

SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

¿Por qué es necesario efectuar protección contra sobretensiones?

En la última década, la casi totalidad de los emprendimientos industriales, y comerciales han venido confiando cada vez más, y favorablemente el manejo de la información y las comunicaciones ha equipo electrónico sofisticado sumamente sensible.

Las industrias dependen de controladores de mando para los procesos de fabricación, control y calidad.

Las estaciones de televisión confían en computadoras para las comunicaciones y noticias empleando amplias bases de datos.

Las oficinas funcionan más eficazmente con extensas redes de computación personales.

Otros negocios emplean indisolublemente el uso de equipos de estado sólido en su funcionamiento diario, procesando datos, empleando las telecomunicaciones, utilizando avanzada tecnología en áreas científicas, en especial la médica.

Las industrias, comercios, complejos habitacionales y residencias se han vuelto más dependientes del equipamiento electrónico sensible, destinado al almacenamiento de datos, comunicaciones, accionamientos, confort, seguridad y un sin número de aplicaciones el cual es susceptible a las perturbaciones eléctricas ó electromagnéticas las cuales pueden provocar daños o funcionamiento defectuoso en estos equipos con consecuencias como interrupción de servicio, pérdida de los datos, o lo que es peor de una vida.

Las perturbaciones que ocasionan picos de sobretensión ocurren con infortunada regularidad, y a menos que el usuario proteja los equipos, o lo que es lo mismo, proteja su negocio ó vivienda contra las sobretensiones se corre un alto riesgo de daños o mal funcionamiento de los equipos lo cual podría ocasionar serios y graves inconvenientes.

¿Qué causa las sobretensiones?

Las sobretensiones en sistemas eléctricos también conocidas como transitorios son el resultado de energía intempestiva que se suelta en el sistema. En circuitos de corriente alterna de baja tensión, las sobretensiones tienen dos orígenes básicos:

- Descargas atmosféricas tanto directas como indirectas (por acoplamiento inductivo): relámpagos/ rayos/ centellas
- Maniobras de conmutación en la red interconectada de suministro eléctrico, realizadas por la compañía eléctrica.

Cuando la descarga atmosférica impacta adelante o cerca de un circuito primario, produce una sobretensión transitoria que es transmitida o reflejada en la red a través del circuito secundario del transformador

En caso de que este fenómeno se produzca cerca del circuito secundario el nivel de la onda de energía que se produce es mucho mas elevado.

La segunda causa de sobretensiones es relativa al cambio de un evento que puede generarse por condiciones externas o internas.

Las condiciones externas que generan un cambio o evento pueden deberse a:

- Maniobra de bancos del capacitores.
- Fallas en alguna parte del sistema.
- Recierres de sistemas altamente reactivos sin estudios previos, de los tiempos de operación.

Las causas internas pueden atribuirse a la conexión u operación de:

- Motores y transformadores. En el arranque ó inserción se encuentran en un cortocircuito real generando una corriente transitoria de conexión de intensidad muy elevada.
- Acondicionadores.
- Máquinas herramientas.
- Maquinas y equipos de soldadura (Equipos de arco).
- Reguladores electrónicos de luminosidad basados en el principio de variación del ángulo de fase.
- Fusión de fusibles.
- Siempre que se produzcan en un circuito importantes variaciones de impedancia.

Sin embargo dondequiera que se produzca o impacte la sobretensión el resultado dañino es el mismo: pues este efecto energético transitorio provocara destrucción o como mínimo envejecimiento prematuro de los aislantes determinando desactivación de equipos, perdida de información importante, parálisis de sistemas de producción, seguridad y control fuera de servicio.

Mecanismo de generación de la sobretensión:

Debido a que la corriente es el origen de los picos de sobretensión, el mecanismo que convierte la corriente en tensión es:

$$U = i \times R$$

$$R = \rho l / (\pi r^2)$$

$$U = -L \times (di/dt)$$

$$L = \mu_r \mu_0 l / \pi (|\ln(d/r)| + 1/4)$$

$$U = 1/C \int i dt$$

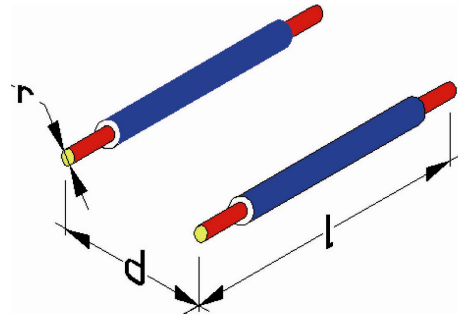
$$C = (\pi \epsilon_r \epsilon_0 l) / \ln(d/r)$$

U= Tensión generada.

L= Inductancia del conductor por el cual circula la corriente.

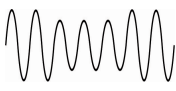
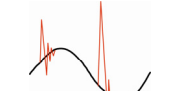
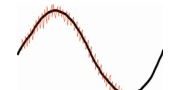
di=la variación de la corriente.

dt=tiempo en el cual se produjo la variación de la corriente di.



Dado que la variación de la corriente es excesivamente alta, mientras que la duración es muy corta, incluso con una inductancia baja de los conductores, el resultado de $L \times (di/dt)$ es enorme.

Clasificación de perturbaciones en sistemas de distribución eléctrica

Problema	Descripción	Duración	Causales	Efecto	Soluciones
Interrupción temporal/corte de larga duración. 	Corte programado o accidental de energía	Temporal: duración inferior a 1 minuto. Larga duración: más de 1 minuto.	Fallo de un equipo, condiciones meteorológicas, animales, error humano	Parada del sistema	Temporal: Fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) ó sistema de alimentación de reserva (p/cortes de aprox. 15min). Grupo de emergencia (solo p/cortes de muy breve duración). Larga duración: generador de reserva.
Caída/elevación 	Una disminución (caída, subtensión) ó aumento (elevación, sobretensión) de la tensión	Breve: Desde milisegundos a unos pocos segundos. Prolongada: de más de 2 segundos a minutos.	Arranque o parada de equipos importantes, cortocircuitos (fallas), circuitos eléctricos subdimensionados. Fuertes desequilibrios, tensión de línea en consumidores monofásicos desplazamiento centro de estrella por averías en la red.	Breve: Pérdida u errores en sistemas informáticos. Alumbrado tenue ó brillante. Parada de equipos. Prolongada: daños irreversibles en electrodomésticos, destrucción de luminarias.	Reguladores de tensión. Sistemas de alimentación ininterrumpida. Dispositivos de supervisión (reles de máxima, mínima tensión, asimetría y falta de fase). Grupo de emergencia.
Transitorio 	Variación brusca de tensión de hasta varios miles de volts (también denominado impulso, punta ó pico)	Microsegundos	Operaciones de maniobra: conmutaciones, capacitores, paralelos, etc. Arranque y parada de equipos potentes o maquinaria de oficinas, elevadores, equipos de soldadura, descargas estáticas, rayos y tormentas.	Errores de procesamiento ó pérdida de datos. Daños severos en circuitos electrónicos: Computadoras, TV, DVD, lógica de sistemas de refrigeración, sistemas de seguridad, etc.	Supresor (descargador) de sobretensiones.
Interferencias eléctricas 	Una señal eléctrica indeseable de alta frecuencia generada por otros equipos	Esporádica	Electrodomésticos, transmisores de microondas y de radar, emisiones de radio y TV, soldadura de arco, equipos de calefacción, impresoras láser, conexiones defectuosas, puesta a tierra incorrecta o defectuosa.	Perturbaciones en equipos electrónicos sensibles, errores de procesamiento o pérdida de datos. Molestias en sistemas de audio y video. Anomalías en sistemas de seguridad, alarmas y automatismos.	Transformador de aislamiento. Sistema de alimentación ininterrumpida. Corrección del conexionado y de la puesta a tierra.
Distorsión por armónicos 	Una distorsión de tensión debida a las fuentes de alimentación en algunos equipos.	Esporádica	Fuentes de alimentación de computadoras, variadores de velocidad, equipos auxiliares de lámparas fluorescentes.	Recalentamiento de motores, transformadores y cableado.	Independizar las cargas. Instalación de filtros. Empleo de transformadores con grupo de conexión apropiado para eliminar armónicos indeseados.

Cómo hacer para proteger sus equipos e instalaciones de las sobretensiones debidas a transitorios

Las descargas atmosféricas son un fenómeno de la naturaleza, de hecho un relámpago es una exteriorización de energía que puede ocurrir comúnmente en el desarrollo de una tormenta.

No existe ninguna manera de evitar con absoluta certeza que ocurran sobretensiones, pero si hay una manera de ofrecer protección para el equipamiento usado en las instalaciones, mediante el empleo de descargadores.

Un descargador protector de ondas de sobretensión es exactamente eso, su nombre implica: un dispositivo que ofrece protección para su equipo eléctrico y electrónico limitando las sobretensiones transitorias que circulan a través de la red, a valores tolerados por los equipos conectados a la misma.

Los descargadores tipo "D" de BAW son protectores contra sobretensiones (DPS) que cubren la gama de alta y media energía brindando protección en circuitos secundarios o terminales.

Básicamente, los protectores suprimen los picos en su origen antes de que los mismos alcancen a los equipos.

Descargador Clase B dispositivo basado en un explosor con una tensión de cebado ó actuación predeterminada en función de la geometría de y entre sus electrodos, permite evacuar gran cantidad de energía con un nivel de protección lento pero aceptable (p/valores de la corriente cresta de forma de onda 10/350µs que corresponden al impulso de corriente de un rayo directo).

Descargador de la Clase C, consiste en un resistor no lineal denominado varistor, dicho dispositivo es una válvula que maneja energía pudiendo absorber y disipar varios cientos de joules de energía (p/valores de la corriente cresta de forma de onda 8/20µs que corresponden al impulso de corriente de un rayo indirecto).

Así es cómo los protectores trabajan: Imagine una tormenta eléctrica, en la cual se produce una descarga en una línea de distribución. El protector responderá a la sobretensión transitoria producida por la descarga atmosférica cambiando su valor normal de alta resistencia a un valor de resistencia baja producto de la alta tensión producida por la descarga, y dirigiendo y derivando a tierra dicha energía resultante. Esta corriente, y la resistencia del protector provocan una descarga y una tensión residual sobre el mismo. Esta misma tensión es "vista" por el equipo protegido y define la protección y capacidad del protector contra sobretensiones.

La capacidad de un protector para manejar una cantidad dada de energía determina no solo el nivel de protección, sino su vida útil o "sobrevida" para continuar protegiendo el equipamiento. La capacidad relativa al nivel de energía que puede derivar y su tensión residual son las magnitudes más importantes al momento de determinar el descargador mas apropiado.

Dado que se trata de un resistor no lineal de oxido de Zinc, la tensión nominal a frecuencia industrial de la red donde este colocado el descargador también será una aspecto importante a considerar dado que si bien la corriente de fuga a dicha tensión es del orden de los microamperes, la misma producirá un calentamiento sobre dicho dispositivo que deberá estar conforme con su nivel de disipación térmica. Tampoco será conveniente el empleo de protectores en una tensión nominal muy inferior a la de diseño, dado que si bien su condición térmica permanente sería más favorable, la tensión residual del mismo será más alta, dado que habrá sido establecida para el nivel de aislamiento correspondiente a la nominal.

Como vemos existe una relación entre la tensión nominal y el nivel de la tensión de protección, característica muy importante en virtud del nivel de aislamiento de los equipos o dispositivos a proteger, dado que en el caso de aparatos electrónicos sumamente sensibles a las sobretensiones se deberá elegir un nivel de protección muy inferior al que podríamos determinar para un motor asíncrono, de hecho, dado que los niveles de sobretensión de diseño de dichos equipos en virtud de la naturaleza de los aislantes establece niveles de tensión muy diferentes (Coordinación de aislamiento).

Otro aspecto importante es que ningún protector puede sobrevivir una descarga directa, ni aun los de alta energía tipo explosor. Por este motivo es importante seleccionar el nivel de capacidad de corriente de descarga lo más elevado posible respecto al nivel de descargas y la intensidad de las mismas referidas a la ubicación geográfica relativa al nivel isoceraunico del mismo (valor suministrado por el servicio meteorológico local ó empresas de energía que efectúen este tipo de mediciones y evaluación estadística).

También deberemos tener presente que si la energía excede la capacidad del descargador el mismo fallara como protector, debiendo contar con dispositivo ante esta real eventualidad, los descargadores BAW, poseen desconexión por sobrecarga ante esta eventualidad, indicando en forma óptica su estado. También se dispone de modelos con contactos auxiliares para señalización a distancia.

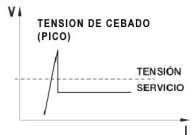
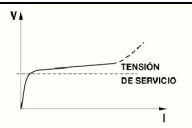
NIVELES DE PROTECCIÓN

Up= 2,5kV	Up= 1,8kV	Up= 1,5kV
Aparatos de mando eléctrico (dispositivos de cableado), motores, transformadores.	Electrodomésticos : Lavarropas, lavavajillas, heladeras, calentadores de agua, etc.	PLCs, computadoras personales, redes informáticas, fax, módems, audio, video, televisores, vigilancia, mediada, etc.

Características de los descargadores

Para proteger las redes de los sistemas de distribución se emplean descargadores conforme a directivas de la norma IEC 61643-1, los mismos usualmente pueden ser de los siguientes tipos: explosor, varistor de óxido de zinc (MOV) y/o gaseosos. Los dispositivos de Clase 2 y 3 son de tecnología MOV con excepción de los modelos bipolares que poseen adicionalmente ampolla de gas. Cada unidad unipolar es seccionable y esta equipada con un fusible térmico con indicador óptico de estado y opcionalmente contacto de salida para señalización. Una vez que el indicador se pone rojo ó el contacto cambia de estado debe sustituirse el cartucho por otro.

Los aparatos de Clase 1 son del tipo a explosor, y dado que no pueden entrar en cortocircuito: son fijos y no requieren fusible térmico, indicador óptico ni contactos auxiliares.

Tipo	Característica U - I	I Fuga	I de seguimiento	Up	Energía	Capacitancia	Tiempo respuesta	Costo
Ideal		Cero	No	Baja	Alta	Baja ó Alta	Rápido	Bajo
Explosor		Cero	Si	Cebado: alta Baja	Alta	Baja	Lento 100ns	Alto
Varistor MOV		Baja	No	Baja	Media Alta	Alta	Rápida < 25ns	Bajo

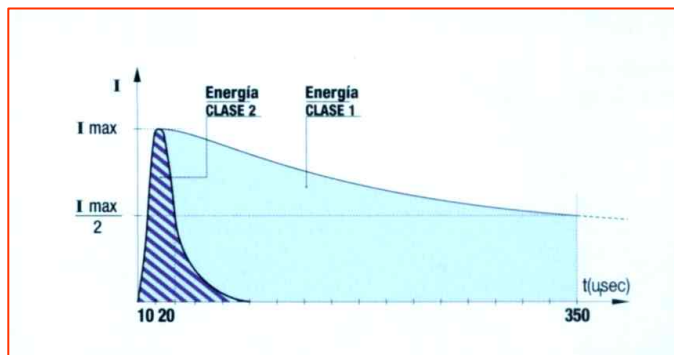
Clase

Se define como la cantidad de energía que el descargador puede drenar hacia la tierra de protección.

Debido a que los picos son impulsos y que la energía es proporcional a la superficie por debajo de la curva, la Clase se define indicando el tiempo de crecimiento (cresta), el tiempo de descenso (cola) al 50% y la intensidad máxima (I_{max}) del impulso.

Los descargadores deben soportar al menos una vez la I_{max} y 20 veces la $I_{nom} < I_{max}$.

Su tensión de protección o residual (UP) es el valor a la cual el dispositivo limita la tensión cuando recibe una forma de onda de una magnitud igual a I_{nom} .



Clase 1: 10/350µs

Clase 2: 8/20µs

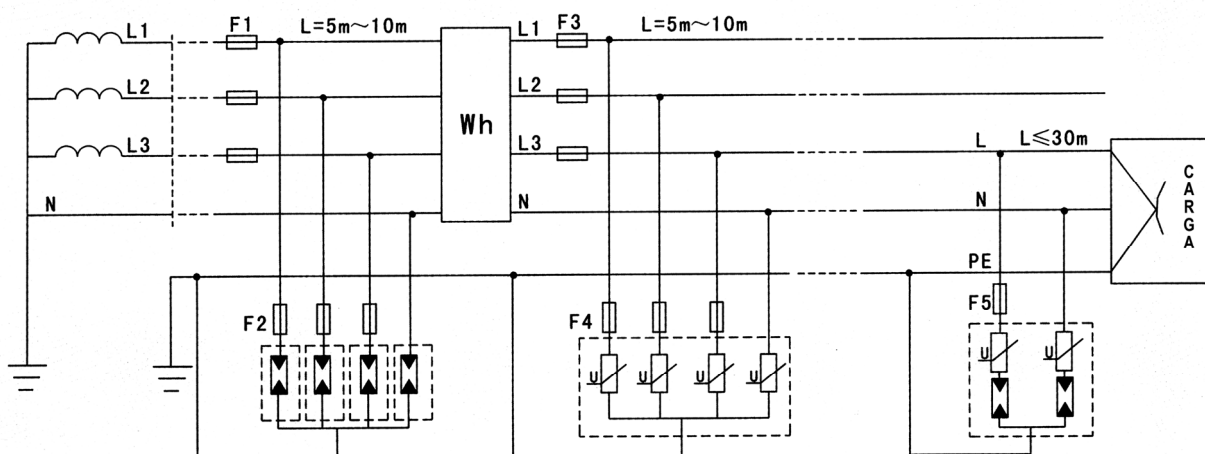
Clase 3: 4/10µs

Instalación de descargadores en red de distribución TT



Fuente
Transformador

Instalación de descargadores de sobretensión en red de distribución TT



Protección categoría "B"
Energía Clase I: 10/350us
Tensión residual Up: 4000V
Tablero General de Distribución
Parámetros de selección: Iimp, In y Uc.

Protección categoría "C"
Energía Clase II: 8/20us
Tensión residual Up: 2500V
Tableros seccionales
Parámetros de selección: Imax, In y Uc.

Protección categoría "D"
Energía Clase III: 4/10us (8/20us)
Tensión residual Up: 1500V
Terminales
Parámetros de selección: Uoc e Ics

Fusible ó Int. automático:

I _{max}	I _n h/
25kA	80A
40kA	125A

Fusible ó Int. automático:

I _{max}	I _n h/
20kA	20A
40kA	32A
60kA	40A
100kA	63A

Los valores nominales de los dispositivos de protección deben corresponder a las características del conductor de protección y dimensionarse conforme al Reglamento de instalaciones eléctricas vigente.

Determinación del Descargador correcto

Se basa en riesgos estadísticos y cálculos de probabilidades, por lo cual no es efectiva 100%.

La selección está basada en 3 factores:

Imáx: Se determina en base a un análisis de riesgos:

- el número de días de rayos al año (nivel queráunico)
- la geometría de la instalación,
- el entorno que circunda directamente a la instalación,
- la manera en que se distribuye la energía,
- el valor (\$) del equipo que se desee proteger

Up: Está determinada por la clase de aislamiento del equipo que se desea proteger.

NIVELES DE PROTECCIÓN		
Up= 2,5kV	Up= 1,8kV	Up= 1,5kV
Aparatos de mando eléctrico (dispositivos de cableado), motores, transformadores.	Electrodomésticos : Lavarropas, lavavajillas, heladeras, calentadores de agua, etc.	PLCs, computadoras personales, redes informáticas, fax, módems, audio, video, televisores, vigilancia, mediada, etc.

Tipo de red de distribución:

Los diferentes sistemas de puesta a tierra requieren descargadores diferentes:

- un solo polo para IT, TN-C y TT (sistema 3+1)
- varios polos para TT y TN-S.

Además, la tensión y el número de fases de la fuente de alimentación influyen en la selección del descargador.

Determinación de Imáx

Paso 1:

Análisis de exposición de la instalación:

a) Cuantos más rayos caigan al año, mayor es el riesgo: (Isoqueráunica = línea de idéntico número de días c/caída de rayos al año)

Localice la zona en que está ubicada y lea el nivel queráunico.

Nivel queráunico 6-7-8 (algo riesgo): 4

Nivel queráunico >3<5 (riesgo medio): 2

Nivel queráunico <3 (riesgo bajo): 1

b) Cuánto más alto es el edificio o mayor sea su superficie de planta, mayor es el riesgo de caída de rayos sobre el edificio:

b1):

Edificio de varias plantas: 4

Edificio de una planta con techo <10 m: 2

Edificio de una sola planta: 1

b2):

Superficie de planta mayor que 4500m²: 4

Superficie de planta desde 2000 hasta 4500m²: 2

Superficie de planta menor que 2000m²: 1

El valor de surge de sumar el coeficiente de altura + el de superficie. $b=b1+b2$

c) Cuanto mayor sea la densidad de edificios en la zona, menor es el riesgo de caída de rayos en su edificio:

Rural: 4

Suburbana: 2

Centro ciudad: 1

d) Un suministro de corriente a través de línea aérea posee un mayor riesgo de caída de rayos que un suministro mediante cables subterráneos:

Acometida directa desde línea aérea: 4

Línea aérea hasta instalación y luego subterránea: 3

Acometida subterránea desde subestación compañía: 2

Red de acometida metropolitana: 1

e) Cuánto más alejada esté la infraestructura de la subestación más próxima, más largos serán los cables de alimentación eléctrica y, por tanto, mayor será el riesgo:

600m hasta 3km desde las instalaciones: 4

300m hasta 600m desde las instalaciones: 2

Inferior a 300 metros desde las instalaciones: 1

Nivel de riesgo a exposición de la instalación (nivel FER)

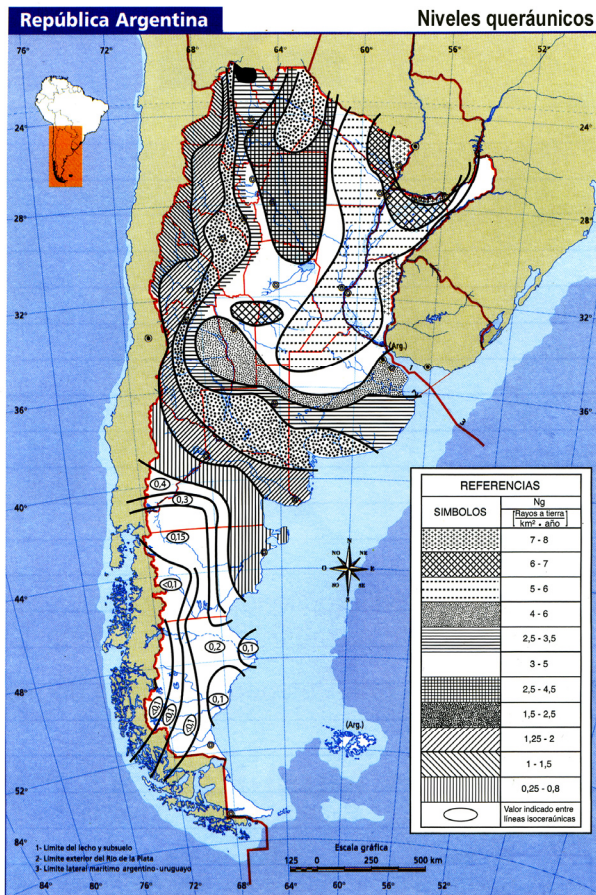
El factor de riesgo de exposición de la instalación se efectúa sumando las puntuaciones anteriores y comparando con:

Si el total de : $a+b+c+d+e$:

Menor o igual que 11: BAJO

Entre 12 y 18: MEDIO

Mayor o igual que 19: ALTO



Paso 2:

Análisis funcional y de valores

f) Las instalaciones de carácter crítico como hospitales, centros de control del tráfico aéreo, etc. no pueden permitirse el lujo de quedarse fuera de servicio por pérdida de equipos electrónicos (sensibles):

De misión crítica / criticidad 24 horas: **4**

Importancia crítica / criticidad 8 horas: **2**

Importancia no crítica / 8 horas comerciales: **1**

Alta concentración de equipos sensibles: **4**

Equipos sensibles sólo en determinadas zonas: **2**

Presencia muy limitada de equipos sensibles: **1**

g) Cuánto más alto sea el costo de los equipos que se desee proteger, mejor deben protegerse:

Por encima de \$ 100000: **4**

\$ 100000 hasta \$ 30000: **3**

\$ 30000 hasta \$ 10000: **2**

Menor que \$ 10000: **1**

h) Datos históricos

Histórico acumulado de problemas de energía con daños: **4**

Histórico acumulado de problemas de energía sin daños: **2**

No existe histórico acumulado de problemas de energía: **1**

Factor de función y valor de la instalación (factor FF&V)

El factor de función y valor de su instalación se determina sumando f+g+h y consultando el nivel de función y valor de la instalación en la tabla inferior

Si el total (suma de los anteriores es) Factor FF&V

Menor o igual que 6: **3**

Entre 7 y 11: **2**

Mayor o igual que 12: **1**

Paso 3:

Consultar I MAX

En base al Nivel de Riesgo de Exposición de la Instalación (FER) y al factor de Función y Valor de la Instalación (FF&V), se selecciona el valor de I_{max} del descargador que debe instalarse.

Selección del modelo correcto

NIVELES DE INSTALACION		PUNTO DE INSTALACION					
FER	FF&V	Residencial		Industrial		Terciario (servicios)	
		Tablero Principal	Tablero Seccional	Tablero Principal	Tablero Seccional	Tablero Principal	Tablero Seccional
ALTO	Nivel 3	40kA		40kA (1)	15kA	40kA	15kA
	Nivel 2	60kA	10kA	60kA (1)	15kA	60kA	15kA
	Nivel 1	60kA (1)	15kA	100kA (1)	40kA	100kA (1)	40kA
MEDIO	Nivel 3	40kA		40kA	15kA	40kA	10kA
	Nivel 2	40kA		60kA	15kA	60kA	15kA
	Nivel 1	40kA	15kA	60kA (1)	40kA	60kA (1)	15kA
BAJO	Nivel 3	15kA		40kA	10kA	15kA	
	Nivel 2	15kA		40kA	15kA	15kA	10kA
	Nivel 1	15kA	5kA	40kA	15kA	40kA	10kA

(1) Debido a las altas necesidades de protección, el descargador de clase 2 debe instalarse proximo al de clase 1 para las posiciones identificadas con "(1)".

(2) Si en un edificio situado en sus instalaciones o en un edificio en un radio de 5km a la redonda se instala un pararrayos o si hay torres de gran altura, antenas o árboles situados en idéntico radio a la redonda, recomendamos instalar como mínimo un descargador de 60kA.

Propuesta de descargadores BAW

Una amplia gama de modelos constituyen la Serie DS, con Características B, C y D, I_{max} desde 5 a 100kA y U_c e U_p con rangos destinados a cubrir todos los requerimientos en instalaciones y redes de BT.

La casi totalidad de los modelos de la Clase II poseen un sistema constructivo basado en base + cartucho extraíbles permitiendo la sustitución de los descargadores sin interrumpir el suministro eléctrico.

Modelo	Clase	Tecnología	Polos	Ext.	Mód. 18mm	Indicador óptico	Contacto alarma	U_c (V)	U_p (V)	I_s (kA)	$I_{smáx}$ (kA)	Q (A/s)	t (ns)
DS440/40B	I	Explosor	1		2			440	4000		40	40	<100
DS440/25B	I	Explosor	1		1			440	4000		25	12,5	<100
DS275/15C	II	MOV	1	x	1	x		275	1200	5	15		<25
DS250/40C	II	MOV	1	x	1	x		250	1500	20	40		<25
DS275/40C	II	MOV	1	x	1	x		275	1200	15	40		<25
DS275/60C	II	MOV	1	x	1	x	x	275	1200	25	60		<25
DS400/60	II	MOV	1	x	1	x		400	2000	30	60		<25
DS460/60C	II	MOV	1	x	1	x	x	460	2000	25	60		<25
DS275/100C	II	MOV	1	x	2	x	x	275	1200	40	100		<25
DS460/100C	II	MOV	1	x	2	x	x	460	2000	40	100		<25
DS230/5C	II	MOV	1P+N		1			230	1200	3	5		<25
DS250/10D	III	MOV	1	x	1	x		250	1000	5	10		<25
DS275/10D	III	MOV + gas	1P+N	x	1	x		275	1500	1	10		<25

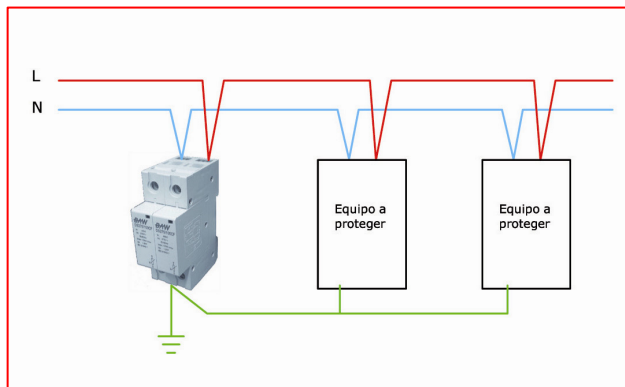
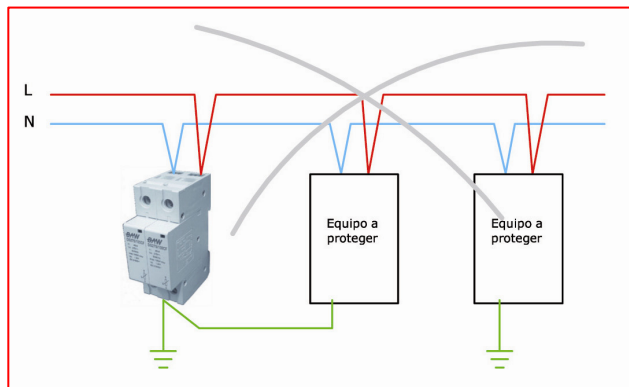
Todos los modelos son para montaje en riel DIN NS35, según modelo poseen ancho de uno ó dos módulos de 18mm c/u.

Recomendaciones para la instalación

Si bien la instalación de los descargadores modulares es rápida y sencilla deben considerarse algunos aspectos para lograr seguridad eléctrica y una alta eficiencia de funcionamiento.

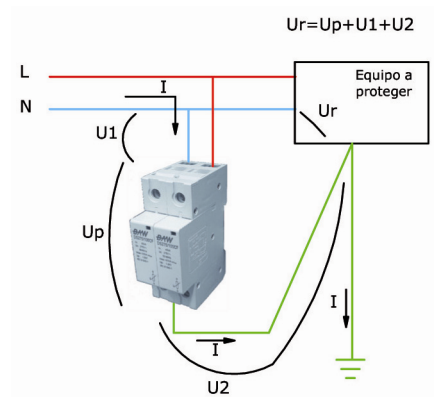
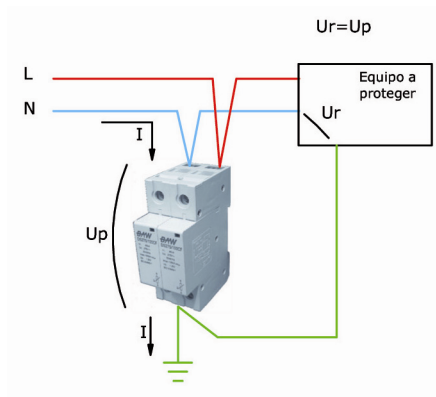
Sistema de puesta a tierra: Una alta impedancia hacia tierra introduce una caída de tensión importante en serie con la tensión residual del descargador. Cuanto menor sea la impedancia hacia tierra menor será la tensión residual total en la carga que se desea proteger.

El sistema de puesta a tierra y sus conexiones deben lograr una configuración equipotencial para evitar una protección proclive a fallos e ineficiente.



Conexionado: Además de ser lo más corto posible con la finalidad de disminuir la inductancia, **deben evitarse los empalmes y conexiones en paralelo ordinarias de mala calidad de contacto**. Evitar enrollar los conductores y canalizarlos lo más próximos unos de otros.

Instale el descargador lo más próximo posible al equipamiento a proteger (>30m).



Longitudes de conexionado: La tensión de protección final está directamente relacionada con la impedancia y por ende con la longitud y sección de los conductores, la eficiencia del sistema disminuye cuanto más grande es la impedancia.

Evite instalar el descargador aguas debajo de un interruptor diferencial con sensibilidad inferior a 30mA.

División Equipamiento Eléctrico BAW
ETA ELECTRO S.A.