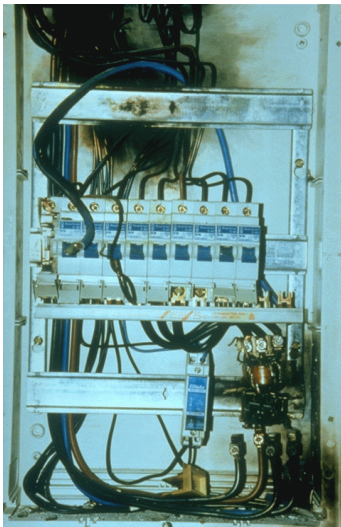




PROTECCIÓN INTEGRAL CONTRA RAYOS Y SOBRETENSIONES

Grandes áreas de la Industria, el Comercio, las Finanzas, las Comunicaciones, dependen cada vez en mayor medida, de las técnicas electrónicas e informáticas. En consecuencia existe una mayor exigencia en cuanto a los niveles de seguridad y protección que aseguren la disponibilidad y pleno rendimiento de los equipos.

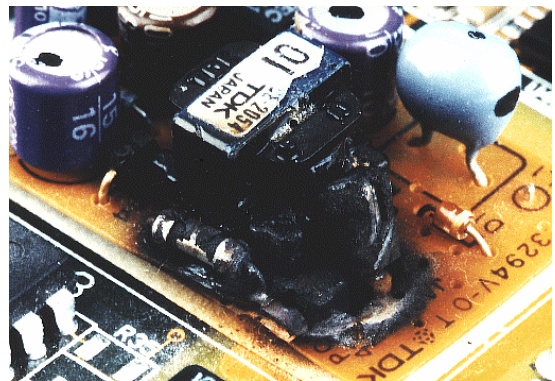


Los daños causados por sobretensiones debidas a tormentas han demostrado a través de los años que los equipos electrónicos están expuestos a los efectos de campos electromagnéticos y transmisión de perturbaciones a través de las líneas, en un radio de dos a tres kilómetros desde el punto de descarga o impacto de un rayo. Las causas a las que se deben estas extensas áreas de riesgo están en la creciente sensibilidad de los equipos electrónicos y a la mayor expansión y ramificación de las líneas y redes a través de los edificios.

Procesos automáticos de producción controlados por ordenador son hoy en día impensables sin los dispositivos electrónicos de regulación, medición y control MCR. Los microprocesadores y los circuitos contenidos en estos dispositivos y aparatos trabajan con niveles de señal bajísimos y, por tanto, reaccionan a los más pequeños impulsos de perturbación (algunas millonésimas de segundo). Aunque este tipo de destrucción carece de espectacularidad y no deja huellas muy patentes, las interrupciones en el servicio y en el funcionamiento suelen durar el tiempo suficiente para provocar daños de notable trascendencia.

El nivel de riesgo dependerá de diferentes factores, especialmente, el nivel isocerámico, la ubicación de la instalación a proteger y las características de los equipos que en ella se encuentran.

La necesidad de una protección integral contra rayos y sobretensiones se fundamenta, en primer lugar, en aportar seguridad a las personas y, en segundo lugar, en proteger instalaciones y equipos por su valor económico, por la importancia de la función que desempeñan o por las dificultades y el coste que supone la eventual sustitución o reparación de los mismos.



En los países más desarrollados de nuestro entorno existe una mayor sensibilidad ante la necesidad de una protección integral contra el rayo y sus efectos. Esta inquietud se ha visto reflejada en la elaboración por especialistas de reconocido prestigio de normas nacionales e internacionales (DIN VDE 0185, IEC 1024-1, UNE 21.185...).

Una protección correcta y eficaz contra la descarga directa del rayo y los efectos que de ella se derivan implica la necesidad de contemplar un **sistema de protección integral**.

El proyecto de protección contra rayos y sobretensiones está muy ligado a la instalación de toma de tierra. Esta es una de las ventajas de emprender el proyecto en la fase de construcción. Con ello se disminuyen notablemente los costes y, en algunos casos, permite soluciones más racionales, simples e incluso más estéticas.

La filosofía básica de protección consiste no sólo en tener la capacidad de captar y derivar la corriente del rayo a tierra, sino en evitar cualquier diferencia de potencial que pudiera producirse entre los distintos elementos metálicos de la instalación en el momento de producirse la descarga y que pudiera tener graves consecuencias tanto para las personas como para la instalación.

Un sistema de protección integral no sólo debe proteger frente a sobretensiones originadas por descargas atmosféricas sino también frente a sobretensiones originadas por conmutaciones de redes de alta tensión, conexión y desconexión de grandes cargas, etc.

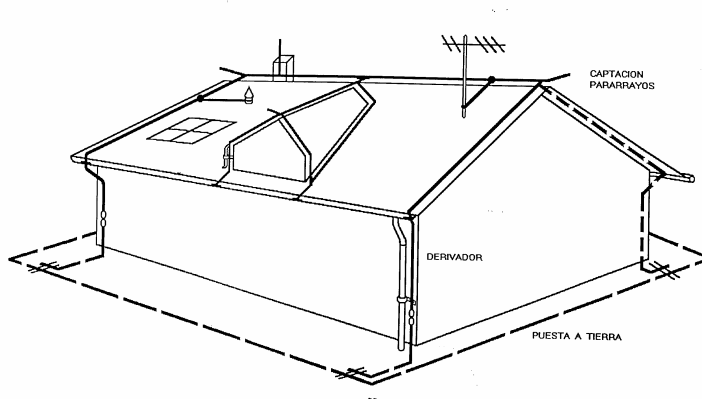
Las medidas y dispositivos de protección que a continuación se proponen están avalados y cumplen sobradamente los requisitos recogidos en las normas internacionales más estrictas (VDE 0185, IEC 1.024-1, UNE 21.185...).

1. SISTEMA DE PROTECCION INTEGRAL

En un sistema de protección integral se distinguen básicamente dos partes: **protección externa** de los edificios e instalaciones contra descargas directas de rayo, incluyendo la **instalación de puesta a tierra**, necesaria para dispersar la corriente del rayo, y **protección interna** de las redes técnicas de energía y de datos que acceden a los equipos y cuyo principal objetivo es reducir los efectos eléctricos y magnéticos de las corrientes de rayo dentro del espacio a proteger.

1.1. PROTECCIÓN EXTERNA

La protección externa contra rayos es el conjunto de elementos situados en o sobre el objeto a proteger y que sirven para captar y derivar la corriente del rayo a la instalación de tierra. Dicha protección consta principalmente de una instalación captadora, derivadora y su conexión con la toma de tierra de protección.



2.1.1. Instalación Captadora

El dispositivo de captación del rayo agrupa a todos los elementos o partes metálicas sobre las que el rayo debe impactar. Estos pueden estar emplazados por encima o al lado de la edificación que debe ser protegida y sirven como blanco para el impacto de la descarga. La instalación captadora podrá realizarse mediante puntas Franklin o jaula de Faraday. En su ejecución deberán seguirse las directrices contenidas en la normativa en cuanto a niveles de protección, y características de materiales. Así, por ejemplo, si la instalación captadora consiste en un malla captadora, deberá tenderse sobre la techumbre del edificio formando retículas de un máximo de 20 x 10 m. En el caso, de un edificio que supere una altura de 20 m., deberá realizarse anillos exteriores a lo largo del perímetro del edificio a una separación de 20 m. Asimismo si hubiera algún elemento metálico sobre la superficie de cubierta, deberá unirse a la malla, (antenas, mástiles de bandera, etc.). (IEC 1.024-1).

Todos aquellos elementos que sobresalgan de la edificación, tales como chimeneas, aristas, áticos, canales recolectores de agua de lluvia, etc., son preferidos por el rayo para su impacto y deben ser protegidos, por lo tanto, por dispositivos metálicos de captación.

Los equipos con alimentación eléctrica situados en la cubierta por encima del plano donde se ha instalado la malla captadora (p.ej. aire acondicionado), deben protegerse mediante puntas o mallas adicionales. Estos elementos captadores, deberán separarse, al menos, 0,5 m. del equipo a proteger y unirse a la malla principal.

Es importante señalar que todas las partes metálicas, usadas como dispositivos de captación del rayo, tienen que estar descubiertas o desnudas, permitiéndose sólo un recubrimiento superficial de pintura especial anticorrosiva.

2.1.2. Instalación Derivadora

Por derivación a tierra se entiende la unión galvánica entre el dispositivo de captación y la instalación de puesta a tierra. El derivador por tanto, es la parte que se encarga de derivar a tierra la corriente del rayo. El número de derivadores con que hemos de acceder a tierra, dependerá básicamente de las dimensiones de la edificación a proteger.

El acceso a tierra de los derivadores se deberán realizar con piezas seccionadoras que permita la separación de la instalación del pararrayos de la instalación de puesta a tierra. De esta manera pueden realizarse las mediciones de tierra que se deseen así como verificar el estado de las bajantes.

2.1.3. Instalación de Tierra

A través de ella la corriente del rayo se dispersa en el terreno. Para su realización se utilizan diferentes sistemas: tomas de tierra de cimientos, tomas de tierra superficiales o tomas de tierra de profundidad.

Todo el sistema de protección se basa en conseguir la equipotencialidad de las tierras. Debe contemplarse sólo una para toda la instalación.

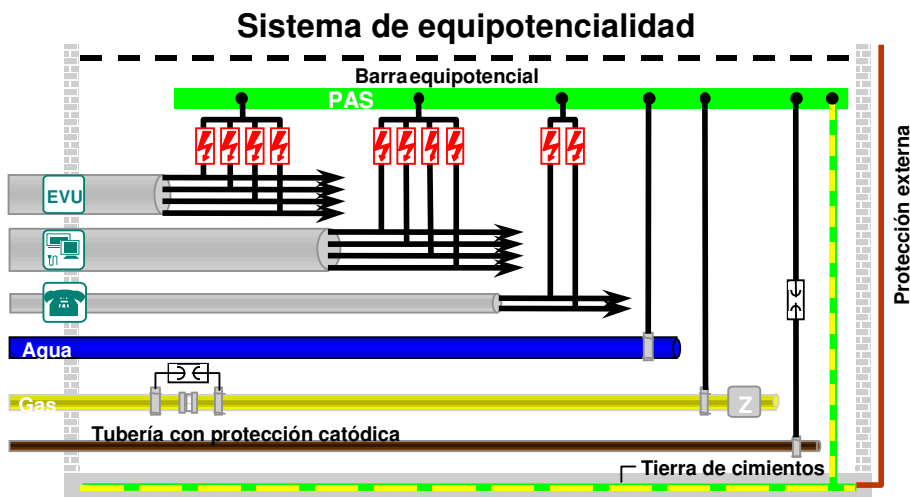
La unificación de tierras, conlleva un problema importante como es la **corrosión**, por lo que deben tomarse medidas para evitarla. Así, es muy importante evitar la coexistencia de acero y cobre en un mismo medio, debido a que su distinto comportamiento galvánico produce efectos corrosivos. En caso de que el anillo de toma de tierra de cobre se viera complementado por tomas de tierra de profundidad realizadas en picas de acero cobrizado, es preciso que dichas picas tengan un grueso

de cobre de 300 micras. Por otra parte, la unión de las picas al anillo de toma de tierra debe realizarse con abrazaderas del mismo material. Por último, las salidas desde el anillo a los diferentes derivadores, estructuras metálicas y barras equipotenciales deben hacerse aisladas (30 cm., por encima y 30 cm., por debajo del cambio de medio.).

Las diferencias de potencial que puedan surgir entre diferentes elementos metálicos de la instalación se evitan mediante la aplicación del concepto de equipotencialidad de protección, esto es, la unión de todas las estructuras metálicas, tanto entrantes al edificio (tuberías, armaduras metálicas de cables de energía o transmisión de datos), como interiores al mismo (armarios metálicos, armaduras de estructuras de hormigón armado, partes metálicas de la instalación, etc.).

Todo lo dicho para estructuras metálicas se hace extensivo para cables, tanto de transporte de energía como de transmisión de datos, que deben unirse a través de descargadores al punto común de tierra o barra equipotencial, que a su vez debe estar unida a la red de tierras. Estos elementos merecen un tratamiento especial dado que pueden transmitirse sobretensiones provenientes de las líneas a equipos eléctricos o electrónicos, y por tanto es necesario, para la protección de dichos equipos, intercalar descargadores que deriven las corrientes y limiten las sobretensiones que puedan aparecer, a valores que no afecten en modo alguno tanto a su integridad como a su correcto funcionamiento.

En el caso de que existan aparatos que necesiten por distintas razones (imperativos del fabricante, protección catódica) tierras independientes, éstas se unirán a la instalación de tierra general a través de vías de chispas de separación, cuya naturaleza y función se explica en nuestros folletos técnicos.



general a través de vías de chispas de separación, cuya naturaleza y función se explica en nuestros folletos técnicos.

Todos los elementos reseñados se unen así a través de una barra equipotencial, que a su vez se une al anillo de tierra, y a la cuál están conectados los derivadores de la instalación de pararrayos, de modo que se garantiza

la equipotencialidad de dicho edificio, que pasa a constituir una jaula Faraday, inmune al efecto que las sobretensiones pudieran ocasionar, ya que no está afectada de ninguna diferencia de potencial entre sus elementos.

Con objeto de evitar tensiones de paso peligrosas, el anillo de puesta a tierra debe quedar situado a 80 cm., de profundidad (NTE 1.973).

2.2. PROTECCION INTERNA

La protección externa contra descargas de rayos no es suficiente en instalaciones que incluyen equipos eléctricos o electrónicos.

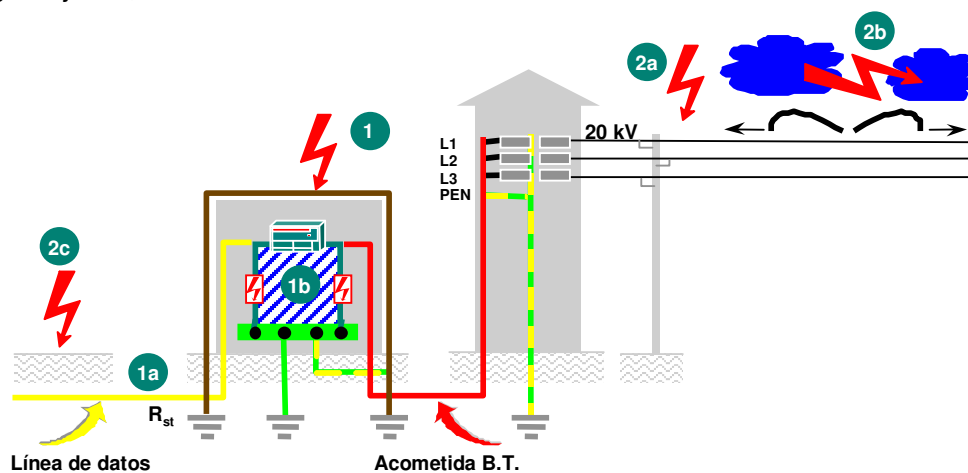
Bajo el concepto de protección interna se considera una serie de medidas encaminadas a reducir y evitar los efectos que producen las sobretensiones originadas por la descarga del rayo y los campos electromagnéticos asociados, así como las sobretensiones transmitidas por las líneas entrantes al edificio, ocasionadas por descargas en dichas líneas, procesos de conmutación en la red de alta tensión, maniobras red-grupo-red, arranque de motores, asociación de condensadores para regulación del factor de potencia, y elevación del potencial de la toma de tierra debido a descargas en las proximidades de la instalación (por ejemplo, en la línea de alta tensión cercana al edificio).

Su objetivo es la protección de los equipos eléctricos y electrónicos, estos últimos de gran vulnerabilidad, dadas las pequeñas tensiones de aislamiento que soportan y su extremada sensibilidad a las perturbaciones reseñadas anteriormente.

Se puede decir que una adecuada instalación de protección contra el rayo debe incluir las medidas de protección contra sobretensiones de las líneas que acceden al interior del edificio, tanto en lo que se refiere a las líneas de energía (redes 220/380V) como a las líneas de datos (pantallas de TV, redes informáticas, líneas telefónicas, etc.), con objeto de evitar la existencia de lo que se denomina como "Agujeros de Faraday".

Las causas de los cuantiosos daños producidos por tormentas pueden ser varias y motivadas por diferentes situaciones que a continuación tratamos de explicar.

Las sobretensiones ocasionadas por los rayos pueden clasificarse esencialmente en dos grupos: aquellas producidas por descargas directas en la instalación, y aquellas producidas por descargas lejanas, transmitidas a través de los cables de líneas aéreas.



Descarga directa a la instalación

1

En una descarga directa del rayo, la corriente del mismo se derivará a tierra por el recorrido menos resistivo. En el caso de estar el edificio dotado de una correcta instalación de pararrayos, este recorrido será mayoritariamente a través de los derivadores, no ocasionando desperfectos en la instalación. En caso contrario, la corriente de rayo accedería a tierra a través de caminos alternativos, tales como cables de antenas, armaduras metálicas del edificio, cables de suministro de

energía, equipos ubicados en la cubierta y en el interior, etc., ocasionando el deterioro o destrucción de los mismos.

Las sobretensiones producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo han de considerarse dos clases diferentes:

1º. Aparición de sobretensiones debido a la caída de tensión en la resistencia de choque de toma de tierra (R_{st}) lo que origina una elevación de potencial del edificio frente a la tierra lejana. 1a

2º. Aparición de sobretensiones a causa de los efectos inductivos en los bucles de las instalaciones. 1b

Descarga no directa a la instalación

En cuanto a los efectos derivados de una descarga no directa se pueden considerar los siguientes casos:

- Descarga del rayo sobre la línea aérea de alta tensión. 2a

En este caso esta onda de sobretensión se propagará a través del transporte de energía. La onda se descargará en parte a través de los apoyos, debido al contorno o perforación de los aisladores de línea, que no están diseñados para soportar semejante tensión. Pese a ello gran parte de la corriente del rayo llega a los primarios de los transformadores, pudiendo ocasionar daños en los devanados y aislantes, si previamente no había ubicados dispositivos pararrayos en las líneas, que absorbieran la mayor parte de la sobretensión. Aunque así fuera, debido al alto tiempo de respuesta de estos elementos, se transmite una cierta sobretensión al circuito de baja tensión, que puede dañar los equipos. Es evidente que cuanto más lejana sea la descarga más amortiguados estarán los efectos de la misma y viceversa.

- Descarga de rayo entre nubes. 2b

Este fenómeno, dado que en algunas tormentas las nubes están muy bajas, puede dar lugar a inducción de sobretensiones en las líneas, debido a los fuertes campos magnéticos que se forman, transmitiéndose en forma de ondas erráticas, de valores de tensión ciertamente elevados, cuya naturaleza y consecuencias son similares a descargas directas en las líneas.

- Descarga de rayo en edificios próximos. 2c

Se producirán sobretensiones por inducción debido principalmente a que las tierras se elevan a diferentes tensiones (fenómeno dependiente de la naturaleza del terreno y su resistividad) y debido a la existencia de bucles formados por elementos metálicos. Las sobretensiones serán más elevadas cuanto mayor sea el campo magnético originado por el rayo en su bajada a tierra y más próximos estén los circuitos metálicos la mismo.

El espacio a proteger es dividido en zonas realizándose una protección escalonada de modo que, al llegar al equipo, la sobretensión queden lo suficientemente atenuada como para que no llegue a producir ningún deterioro al mismo.

DEHNbloc®



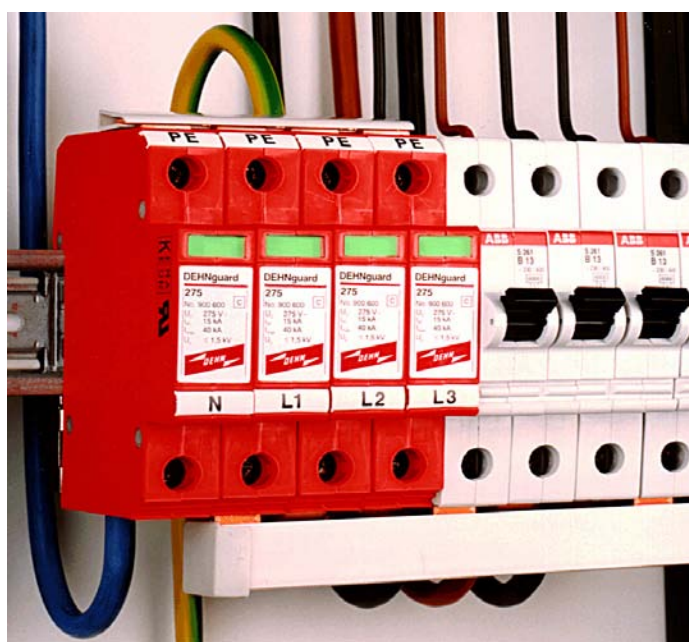
- **Descargador de rayos de clase B**
 - Poder derivación (10/350): 50 kA (1 polo)
100 kA (2 y más polos)
- **Alto nivel de protección < 4 kV**
- **Tiempo de respuesta < 100 ns**
- **Vías de chispas deslizantes controladas por presión.**
 - Sin gaseo!
 - Sin necesidad de mantener distancias de seguridad.
- **Versión unipolar.**
- **Bornas de conexión multifunción para terminales de conductores y regletas enchufables**

2.2.1. Protección de las líneas de energía

La protección de las líneas de alimentación de baja tensión se realiza de acuerdo con los principios de protección escalonada y coordinación energética, recogidos en la normativa internacional vigente sobre la materia. Esta protección consistiría, de manera muy básica, en la disposición selectiva de protecciones en los cuadros principales, cuadros secundarios y de distribución así como de los diferentes equipos que reciben alimentación.

A las salida del transformador o transformadores que alimenten al edificio, ya en la parte de baja tensión, se ha de disponer en todos ellos de un descargador con capacidad para derivar a tierra incluso una descarga directa de rayo en la línea general que alimenta la instalación. Son los denominados descargadores de corrientes de rayo (onda 10/350). Se trata de una protección basta y constituye el primer nivel de protección (Clase I)

DEHNguard® 275



denominados descargadores de corrientes de rayo (onda 10/350). Se trata de una protección basta y constituye el primer nivel de protección (Clase I)

El segundo escalón de protección (Clase II) lo constituyen los denominados descargadores de sobretensiones (onda 8/20). A diferencia de los primeros, tienen un poder de derivación mucho menor, pero aportan un nivel de protección mucho más fino. Es ya una protección media.

Su lugar habitual de instalación son los diferentes cuadros de distribución y su misión atenuar la tensión residual que hubiese dejado pasar el descargador de cabecera, a valores mas bajos, admisibles por consumidores eléctricos y electrónicos.

Los descargadores unipolares que se sitúan como segundo escalón de protección son aptos también para derivar a tierra

Protección integral contra rayos y sobretensiones.

sobretensiones inducidas que pueden tener su origen en diferentes causas (p.ej. descarga lejana de rayo).

El grado o nivel de protección será mayor o menor en función de las necesidades del caso concreto. Así, se contempla un tercer escalón de protección (Clase III) para instalaciones en las que, por diferentes razones, las medidas de protección son más exigentes y existen consumidores que requieran una protección más específica. Los descargadores de corrientes de rayo y sobretensiones para redes de alimentación de baja tensión se instalarán en serie en circuito 3 +1, es decir, se dispondrán descargadores de un tipo entre fases y neutro y otro de diferentes características entre neutro y tierra.



2.2.2. Protección de las líneas de telefonía y transmisión de datos.

El diseño del sistema de protección está basado, como es lógico, en los mismos principios. Sin embargo, la elección de los dispositivos de protección está condicionada por las características de trabajo de los equipos a proteger, existiendo una amplia gama de productos que se ajustan a las necesidades específicas de aquellos.

Estos dispositivos de protección se instalan en serie por lo que resulta imprescindible tener en consideración diferentes características tanto del equipo a proteger como de la línea donde debe instalarse, con objeto de escoger adecuadamente el descargador adecuado. Así, intensidad, tensión, tipo de señal, frecuencia, tipo de conexión, apantallamientos... son algunos de los datos a tener en cuenta.

Existen dispositivos de protección específicos para líneas telefónicas, señalización, audio, datos y equipos emisores-receptores de radio.

Por lo tanto, en la planificación y realización de una protección contra rayos y sobretensiones es preciso contemplar un concepto de protección integral. En su elaboración debe procederse con rigor y guiarse por las normas que regulan esta materia tanto en lo que se refiere a su diseño, como a los niveles de protección, características de los materiales, etc., con objeto de aportar la mayor seguridad posible a personas, instalaciones y equipos.