

## **CONCEPTO DE DESCARGA ATMOSFÉRICA**

Se estima que en nuestro planeta existen simultáneamente unas 2000 tormentas y que cerca de 100 rayos descargan sobre la Tierra cada segundo. En total ello representa unas 4000 tormentas diarias y unos 9 millones de descargas atmosféricas cada día.

Las descargas atmosféricas son impredecibles. En tan sólo millonésimas de segundo los rayos pueden descargar intensidades de 200 kA (ocasionalmente 500 kA), con una energía total que podría elevar el trasatlántico Queen Elizabeth II unos 50 cm sobre el agua. La energía media disipada por unidad de longitud del canal de descarga formado por un simple rayo es de  $10^5$  J/m, equivalente a unos 100 kg. de dinamita. Llega a alcanzar longitudes de unos 3 km., una potencia de 20 billones de vatios y una temperatura de 30.000 °C. Las tensiones que se ponen en juego en las descargas atmosféricas, según las estimaciones más verosímiles, son del orden de 5 a 10 kV/cm.

De todo ello se deduce que la energía de la descarga es relativamente pequeña por el corto período de tiempo que entra en juego. Sin embargo, la potencia es grande dado que los valores de tensión e intensidad son muy elevados y el del tiempo, muy pequeño. La cantidad de electricidad que interviene en este fenómeno está comprendida entre 10 y 20 culombios.

## **PROTECCIÓN CONTRA LA SOBRETENSIÓN: IMPRESCINDIBLE PARA CUALQUIER EQUIPO ELECTRÓNICO**

Las instalaciones electrónicas, el proceso de datos, los ordenadores, los sistemas de CAD/CAM, los aparatos de medición, control y regulación, etc. constituyen una parte cada vez más importante y necesaria de nuestra vida hasta el punto de que parecería indispensable no poder contar con ellos en la mayoría de los procesos de producción, de los centros informáticos, en la construcción o la administración e incluso en el ámbito de la vida privada.

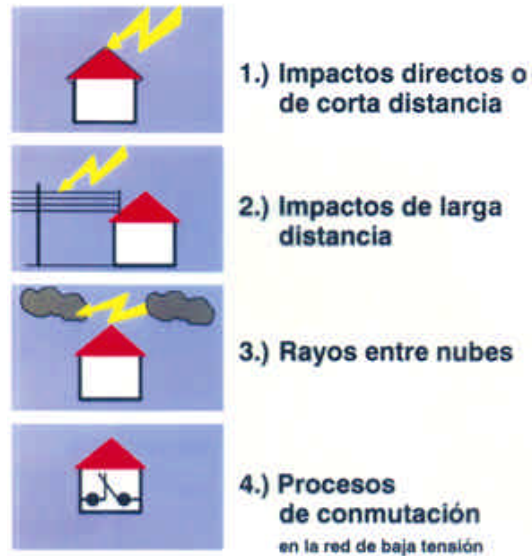
En el corazón de tales instalaciones se encuentran circuitos electrónicos altamente integrados que concentran en unos milímetros cuadrados miles de unidades funcionales distintas. Se esconde allí toda la potencia del proceso pero también la vulnerabilidad del mismo, pues un fallo en los equipos significará para la empresa pérdidas financieras importantes.

Entre los potenciales factores de interferencia más peligrosos para cualquier instalación que se precie, se encuentra el fenómeno de las sobretensiones. Las perturbaciones atmosféricas o los procesos de conmutación en las redes de alimentación pueden provocar gravísimos daños a la instalación y fallos en la producción. Dichos daños materiales y los derivados de tales fallos se evalúan en centenares de miles de millones de pesetas. Incluso una sobretensión muy pequeña, de menos de 10 V puede tener como consecuencia la destrucción de elementos cada vez más sensibles y el colapso total de una instalación.

Para evitar tales problemas, conviene tomar medidas preventivas en cuanto a seguridad, capaces de garantizar la capacidad de funcionamiento de todas las partes de la instalación existentes en los edificios aun en el caso de que se vean afectados por los más elevados fenómenos de sobretensiones.

Con esta orientación se crea un extensísimo programa de elementos de protección contra sobretensiones basados en vías de chispas, descargadores abiertos, de contorno deslizante, de gas, varistores y diodos supresores cuya adecuada combinación en la red dará lugar a la más elevada de las protecciones.

## CAUSAS SOBRETENSIONES



### 1.- Impacto directo

Si el rayo alcanza directamente el edificio, todos los elementos conductores se encuentran en cuestión de microsegundos sometidos a un potencial muy elevado. Una corriente igualatoria altamente destructiva fluye desde las partes conectadas a tierra de los equipos hasta el sistema de alimentación de la red de datos o de bajo voltaje. Al mismo tiempo, pueden inducirse altos voltajes en los bucles de conductores incluso no conectados a la conexión equipotencial.

### 2.- Impacto lejano

Incluso si el propio edificio no ha sido alcanzado, existe el efecto del rayo que, con sus ondas transitorias y sus amplitudes de alto voltaje, se propagan a lo largo de la línea de alimentación casi con la velocidad de la luz, poniendo en peligro cualquier sistema electrónico. Puede ocurrir que incluso antes de que se oiga el trueno ya pueden estar dañados los sistemas de procesos de datos, los ordenadores, sistemas de medición, control y regulación, los televisores, cadenas HIFI, etc.

### 3.- Rayos entre nubes

Si se ha alegrado de ver que el rayo no alcanzaba la tierra sino que rebotaba de nube a nube se ha alegrado demasiado pronto porque los rayos de nube a nube descargan sobre la tierra cargas de reflexión y generan a la velocidad de la luz unas ondas transitorias sobre las redes eléctricas y las líneas de datos, siendo el resultado el mismo del apartado anterior.

### 4.- Operaciones de conmutación

Cuando una instalación se avería sin que la haya alcanzado ningún rayo, puede haber sido por otra causa. Operaciones de encendido y apagado de la compañía eléctrica suministradora, conmutación de cargas inductivas o capacitivas, así como contactos a tierra accidentales o cortocircuitos en la red de alimentación eléctrica pueden generar picos de corriente.

## MODO DE FUNCIONAMIENTO GENERAL

La filosofía general de funcionamiento de este tipo de dispositivos supresores situados en paralelo con el equipo que van a proteger es la siguiente: en estado normal, los elementos presentarán una impedancia lo más elevada posible de modo que su presencia no altere el funcionamiento de la línea. Llegado un cierto nivel de tensión superior a la tensión nominal de la red, el protector pasa a ser de baja impedancia y deriva a tierra protegiendo así los equipos de la instalación.

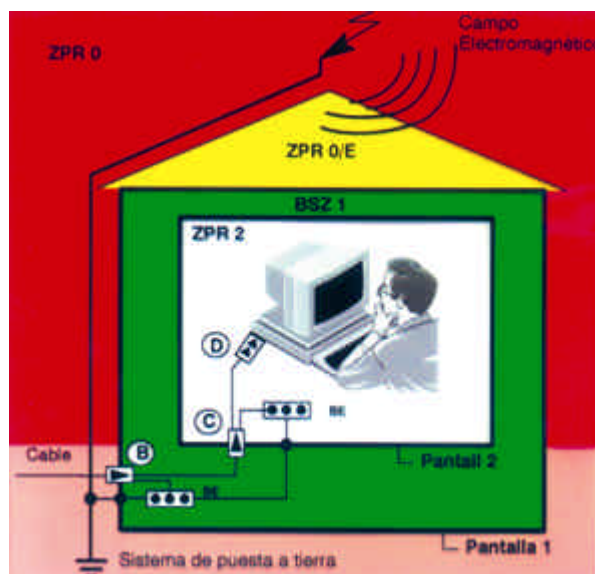
Dos de los parámetros que determinarán los elementos que se van a colocar en la instalación son la Intensidad máxima de descarga ( $I_{m\acute{a}x}$ ) y la Tensión residual ( $U_p$ ). El primero de ellos,  $I_{m\acute{a}x}$ , es el valor de la corriente en Amperios que es capaz de descargar a tierra un protector sin resultar averiado, mientras que el segundo,  $U_p$ , es el valor máximo de la tensión en los bornes del descargador cuando fluye la corriente de descarga.

Un descargador ideal sería aquel que tuviese una capacidad máxima de descarga y una mínima tensión residual. Conseguir alto poder de descarga y mínimo valor de la tensión residual en un mismo protector es prácticamente imposible, por lo que la utilización de un único equipo no asegura la protección de toda la instalación. Debido a ello se emplearán varios descargadores de forma coordinada que permitirán alcanzar el nivel de protección deseado.

## NIVELES DE PROTECCIÓN

Se puede establecer una clasificación de tres niveles de protección, contra los efectos de los rayos tanto directos como indirectos: el nivel primario está constituido por los sistemas de pararrayos, terminales aéreos, estructuras metálicas, blindajes y tomas de tierra; el nivel secundario sería el necesario a nivel de la alimentación del equipo o sistema, y se dividirá, a su vez en dos subniveles: general y medio en el que se utilizarán descargadores de clases B y C; el terciario sería a nivel de circuito impreso y componentes electrónicos y recibe la denominación de protección fina. Los elementos protectores empleados en esta caso son los de tipo D, que describiremos más adelante.

Un esquema de la situación expuesta se puede ver en el esquema siguiente en el que se describen los distintos tipos de zonas de protección y los descargadores utilizados en cada caso.



- LPZ  $0_A$ : Zona donde los objetos están sujetos a impactos directos, por lo que pueden tener que soportar todo el impulso de corriente de rayo. No existe atenuación del campo electromagnético.
- LPZ  $0_B$ : Zona donde los objetos no están sujetos a impactos directos, pero en la que no existe atenuación del campo electromagnético.
- LPZ 1: Zona donde los objetos no están sujetos a impactos directos y el valor de la corriente en los elementos conductores es menor comparada con la zona  $0_B$ . En esta zona el campo electromagnético está también atenuado y la atenuación depende del tamaño del apantallamiento.

Zonas subsiguientes (LPZ 2, etc.):

- Si se requiere una reducción de corriente o una atenuación del campo electromagnético mayor, se requerirán zonas subsiguientes de protección que permitan reducir dichos valores.

Nos vamos a centrar en los protectores utilizados para los niveles de protección secundaria y terciaria

## LIMITADORES DE SOBRETENSIONES

Los tipos de limitadores de sobretensiones más habituales son los que se describen a continuación:

- Descargadores: abierto, de contorno deslizante y de gas
- Varistor de óxido de zinc
- Diodos supresores

Los descargadores abiertos se usan en protecciones secundarias. En ellos el aire ambiente se usa como dieléctrico. La tensión de encendido del descargador no puede definirse exactamente pues depende de la humedad o de las impurezas del aire. Generalmente los descargadores abiertos sólo se utilizan en las instalaciones en las que se permite una tensión residual relativamente alta, por ejemplo en instalaciones de pararrayos. Después del paso del transitorio de sobretensión, la conducción cesa y el aislamiento original se reinstaura.

Par la red existen los descargadores abiertos o de contorno deslizante con electrodos de cobre-wolframio separados por un plástico muy especial que gasea cuando el arco voltaico se encuentra muy cercano al mismo provocando una cierta corriente de aire que empuja al arco voltaico hacia fuera provocando el apagado de la repetición de la red. Al cesar el impulso perturbador el arco voltaico se extingue y la acción aislante del descargador queda de nuevo restablecida. Tiene una tensión de encendido relativamente alta de unos 2 o 3 kV y depende insignificativamente del impulso perturbador.

Un descargador de gas, por su parte, está formado por un tubo de cerámica o de cristal en el que se encuentran dos electrodos. La cámara del tubo está llena de gas noble (generalmente argón o neón) y se encuentra a una determinada presión. La composición del gas noble permite un mecanismo de encendido, se inicia un proceso de ionización por el cual la resistencia de la descarga de gas pasa de alta a baja. Después del encendido, cuando se tiene energía suficiente en el impulso de encendido, tiene lugar la descarga total.

La posibilidad de que el gas permanezca ionizado depende de la tensión de servicio del sistema y de la corriente de seguimiento. La corriente de seguimiento en los descargadores de gas es la intensidad que circula a través de suyo mientras está descargando y ésta se origina cuando la distancia de descarga en el descargador de gas es de baja resistencia y la corriente de la red normal pasa a través del descargador de gas, o bien, aumenta su valor, debido a que el descargador de gas ha pasado a tener una resistencia más baja que la impedancia de la carga. Si el descargador de gas no puede interrumpir independientemente la corriente de la red, debe insertarse un fusible entre el descargador de gas y la red o bien un varistor en serie.

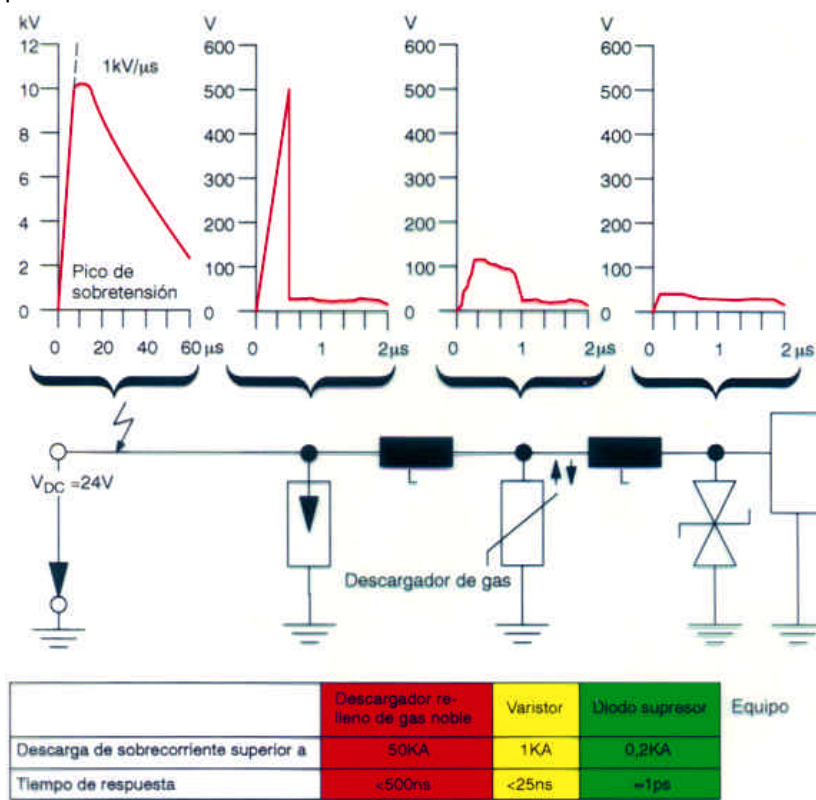
Los varistores son resistencias no lineales cuyo valor desciende con la tensión en sus extremos. Son limitadores bipolares y existen dos tipos: los de carburo de silicio y los de óxido de zinc. Estos tienen mejores características de intensidad/tensión que los primeros.

Un varistor de óxido de zinc se compone de granos de ZnO cimentados en otros granos de óxido metálicos. El óxido de zinc es un semiconductor de tipo N, que limita con los demás óxidos metálicos de tipo P. El comportamiento eléctrico del varistor de óxido de zinc queda, pues,

limitado por el número de contactos PN, dispuestos en paralelo y en serie. Al sobrepasar las tensiones de conducción en los límites de los granos individuales, el varistor pasa a ser conductor. Su tiempo de respuesta es más rápido que el de un descargador de gas, pero más lento que el de un diodo supresor de silicio.

Los diodos supresores de silicio son uniones PN caracterizadas por su aguda característica de avalancha, por su alta capacidad de supresión de sobretensiones, por su extremadamente rápida respuesta y por su baja resistencia de conducción. Las corrientes de derivación de estos componentes pueden ser como máximo de varias centenas de amperios.

La forma en que son utilizados en la red se describe a continuación:



### PROTECCIÓN GENERAL DE LÍNEAS: descargadores de corrientes de rayo

#### LA 60-B, LA 25-B.

Los descargadores de corrientes de rayo tipo LA 60-B y LA 25-B están diseñados para la protección de la alimentación general y protege tanto ante descargas remotas como ante impactos directos de los rayos con corrientes transitorias de hasta 100 kA (8/80).

El funcionamiento está basado en descargadores de contorno deslizante y sus valores característicos son los que se describen a continuación:

- Tensión nominal: 230 V / 50-60 Hz
- Máxima tensión continua en funcionamiento: 400 V AC
- Nivel de tensión residual  $U_r$ : < 4 kV
- Tiempo de respuesta: < 100 ns
- Capacidad de descarga (10/350):
  - LA 60-B 60 kA
  - LA 25-B 25 kA
- Fusibles para evitar cortocircuito:
  - LA 60-B 250 Agl



V25-B

Los descargadores de corriente de rayos tipo V25-B están basados en varistores de óxido de zinc muy efectivos con fuertes características no lineales lo cual permite una máxima protección frente a sobretensiones de alta energía. Incluso con cargas elevadas de 100 kA/10 As, el nivel de protección está por debajo de 2 kV. Por lo tanto el descargador resiste corrientes parciales de rayos de impactos directos.

En caso de exceso de sobretensión, el desconectador incorporado desconecta el descargador defectuoso de la red y avisa mediante un indicador rojo en la ventana de inspección.

Por otra parte estos elementos tienen módulos de señalización para indicar el fallo de los componentes a distancia. Estos módulos son de tres tipos:

- Módulos de señalización remota tipo FS, cuyo funcionamiento está basado en un relé que envía una señal remota en caso de fallo de una fase del descargador.
- Módulos de señalización acústica tipo AS, que informan de un posible fallo con un tono de alarma de alta frecuencia.
- Módulos de señalización tipo FS-SÜ que vigila las tres fases del descargador y la funcionalidad de los fusibles.

Los parámetros característicos de este tipo de elementos son los siguientes:

- Tensión nominal: 230 V / 50-60 Hz
- Máxima tensión continua en funcionamiento: 350 V AC
- Nivel de tensión residual  $U_r$ : < 2 kV
- Tiempo de respuesta: < 100 ns
- Capacidad de descarga (10/350): 7 kA
- Fusibles para evitar cortocircuito: 160 Agl

**PROTECCIÓN MEDIA DE LÍNEAS: descargadores de sobretensiones**V 20-C

El funcionamiento de este tipo de dispositivos es completamente análogo al anterior pues está basado en varistores de óxido de zinc, siendo la capacidad de descarga menor a la del V25-B. Está pensado para proteger ante fenómenos transitorios causados por tormentas o procesos de conmutación.

Este elemento asegura tiempos de respuesta muy cortos y niveles de protección del orden de 1.3 kV con capacidades de descarga según la curva 8/20 de 15 kA y ciclos de vida muy elevados.

Del mismo modo que el V25-B posee tres dispositivos de señalización - FS, AS y FS-SÜ- que permiten controlar en todo momento el estado del descargador

Las características técnicas de estos elementos son las que se describen a continuación:

- Tensión nominal: 230 V / 50-60 Hz
- Máxima tensión continua en funcionamiento: 350 V AC
- Nivel de tensión residual  $U_r$ : < 1,3 kV
- Tiempo de respuesta: < 100 ns
- Capacidad de descarga (8/20): 15 kA
- Fusibles de corto: 100 Agl



## PROTECCIÓN FINA DE REDES: ¡UN APARATO PARA CADA APLICACIÓN!

OBO Bettermann presenta un programa de protectores para líneas de alimentación de los equipos de la red realmente extenso con un aparato para cada aplicación:

- **SUPRESOR ENCHUFABLE EP 220-D:** Base protectora basada en descargadores de gas y varistores que se conecta directamente en cualquier schuko con toma de tierra y es apropiada para proteger contra las sobretensiones de la red un módem, terminal, PC, aparato de laboratorio o bien cualquier otro sistema electrónico sensible.
- **SUPRESOR ENCHUFABLE COMINADO ANS-D:** Base protectora basada en 1 varistor y un descargador de gas, que dispone de dos conexiones a las tomas de radio y TV, así como una conexión a la toma de corriente del equipo a proteger. Por lo tanto está destinado a proteger las sobretensiones provenientes tanto de la red como de la antena.
- **PROTECCIÓN ENCHUFABLE PARA PC CNS-D:** Protege contra las sobretensiones ordenadores, monitores e impresoras, así como los equipos conectados en paralelo a las bases dobles o triples en las que se haya instalado el protector.
- **BASE MÚLTIPLE PROTEGIDA CNS 3-D:** Base múltiple protectora basada en descargadores y varistores, idónea para puestos de trabajo en la que haya que proteger al mismo tiempo varios equipos: por ejemplo, PC, monitor e impresora.
- **SUPRESOR EMPOTRABLE EN CAJA DE MECANISMOS SNS-D:** Es un supresor empotrable entre la caja de mecanismos y la toma de corriente de la red que protege ante las sobretensiones de la red mediante la adecuada combinación de descargadores, varistores y diodos. Su uso es apropiado en aquellos casos en que queremos hacer imperceptible la presencia del protector.
- **PROTECTORES SOBRE CARRIL VF 230-AC, VF 230-AC-FS:** Es un supresor de sobretensiones para su instalación sobre carril en el correspondiente cuadro de distribución. Formado por descargadores de gas y varistores protege los más delicados sistemas de control, circuitos de señales e instalaciones informáticas.



EP220-D, CNS-D



CNS 3-D



SNS-D



VF 230-AC

## PROTECCIÓN DE LÍNEAS DE DATOS

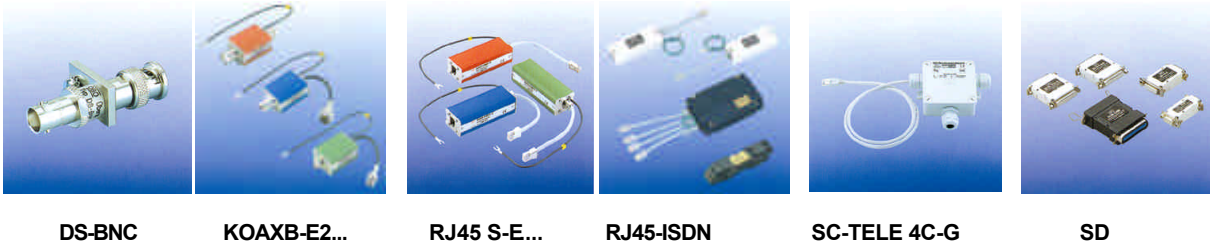
También en este grupo la gama de protectores es realmente extensa: se presenta un supresor de sobretensiones para cada par red-conector. Así, existen dispositivos para las redes RS 232 y 422, Ethernet o Token Ring, con conectores RJ 11, RJ 45, Coaxiales o Sub-D, sólo por mencionar algunos.

Estos supresores de los que hablamos quedan representados en el siguiente grupo de artículos:

- **PROTECTORES PARA LÍNEAS COAXIALES S-UHF, DS-BNC, DS-N:** son elementos de protección coaxiales para proteger líneas que operan a altas frecuencias. Su funcionamiento

se basa en descargadores de gas, lo cual permite una gran capacidad de transmisión y su atenuación a frecuencia es del orden de 0,8 dB.

- **PROTECTORES PARA LÍNEAS DE DATOS KOAX, TWINAX:** Son supresores de sobretensiones para la protección fina de aparatos informáticos que operan en redes Ethernet 10 Base 2, 10 Base 5 o Twinaxiales y conectores BNC o N.
- **PROTECTORES DE LÍNEAS DE DATOS RJ 45 S-E:** Son limitadores de sobretensiones aptos para equipos conectados en redes Ethernet 10 base T o 100 Base T con conectores RJ45. Son los protectores utilizados en redes informáticas que operan con cables de categoría 5 apantallados.
- **PROTECTORES PARA CONECTORES TIPO RJ 11, RJ 45, 4RJ45:** Son limitadores utilizados en redes tipo RS 232, 422 con conectores RJ11, RJ45 y 4RJ55 para proteger las terminales conectadas a redes de comunicaciones.
- **PROTECTORES FINAS PARA INTERFACES SD:** Adaptadores indicados para proteger líneas de datos, de telecomunicaciones y bus, equipados con conectores Sub-D. El circuito protector consiste en diodos supresores que limita la corriente transitoria a valores no peligrosos.
- **CAJAS PROTECTORAS PARA INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN:** Protectores para instalaciones de telecomunicaciones idóneas para proteger las terminales y centralitas tipo RDSI contra sobretensiones que pueden producirse a cause de descargas atmosféricas o por interferencias capacitivas e inductivas.
- **PROTECTORES PARA EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES RJ11-Tele/4:** Elementos supresores desarrollados a base de descargadores de gas y diodos supresores para la protección general y fina de aparatos de telecomunicaciones.



## VÍAS DE CHISPAS

- 480, 481: Vías de chispas que sirven para separar eléctricamente partes de sistemas conductivos que no deben de conectarse el uno al otro por razones de funcionamiento. En el modelo 480 los electrodos de tungsteno y cobre aseguran una alta resistencia a la combustión y una tendencia a la soldadura muy baja.
- FS-V 20: Elemento de protección para evitar diferencias de potencial peligrosas entre dos tierras diferentes. El módulo protector está formado por la conexión paralela de una vía de chispas y un varistor que establece una conexión equipotencial temporal entre ambas tierras. El tiempo de respuesta es muy bajo así como la tensión residual que el equipo protector deja tras de sí.





480

481

FS-V 20

**SISTEMAS DE PROTECCION INTEGRAL E.I.R.L.**