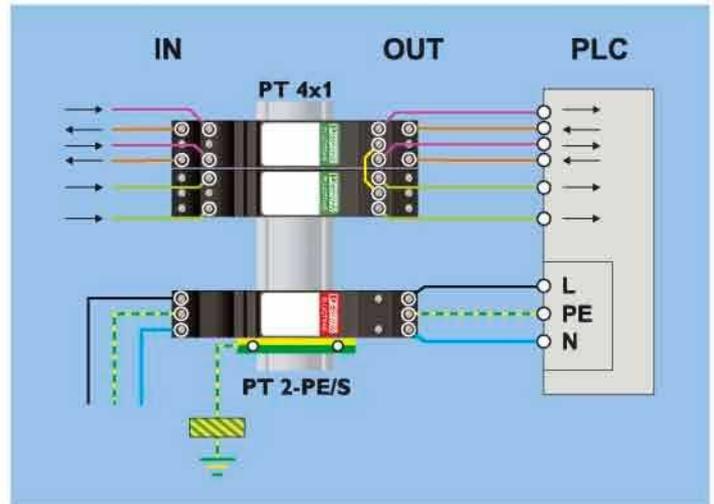


Fig. 6.4-6b: Técnica de 6 hilos - protección del control

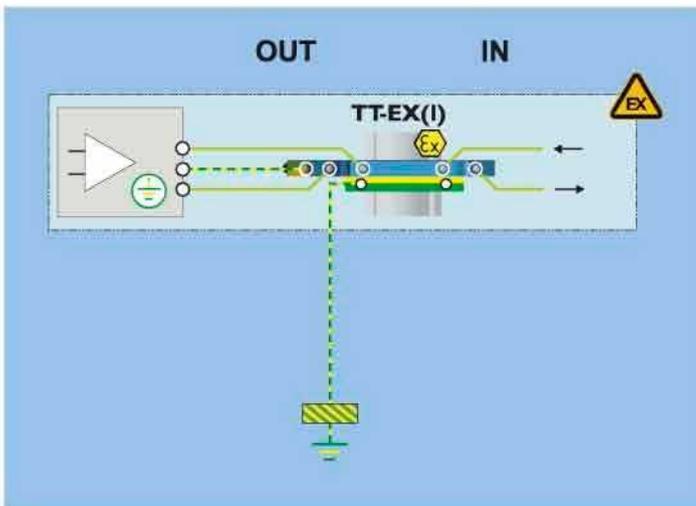


Fig. 6.4-7a: 2 hilos EX(i) - protección del sensor

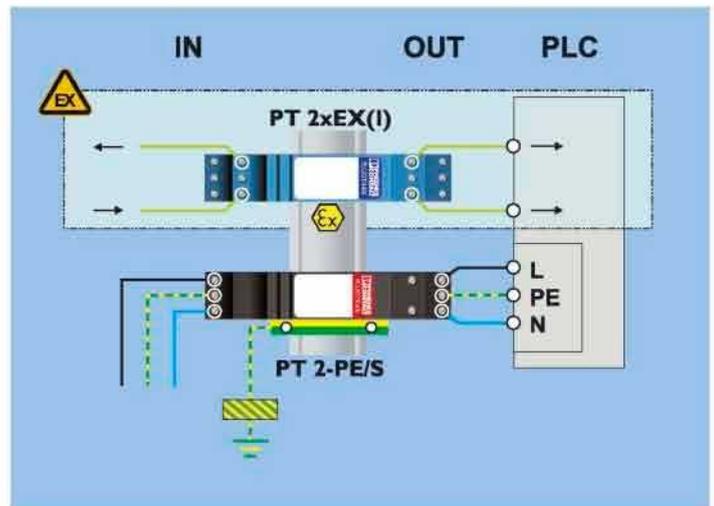


Fig. 6.4-7b: 2 hilos EX(i) - protección del control

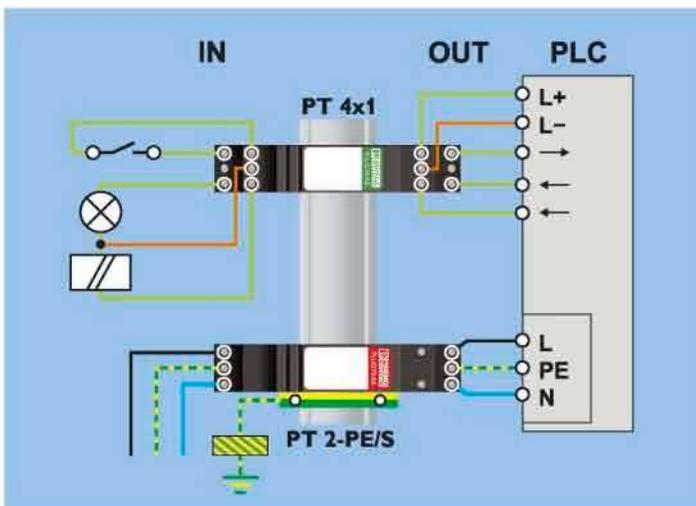


Fig. 6.4-8: Señal binaria - solución de protección PLUGTRAB

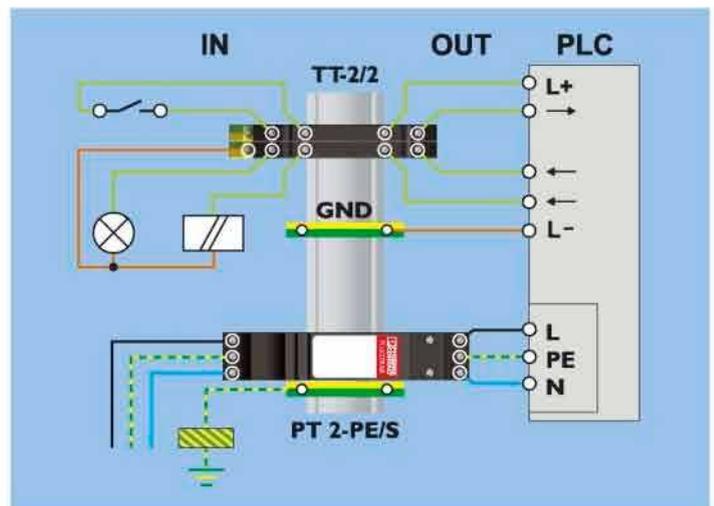


Fig. 6.4-9: Señal binaria - solución de protección TERMITRAB

7.0 Comprobación de descargadores

Los módulos de protección contra sobretensiones están sometidos a cargas de sobrecorriente muy altas. En función de la intensidad y frecuencia de tales cargas, los elementos individuales del circuito de protección pueden dañarse. Por este motivo, tiene que controlarse regularmente la capacidad funcional de los módulos de protección dispuestos en una instalación. Algunos módulos de protección están equipados con una indicación integrada que señala un defecto. De este modo se obtiene un control óptico sencillo. Sin embargo, en la práctica una verificación de descargadores de alta calidad sólo se puede realizar con un comprobador portátil.

7.1 Verificación según norma

El CHECKMASTER es un comprobador portátil para la verificación profesional de descargadores. Los parámetros de potencia de todos los elementos de un circuito de protección se verifican en cuanto al cumplimiento de los datos nominales, bajo consideración del margen de tolerancia admisible. También se evalúa el grado de divergencia dentro del margen de tolerancia. De esta forma se pueden obtener tres resultados de verificación:

- Módulo en orden
- Límite de tolerancia alcanzado. Intercambio recomendado
- Módulo DEFECTO Intercambio necesario.

Los resultados de las pruebas pueden transmitirse a un ordenador para preparación posterior y archivo o imprimirse directamente. La comprobación de descargadores con el CHECKMASTER se realiza conforme a la norma DIN EN 62305-3.

7.2 Verificación de diferentes descargadores

Con el CHECKMASTER se verifican descargadores de las más diferentes construcciones, p.ej.:

- FLASHTRAB compact
- VALVETRAB compact
- VALVETRAB
- PLUGTRAB
- COMTRAB

Para las diferentes variantes de descargadores se dispone de adaptadores con diferentes recepciones que se colocan en el comprobador. La introducción del tipo del descargador a verificar se efectúa mediante teclado o sencillamente mediante lectura del código de barras impreso. De esta manera se define el desarrollo necesario de verificación específico del descargador.

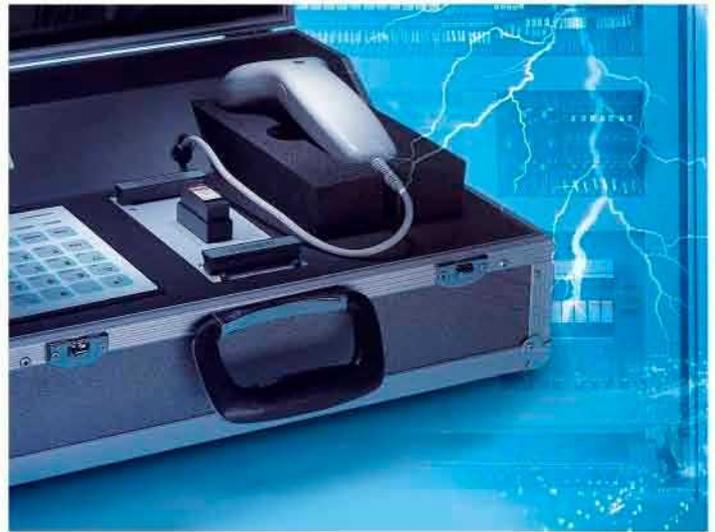


Fig. 7.2-1:
Comprobador de descargadores CHECKMASTER



Fig. 7.2-2:
Recepciones de ensayo para diferentes construcciones de descargadores

8.0 Apéndice

8.1 Observaciones finales

En este folleto se han descrito indicaciones prácticas para la planificación de conceptos de protección contra sobretensiones así como para la elección y la instalación de descargadores. Se facilitan nociones fundamentales teóricas y prácticas que hacen alusión al tema de la protección contra sobretensiones. Es importante tener en cuenta, que un buen concepto de protección contra sobretensiones, adaptado a los casos de aplicación, sólo puede utilizarse con éxito, si se efectúa una instalación profesional y de acuerdo a las normas.

8.2 Bibliografía:

Normas:

IEC 62305 - 1, 2, 3, 4

IEC 61643-1

DIN VDE 0100 - 443

DIN V VDE V 0100 - 534

DIN VDE 0100 - 540

DIN VDE 0110

DIN EN 62305 - 1, 2, 3, 4

DIN VDE 0675 parte 6

DIN VDE 0800 parte 2

DIN VDE 0843 parte 1, 2

DIN VDE 0845 parte 1

8.3 Publicaciones:

Schimanski, J. „Überspannungsschutz – Theorie und Praxis“, 2. edición enteramente refundida, **Hüthig GmbH** 2003

Wetter, M.; Schimanski, J.; Scheibe, K.
„Anwendung der EN 61643-11 am Beispiel eines Blitzstromableiters“, Vorträge der 5. **VDE/ABB-Blitzschutztagung** 11/2003

Hausmann, R. „IT-Sicherheit durch Überspannungsschutz“, **Sicherheit & Management** 04/2004

Sieker, T. „Überspannungsschutz in sicherheitsrelevanten Anlagen – Überprüfung der Überspannungsschutzgeräte nötig?“, **MSR Magazin** 04/2004

Wetter, M. „Mit mehrstufigen Schutzsystemen einfach vor Überspannungen schützen“, **etz** 10/2004

Wetter, M.; Schimanski, J.; Scheibe, K.
“Testing the Performance of Surge Protection Devices”, Proceedings Volume II, **ICLP Avignon** 09/2004
Heckler, H. „Evolution oder Revolution – Lösungen für den Überspannungsschutz von Stromversorgungsanlagen“, **eA elektro AUTOMATION** 03/2005

Schimanski, J.; Heckler, H.; Wetter, M. „Ableitvermögen und Ansprechverhalten von Blitzstromableitern“, **etz** 08/2005

Heckler, H. „Modularer Blitz- und Überspannungsschutz“, **ep Elektropraktiker** 09/2005

Wetter, M.; Schimanski, J.; Scheibe, K. „Ableiterprüfung im Rahmen der Prüfung und Wartung von Blitzschutzsystemen“, Vorträge der 6. **VDE/ABB-Blitzschutztagung** 11/2005

Fritzemeier, B. „Überspannungsschutz für Brandmeldeanlagen“, **de Der Elektro- und Gebäudetechniker** 13-14/2005

Hausmann, R. „Überspannungsschutz für EDV-Anlagen“, **de Der Elektro- und Gebäudetechniker** 03/2006

Información detallada de los productos presentados y del mundo de soluciones de Phoenix Contact se encuentra en el catálogo online en español

www.phoenixcontact.com



O consúltenos directamente.

Alemania:

PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG
D-32823 Blomberg, Germany
Teléfono: ++/52 35/3 00
Telefax: ++/52 35/31 07 99
www.phoenixcontact.com

España:

PHOENIX CONTACT, S.A.
Parque Tecnológico de Asturias,
parcelas 16-17
E-33428 LLANERA (ASTURIAS)
Tel: +34 98 579 1636
Fax: +34 98 598 5559
www.phoenixcontact.es
e-mail: info@phoenixcontact.es
Fax Hotline: 900 150 782

Argentina:

PHOENIX CONTACT S.A.
Av. Fondo de la Legua 936/54
(B1640EDO) - Martínez - Pcia. de Buenos Aires
Tel: (54 11) 5353-2000
Fax: (54 11) 5353-2050
www.phoenixcontact.com.ar
e-mail: info@phoenixcontact.com.ar

Chile:

PHOENIX CONTACT S.A.
Av. Del Parque 4928, Of. 123
Huechuraba - Santiago - Chile
Tel: (56 2) 652 2000
Fax: (56 2) 652 2050
www.phoenixcontact.cl

México:

PHOENIX CONTACT S.A. DE C.V.
Newton No. 293 - 1o. Piso
Colonia Chapultepec Morales
Delegación Miguel Hidalgo
México, D.F., 11570
Tel: (52) 55 1101-1380
Fax: (52) 55 5531-0194
www.phoenixcontact.com.mx



Técnica de conexión industrial,
Sistemas de marcado y material de montaje

CLIPLINE



Conectores industriales

PLUSCON



Técnica de conexión para placas
de circuito impreso y cajas para
electrónica

COMBICON



Protección contra
sobretensiones

TRABTECH



Convertidores de señales, aparatos de
distribución, fuentes de alimentación

INTERFACE



Componentes y sistemas

AUTOMATION