

Boletín 52

TODO LO QUE
DEBEMOS SABER
SOBRE
DPS.
PROTECCIÓN
CONTRA
SOBREVOLTAJES

Boletín técnico N°52
PARTE 1
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

Todo lo que debemos saber sobre DPS. Conceptos básicos. Protección contra sobrevoltajes.

PARTE 1

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADERO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. Generalidades.

La protección contra sobrevoltajes es la protección de instalaciones y equipos eléctricos frente a los altos picos de voltaje provocados por las acciones de conmutación y el impacto de rayos. En un concepto de protección contra rayos efectivo se distingue entre la protección contra rayos interior y exterior.

Los Dispositivos de protección contra sobrevoltajes comúnmente denominados DPS, también son conocidos como: Corta pico, Descargador de rayos, Descargador de sobretensiones, Supresor de sobrevoltajes, entre otros.

Proviene de las ingles SPD (Surge Protection Device), sus distintas denominaciones provienen de estos equipos de protección que impiden el paso de descargas atmosféricas, sobrevoltajes transitorios o picos de voltaje en las redes de servicios bien sea de energía eléctrica, telecomunicaciones, voz y data, entre otras.

2. Sobretensiones o sobrevoltajes.

Las sobretensiones o sobrevoltajes en lo sucesivo denominaremos sobrevoltajes son el aumento de voltaje por encima de los valores establecidos como máximos en un sistema eléctrico.

A pesar de que los sobrevoltajes existen desde que se conocen las redes eléctricas, la necesidad de protección actual contra las mismos cada vez se incrementan motivado a que la tecnología constantemente evoluciona empleando componentes electrónicos cada vez más reducidos y sobre todo más sensibles.

Los sobrevoltajes pueden ser de dos tipos: transitorios y permanentes:

- ❑ Sobrevoltajes permanentes
- ❑ Sobrevoltajes transitorios

2.1. Sobrevoltajes permanentes

Estos sobrevoltajes permanentes también son denominados temporales o mantenidos, son aquellos por encima del 10% del valor nominal que se mantienen en el tiempo durante varios ciclos o de forma permanente, principalmente originadas por cortes del neutro o defectos de conexión.

2.2. Sobretensiones transitorias

Son picos de voltajes que pueden alcanzar valores de decenas de kilovoltios y su permanencia es del orden de microsegundos.

Son un aumento de voltaje de muy corta duración medido entre dos conductores de fase o entre un conductor de fase y tierra.

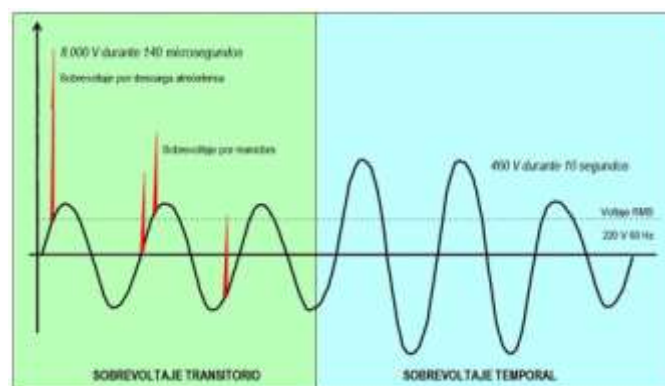


Figura 1. Tipos de sobrevoltajes

Pese a su corta duración, el fuerte contenido energético causa graves problemas a los equipos conectados a la línea, desde su envejecimiento prematuro a su destrucción, provocando interrupciones de servicio. En la figura 1 se ilustran estos tipos de perturbaciones por sobrevoltajes.

3. Causas de los sobrevoltajes.

Los orígenes de este tipo de sobrevoltajes son diversos, en la figura 2 se muestran ejemplos de los distintos tipos de sobrevoltajes indicando sus causantes, a continuación detallaremos las más relevantes:

- Descargas atmosféricas (LEMP).
- Maniobras de conmutación (SEMP).
- Descargas electrostáticas (ESD).

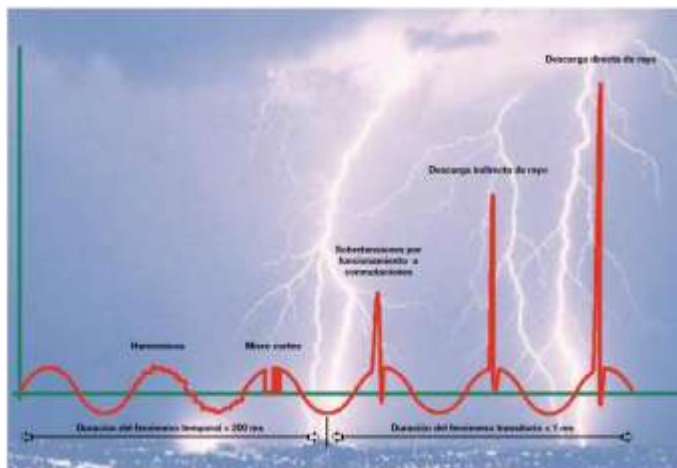


Figura 2. Tipos de sobrevoltajes en redes eléctricas

3.1. Por descargas atmosféricas (LEMP).

La expresión LEMP del inglés "Lightning Electromagnetic Pulse" significa pulso electromagnético por descarga atmosférica.

El impacto directo de una descarga atmosférica provoca un impulso de corriente que alcanza decenas de miles de amperios sobre la protección externa (pararrayos) de un edificio o sobre el tendido eléctrico, o como la inducción de campos

electromagnéticos asociados a tales descargas sobre los conductores metálicos.

Estas son mucho más altas que las que se producen por acciones de conmutación o descargas electrostáticas. Sin embargo, se producen con mucha menos frecuencia en comparación con las otras causas de aparición.

Las líneas exteriores así como las de mayor longitud son las más expuestas a estos campos, por lo que a menudo reciben inducciones elevadas.

3.2. Maniobras de conmutación (SEMP).

La expresión SEMP del inglés "Switching Electromagnetic Pulse" significa pulso electromagnético de conmutación.

Las maniobras de conmutación son la conmutación de máquinas de alto rendimiento o los cortocircuitos en la red de alimentación. En estos procesos se originan cambios de corriente muy altos en los conductores afectados en unas pocas fracciones de segundo.

Es normal que fenómenos no relacionados con las condiciones atmosféricas, como la conmutación de centros de transformación o la desconexión de motores u otras cargas inductivas, provoquen picos de voltaje en líneas próximas.

Estas se generan en las líneas eléctricas debido a dos motivos:

- Por la conexión y desconexión de dispositivos electrónicos de gran potencia.
- Por maniobras o defectos en el suministro eléctrico.

Es importantes resaltar, que las sobretensiones transitorias no sólo se producen en las líneas de distribución eléctrica, también ocurren en líneas como las de telefonía, comunicación, medición y datos.

De igual forma, es importante tener presente que los sobrevoltajes más comunes son debidos a conmutaciones de maquinarias, no obstante, las más destructivas las generan las descargas atmosféricas.

3.3 Descargas electrostáticas (ESD).

La expresión ESD del inglés "Electrostatic Discharge" es empleada para designar una descarga electrostática.

En las descargas electrostáticas tiene lugar una transmisión de carga eléctrica en caso de una aproximación o contacto de cuerpos con diferente potencial electrostático.

Como referencia, el típico ejemplo de la descarga que soportan las personas, en el cual se carga mientras camina sobre una alfombra y se descarga en un objeto de metal puesto a tierra, como generalmente ocurre con un pomo o manilla metálica de puerta.

4. Mecanismos de propagación.

Los medios de propagación de sobrevoltajes más frecuentes por causas de conmutación es por conducción, esto se debe a que se originan en las mismas redes de suministro eléctrico.

Para el caso cuando son debidas a descargas atmosféricas estos pueden propagarse por varias maneras que referimos a continuación:

4.1. Sobrevoltajes conducidos.

Ocurre cuando el rayo impacta directamente en las líneas aéreas y el sobrevoltaje se propaga y alcanza al usuario, derivándose a tierra a través de sus equipos y produciéndole daños.

Es importante resaltar que las descargas incidentes en las líneas eléctricas de distribución (media tensión) llegan a las de baja tensión debido a que el aislamiento galvánico proporcionado por el transformador solo es efectivo a frecuencias nominales de la red 60 Hz, mientras que para las

formas de onda asociadas a las descargas atmosféricas el transformador ofrece poca atenuación.

4.2. Sobrevoltajes inducidos.

Se produce debido al campo electromagnético provocado por las descargas eléctricas que inducen corrientes transitorias en los equipos adyacentes, transmitiéndolas al interior de las instalaciones provocando daños a los equipos.

4.3. Aumentos del potencial en las tomas de tierra.

Cuando una descarga atmosférica se dispersa en tierra, la corriente puede elevar el potencial del suelo varios miles de voltios alrededor del punto de impacto.

Cualquier objeto sobre el terreno afectado estará expuesto al voltaje asociado durante ese instante, lo que puede originar una diferencia de potencial peligrosa respecto a otros puntos de instalación. Hay que prestar especial atención a los elementos metálicos enterrados, como tuberías de cualquier tipo de servicio y tomas de tierra.

4.4. Sobrevoltajes por acoplamiento capacitivo.

Los acoplamientos capacitivos, también denominados capacidad parásita, siempre están presentes entre cualquier pareja de conductores. Los sobrevoltajes por acoplamiento capacitivo son más significativos cuanto mayor sea la velocidad de la forma de onda de voltaje implicada.

5. Transitorios de voltaje.

Los transitorios entre sus características poseen la de no permitir ser detectados o contrarrestados por dispositivos convencionales de protección tales como: interruptores o fusibles.

Un transitorio tiene una duración que oscila entre 10 y varios cientos de microsegundos. Para poder contrarrestar su efecto, los dispositivos de protección necesitan tiempo de respuesta en nanosegundos.

Los interruptores y los fusibles por muy rápidos que sean tienen respuestas en milisegundos, es decir, son unas mil veces más lentos que los transitorios. En la figura 3 se observa la representación gráfica de un transitorio donde se aprecian sus tiempos de actuación.

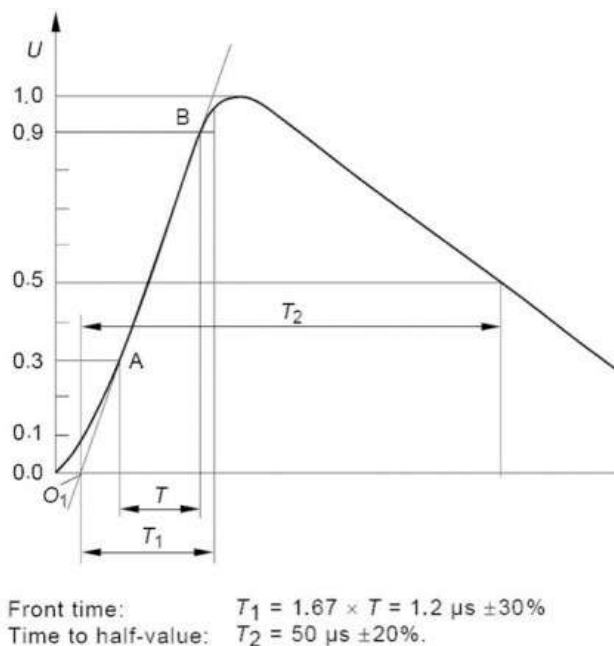


Figura 3. Representación gráfica de un transitorio

Aún en sistemas de baja potencia, los transitorios pueden registrar picos de voltaje de varios kilovoltios, y sobrecorrientes de varias decenas de kiloamperios.

Es importante resaltar, que debido a su muy corta duración no se busca interrumpir corrientes.

Para contrarrestar el efecto de los transitorios, es preciso disponer de dispositivos que puedan derivar cualquier sobre corriente transitoria a tierra, y además, limitar el voltaje aplicado a los equipos sensibles a un máximo permitido.

6. Transmisión o pase de sobrevoltajes a los equipos.

Como generalmente ocurre las redes de suministro eléctrico, como las líneas telefónicas, televisión o de datos recorren grandes distancias en ambientes no resguardados para conectarse a equipos muy sensibles.

Esta circunstancia las hace especialmente receptivas a las sobrevoltajes que posteriormente se transmitirán por conducción a todos los equipos que se encuentren conectados.

En las líneas aéreas que conectan equipos sensibles incluso en ambientes resguardados, es posible que se puedan inducir voltajes peligrosos en las mismas.

Es importante tener en cuenta que una descarga atmosférica y las conmutaciones de equipos de potencia generan campos electromagnéticos de gran magnitud, que a su vez inducen corrientes en los conductores que se encuentren dentro de ese campo. Inclusive las descargas atmosféricas que se producen entre nubes pueden causar daños en las instalaciones eléctricas.

En general, es conveniente instalar protección contra sobrevoltajes en cualquier línea que ingrese o salga de un edificio.

Los efectos de una descarga atmosférica pueden ingresar a través del sistema de puesta a tierra, cambiando la referencia de voltaje de las masas de todos los equipos conectados a ella o bien de la misma línea de suministro eléctrico.

Los equipos más susceptibles de ser afectados de esta forma son los que tienen las voltajes de sus elementos referenciadas a dos tierras distintas.

La recomendación para este caso es la unión de todas las tomas de tierra, incluidas las del sistema de protección contra descargas atmosféricas, de esta manera se impedirán sobrevoltajes y mayores corrientes de paso.

7. Normativa que aplica a sobrevoltajes y DPS.

Las normas del Comité Electrotécnico Internacional siglas IEC de la serie 61643 definen los requerimientos de los DPS protectores contra sobrevoltajes, además de su aplicación.

Las normas de esta serie han sido ya adoptadas. A las normas anteriores existen otras normativas aplicables, entre ellas las normas de protección contra el rayo. Los reglamentos de instalación en cuadros eléctricos deben cumplirse siempre.

Los ensayos realizados a los protectores se basan principalmente en la norma IEC 61643, no obstante, en el mercado se encuentran dispositivos que también cumplen con los requisitos de UL 1449.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias deben de ser conformes a las normas internacionales, no obstante, también se aplican las normas americanas, a continuación las normas:

- ❑ IEC 61643-11:2013 Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión.
- ❑ IEC 62305 series - Protección contra el rayo:
 - IEC 62305-1: Protection against lightning - General principles.
 - IEC 62305-2: Protection against lightning – Risk management.
 - IEC 62305-3: Protection against lightning – Physical damage to structure and life hazard.
 - IEC 62305-4: Protection against lightning – Electrical and electronic systems within structures.
- ❑ IEC 60664-1 Coordinación de aislamiento de los equipos en los sistemas (redes) de baja tensión.

- ❑ La Norma IEEE C62.41.2 define las categorías de DPS según su ubicación.
- ❑ La categorización según UL 1449 tercera edición es de tipos 1 a 3 y se basa en la ubicación donde puede instalarse el equipo DPS de acuerdo a sus protecciones intrínsecas, corriente de cortocircuito, y tipos de pruebas pasadas con éxito.

8. DPS (Dispositivos protección contra sobretensiones)

Los cambios que se hicieron efectivos a partir de septiembre del 2009 sobre la UL 1449 pasan de la denominación supresores de transitorios de voltaje TVSS del inglés Transient Voltage Surge Suppressors a dispositivo protector de trasientes DPS del inglés Surge Protective Device.

Un dispositivo de protección contra sobrevoltajes (DPS), es un dispositivo creado para impedir que los sobrevoltajes y sobrecorrientes provenientes de fenómenos de conmutación, descargas electrostáticas y descargas atmosféricas puedan causar daños en los equipos eléctricos y sobre todo en equipos muy sensibles como los electrónicos.

Con estos dispositivos dichos equipos estarán protegidos contra su destrucción o de una degradación prematura ver figura 4.

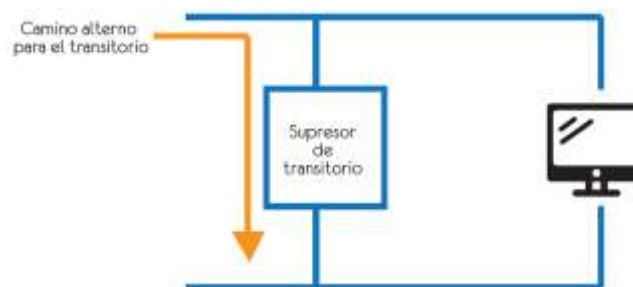


Figura 4. Principio de operación de los DPS

Su función se puede describir de la siguiente manera:

- En sistemas de energía con ausencia de sobrevoltajes el DPS no tendrá una influencia significativa en las características operativas del sistema en donde esté instalado.
- En sistemas de energía con presencia de sobrevoltajes y durante la permanencia de los mismos, el DPS responde a estos sobrevoltajes reduciendo su impedancia y desviando de esta forma la corriente a través de él para limitando el voltaje a su nivel de protección. Estos sobrevoltajes pueden dar lugar a corrientes de deriva de potencia a través del DPS.
- En sistemas de energía posteriormente a la aparición del sobrevoltaje, el DPS se restablece a su estado de alta impedancia y extingue cualquier posible corriente de deriva de potencia.

Las características de los DPS se especifican para lograr las funciones anteriores en condiciones normales de servicio.

Las condiciones normales de servicio se especifican por la frecuencia del voltaje del sistema de alimentación, la corriente de carga, la altitud (es decir, la presión atmosférica), la humedad y la temperatura del aire ambiente.

8.1. Características técnicas de los DPS.

Los DPS en AC tienen las siguientes características de acuerdo con las normas internacionales (IEC):

8.1.1. Voltaje nominal Un:

Es el voltaje típico al que un DPS opera. No significa que sea el voltaje máximo, sino aquel con que el fabricante ha efectuado el mayor número de pruebas.

Los DPS podrían operar a menores voltajes que el nominal. Este parámetro se suele utilizar para la identificación del tipo de sistema a proteger, y su aplicabilidad de parte del dispositivo de protección, pero solamente es un primer paso.

Por ejemplo: para un voltaje nominal sería 120/208 VAC, correspondientes a los voltajes línea – neutro y línea – línea de un sistema trifásico.

8.1.2. Voltaje de operación continuo máximo Uc.

Es el máximo voltaje eficaz que de manera continua puede soportar un DPS. Es el voltaje de CA o CC por encima de la cual el DPS se activa.

Este valor es seleccionado de acuerdo con el voltaje nominal y la disposición de puesta a tierra del sistema. Es importante destacar que esta es un voltaje entre línea y tierra, dado que los DPS se instalan entre línea y tierra, o eventualmente entre línea y neutro.

Los niveles de voltaje constantes máximo más comunes son 350 y 175 voltios. Al observar la figura 5, vemos que el voltaje usado para dimensionar de 350 voltios es mayor que el voltaje de línea-tierra del sistema de alimentación, siendo lo correcto desde el punto de vista de instalación. La razón de esto se debe a que existen sistemas no regulados con valor nominal que cambia en función de la carga que alimenta.

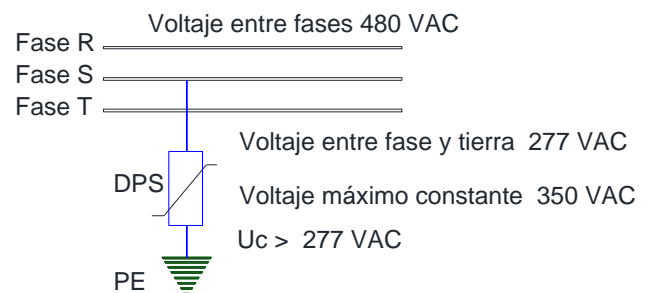


Figura 5. Filosofía del voltaje constante máximo

Es un parámetro muy importante para instalaciones interiores donde se cuenta con la presencia de interruptores y cargas inductivas, entre otras.

Los DPS asociados a este parámetro han sido probados bajo la onda de prueba (8/20 microseg), que describe el comportamiento en tiempo de transitorios por conmutación.

La corriente transitoria nominal se especifica en sus valores por fase y la suma de las fases (L-N, N-PE)

8.1.6. Capacidad de apagado de la corriente al If.

Es el máximo flujo de corriente principal rms provocado por la descarga de corriente de un sobrevoltaje, que puede ser extinguido por el DPS en la presencia de la U_c .

8.1.7. Rango de temperatura de funcionamiento T_u .

Es el rango de temperatura en el cual los DPS pueden ser utilizados normalmente.

8.2. Diseño típico y topologías de los DPS.

Los principales componentes protectores utilizados en los DPS pertenecen a dos categorías:

- Componentes de limitación de voltaje: entre los que se encuentran los varistores, avalancha o diodos supresores, etc.
- Componentes de conmutación de voltaje: entre los que se encuentran espacios de aire, tubos de descarga de gas, tiristores (rectificadores controlados por silicio), triacs, etc.

En base a estos componentes, a continuación se muestran los diseños típicos (Ver la figura 7) de un DPS:

- Componente limitador de voltaje único tipo limitador.
- Componente de conmutación de voltaje único tipo de conmutación.
- combinación de componentes de conmutación y limitación de voltaje, combinación en serie y en paralelo.

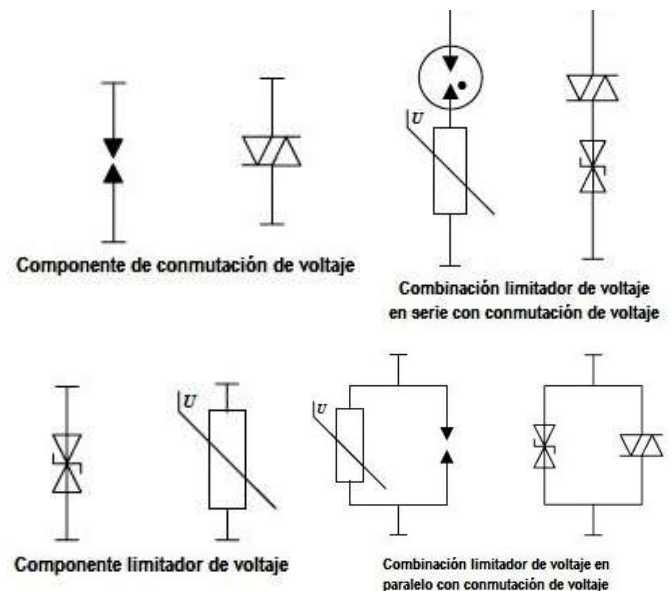


Figura 7. Diseño típico y topologías de los DPS

No todos los DPS se definen por una simple disposición de componentes básicos.

A esto se le debe adicionar, que pueden incorporar indicadores, seccionadores, inductores, condensadores, fusibles y otros componentes.

Además, un DPS se puede configurar como un DPS de un puerto o DPS de dos puertos.

8.2.1. Tecnologías usadas en DPS.

Todos los Dispositivos de Protección contra Sobrevoltajes (DPS) utilizan diferentes tecnologías para derivar los impulsos de corriente lejos de las cargas finales. Las más utilizadas son:

- MOV: Varistores de Oxido Metálico
- Spark Gap: Descargador vía de chispas

Los DPS limitan un sobrevoltaje transitorio a valores seguros relacionados con el Máximo Voltaje de Operación Continuo de las siglas en inglés MCOV del supresor.

8.2.1. Varistores de Oxido Metálico (MOV)

- Tecnología de limitación del voltaje.
- Deriva impulsos transitorios dejando un pequeño voltaje residual.
- Su resistencia se reduce exponencialmente en proporción a la magnitud del impulso transitorio.
- No opera bajo condiciones normales del sistema de suministro eléctrico (baja corriente de fuga).
- Tiene un tiempo de respuesta rápido.
- Puede derivar altos impulsos de corriente.
- Es la más utilizada por la industria en la protección eléctrica.
- Buena relación Costo-Beneficio.

8.2.2. Descargador Vía de Chispas (Spark Gap)

- Tecnología de conmutación de voltaje.
- Empieza a derivar la corriente transitoria cuando se alcanza el voltaje de cebado.
- Después de derivar la corriente transitoria circula por él la corriente de cortocircuito del punto de instalación (corriente de seguimiento) hasta que la auto-extingue en

el siguiente paso por cero de la onda de voltaje.

- Muy bajo voltaje residual.
- Tiempo de respuesta lento.
- Deriva altos impulsos de corriente.

8.3. Modos de operación de los DPS.

Operan de dos formas:

- Modo común
- Modo diferencial

8.3.1. Modo común.

Los sobrevoltajes en modo común suceden entre conductores activos y tierra, por ejemplo fase/tierra o neutro/tierra, Tal como se aprecia en la figura 8.

Este modo de sobrevoltaje destruye a los equipos conectados a tierra denominados equipos clase I y también a equipos no conectados a tierra llamados equipos de clase II que están localizados cerca de una masa conectada a tierra y que no tiene suficiente aislamiento eléctrico (algunos kilovoltios).

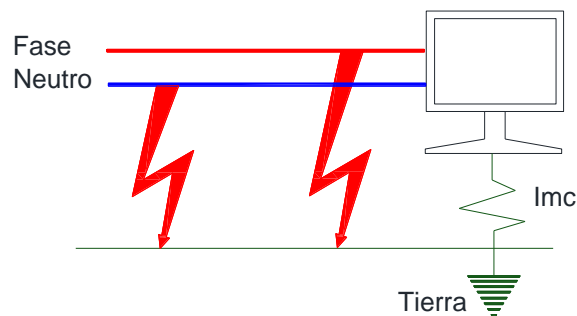


Figura 8. Modo común

Los equipos de la clase II no localizados cerca de una masa conectada a tierra en teoría están protegidos contra este tipo de ataques.

Las sobretensiones en modo común afectan a todos los sistemas de conexión a tierra.

8.3.2. Modo diferencial.

Los sobrevoltajes en modo diferencial fluyen entre conductores activos: fase/fase o fase/neutro, Tal como se aprecia en la figura 9.

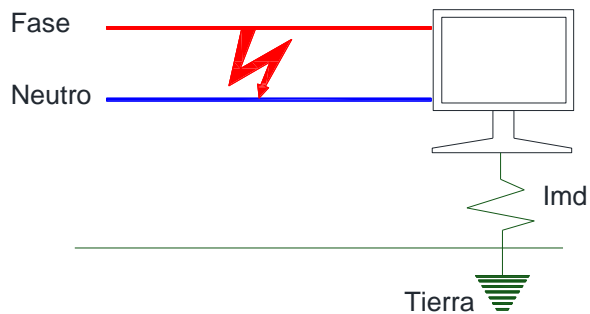


Figura 9. Modo diferencial

Estos sobrevoltajes tienen un efecto potencial alto de daños para todos los equipos conectados a la red eléctrica, especialmente para los equipos sensibles.

Los sobrevoltajes en modo diferencial afectan al sistema de conexión a tierra TT.

Estos sobrevoltajes también afectan al sistema de conexión a tierra TN-S si hay una diferencia considerable en las longitudes del cable neutro y el cable de protección (PE).

En el próximo boletín técnico continuaremos con este importante tema y veremos el funcionamiento de los DPS, los esperamos.