

Boletín 53

TODO LO QUE
DEBEMOS SABER
SOBRE
DPS.
PROTECCIÓN
CONTRA
SOBREVOLTAJES

Boletín técnico N°53
PARTE 2
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

Todo lo que debemos saber sobre DPS. Instalación de DPS. Protección contra sobrevoltajes.

PARTE 2

Por:

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

Generalidades.

Para comprender el tema de LOS SOBREVOLTAJES y DPS, es necesario haber visto previamente el Boletín Técnico N° 52 PARTE 1 donde partimos desde principios básicos sobre esta materia, recuerden que si el sistema está correctamente protegido la expectativa de vida de los equipos será mayor.

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.

Ing. Gregor Rojas

8.4. Funcionamiento de un DPS.

Al detectar un sobrevoltaje los DPS crean una vía momentánea de baja impedancia para redirigir la energía dañina.

Estos dispositivos se reinician automáticamente y quedan a la expectativa del siguiente evento de sobrevoltaje.

Su funcionamiento es análogo al de una válvula de alivio de una hoya de presión, en la cual la presión al subir hace que la válvula se abra para liberar presión y luego se reinicia.

En un sistema eléctrico, el DPS detecta un sobrevoltaje y reduce temporalmente la impedancia, equilibrando los voltajes peligrosos y posteriormente reiniciándose.

Para comprender el funcionamiento del DPS, imaginemos que instalamos un DPS ideal, es decir, con una impedancia (Z) infinita para no alterar el funcionamiento de la instalación, conectado por ejemplo, entre L-PE.

Mientras el voltaje permanezca dentro de sus valores nominales el DPS no actúa permitiendo su paso, véase la figura 10. No obstante, al presentarse alguna sobretensión esta induce que la impedancia en los extremos del DPS descienda velozmente a 0 ohmios, absorbiendo la corriente asociada a la sobretensión.

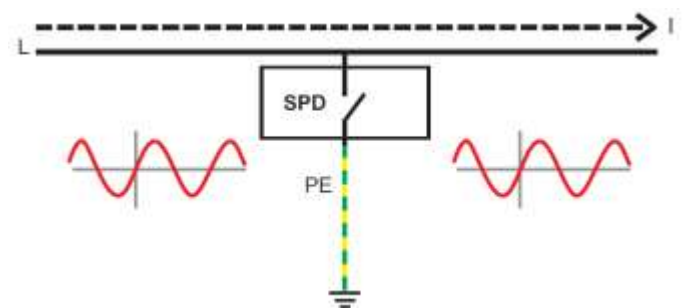


Figura 10. DPS antes de actuar

Cuánto más alta sea la sobretensión, menor será la impedancia y mayor será la corriente derivada.

Como imaginemos un DPS ideal, podemos suponer que actúa como un interruptor que al existir algún sobrevoltaje se cierra y cortocircuita el circuito aguas abajo para protegerlo haciendo que durante el despeje de la sobrecorriente se mantenga constante el voltaje en los extremos del DPS, tal como se aprecia en la figura 11.

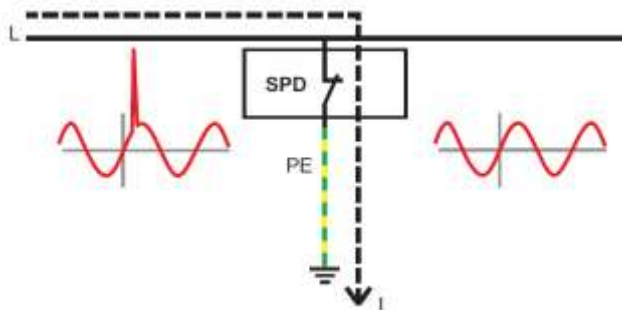


Figura 11. DPS actuando bajo sobrevoltaje

Si este voltaje es compatible con el nivel de inmunidad y aislamiento del equipo, este no presentará daños.

8.5. Fases de funcionamiento del DPS.

Podemos identificar tres fases de funcionamiento del DPS, en las que las magnitudes que entran en juego constituyen los parámetros de selección de los componentes.

8.5.1. Fase inicial.

Supongamos que la caja está instalada entre un conductor activo y la tierra (aunque también puede instalarse entre dos fases o entre fase y neutro).

En sus extremos está presente el voltaje nominal del sistema (U_n) que, con el tiempo, puede variar dentro de un rango de tolerancia que dependiendo de la empresa prestadora del servicio, en muchos países como el nuestro está comprendido entre -15% y +10% por eso está previsto un voltaje

máximo de servicio U_c que, respetando el rango de tolerancia, garantiza que el DPS no intervenga.

El Voltaje máximo de servicio U_c es el valor de voltaje que puede aplicarse al DPS por un tiempo indefinido sin causar la intervención del mismo.

Para los sistemas TT y TN $U_c \geq 1.1 U_n$

Para los sistemas IT $U_c \geq \sqrt{3} U_n$

En estas fases, el dispositivo ideal tiene una impedancia infinita, mientras que el real tiene una impedancia de valor muy elevado. Esto significa que el DPS ideal no es atravesado por una corriente hacia tierra, mientras que el real es atravesado constantemente por una corriente de fuga que depende de los componentes empleados para realizar la construcción del DPS y es drenada hacia tierra, indicada con I_c : corriente de régimen permanente.

Esta corriente está en el orden de μA .

En esta fase también tenemos que considerar las UT (T = TOV Temporary Transient Overvoltage), es decir, los sobrevoltajes temporales (permanentes) presentes en la línea debido a fallos en la red del distribuidor (sobrevoltajes de maniobra).

Estos sobrevoltajes deben ser soportados por el DPS.

8.5.2. Durante el sobrevoltaje.

El DPS reduce su propia impedancia para derivar la corriente y mantiene constante en sus extremos el voltaje.

En esta fase es importante el valor de voltaje residual (U_{res}) que se mide en los extremos del DPS durante la intervención. Este valor se identifica como U_p : nivel de protección.

El U_p es un valor de voltaje, elegido en una escala de valores normalizados, inmediatamente superior

a la Ures (ej.: Ures = 970 V, Up = 1000 V). Es importante que el Up sea inferior al voltaje soportado al impulso de los aislantes del equipo que se quiere proteger.

Este valor de voltaje es relativo a la corriente de descarga nominal que, por el tipo de prueba, asume una forma de onda 8/20 μ s. En esta fase es importante el dato relativo a la corriente nominal de descarga: In.

In: valor de pico de corriente que el DPS puede soportar normalmente. Se define probando el mismo con forma de onda de corriente 8/20 μ s.

Otro dato importante es I_{max}, que corresponde al valor de pico de la corriente máxima que el DPS puede ejecutar al menos una vez sin dañarse. Por lo general, es válida la siguiente relación: I_{max} / In = 2

8.5.3. Fase de extinción del fenómeno.

Al finalizar su intervención el DPS es atravesado por la corriente de 60 Hz alimentada por el circuito en el que está integrado: corriente subsiguiente.

Puede suceder que el DPS no logre reabrirse (característica típica de los DPS de cebado). La normativa del producto ha definido la I_{sc}, que representa la corriente máxima que el dispositivo puede soportar y extinguir por sí solo al primer paso por el cero de la semionda.

Este valor de corriente, típico para los descargadores de chispas que suelen aplicarse en la conexión entre N-PE, debe ser igual a 100 A.

La I_{sc} es una corriente que el DPS puede gestionar y apagar autónomamente: si la corriente de cortocircuito de la instalación donde está montado el DPS es mayor que la I_{sc}, el mismo debe protegerse con dispositivos idóneos tales como fusibles o interruptores automáticos para garantizar la extinción del arco.

Si la I_{cc} < I_{sc}, no se tiene que proteger el DPS, pero como es imposible conocer exactamente la duración de la I_{sc}, el diferencial podría intervenir desconectando toda la instalación. Por tanto, siempre conviene utilizar elementos de protección como los fusibles.

9. Protección en cascada.

La única manera de descargar toda la energía inicial es a través de una protección en cascada, es decir, instalando DPS en todos los niveles y tableros de la instalación.

En la figura 12 se puede apreciar en detalle que cada tablero tanto el principal como los secundarios hasta llegar al equipo sensible poseen una protección con el DPS que a su vez está ajustado para cada aplicación.

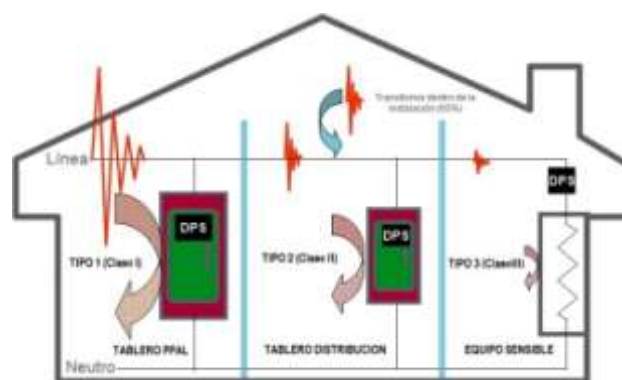


Figura 12. Protección en cascada

9.1. Tipos de protecciones

Las normas IEC (International Electrotechnical Commission) la cual es la organización mundial para la normalización estableció mediante la norma internacional IEC 61643-11 varias clases de DPS en función de la resistencia en las pruebas a diferentes magnitudes de impulsos LEMP Y SEMP.

El tipo 1 (Clase I) es el DPS más robusto y fuerte, el tipo 2 (Clase II) es un DPS intermedio y el tipo 3 (Clase III) el cual es el DPS menos robusto o ligero, clasificados de acuerdo a las magnitudes

LEMP O SEMP que son capaces de enfrentar sin ser destruidos.

Esta clasificación depende principalmente de la ubicación de la protección en la instalación y de las condiciones exteriores.

A continuación comentaremos de cada una:

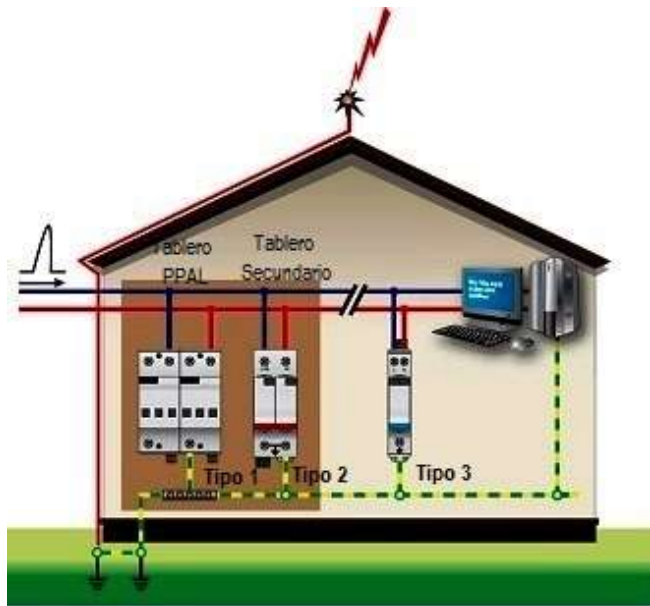


Figura 13 Distintos tipos de protección

9.1. Protecciones de Tipo 1 (Clase I)

Estos dispositivos están diseñados para su utilización en instalaciones donde el riesgo de descargas atmosféricas es muy importante, por ejemplo en caso de presencia de pararrayos en la instalación.

Las normas internacionales IEC 61643-11 establecen que estas protecciones deben ser sometidas a pruebas y ensayos de Clase 1, caracterizadas por inyecciones de ondas de corriente tipo 10/350 μ s, para simular la corriente de rayo generada durante un impacto directo.

Estas protecciones deberán ser muy robustas para de manera de poder drenar toda esa onda de alta

energía. Generalmente se instalan a la entrada del suministro de energía en el tablero principal.

9.2. Protecciones de Tipo 2 (Clase II)

Instaladas en la entrada de una instalación de derivación secundario (Tablero secundario) o cerca de equipos sensibles, en sitios donde el riesgo de impacto directo está considerado inexistente, las protecciones de Tipo 2 protegen la instalación completa.

Estas protecciones están sometidas a pruebas y ensayos con ondas de corriente 8/20 μ s (ensayos de Clase II).

9.3. Protecciones de Tipo 3 (Clase III)

Para equipos muy sensibles o para instalaciones muy grandes, se recomienda usar protecciones cerca de los equipos sensibles.

Las protecciones de Tipo 3 son probadas con una onda híbrida 1,2/50 μ s - 8/20 μ s (ensayos de Clase III).

9.4. Protecciones combinadas

Las protecciones de tecnología VG permiten conseguir una protección equivalente a una coordinación de protecciones de Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3.

Entre las ventajas están reducir el tiempo de instalación, bajar costos de instalación y simplificar la selección sin cálculo de coordinación.

10. Resistencia de aislamiento.

En instalaciones eléctricas la resistencia de aislamiento es determinante en lo que respecta a protección de personas, instalaciones y seguridad contra incendios. Sin una resistencia de aislamiento suficiente:

- La protección en caso de contacto directo o indirecto no puede ser garantizada.

- ❑ Las corrientes de cortocircuito y derivación a tierra pueden ocasionar incendios, explosiones e incluso destrucción de la instalación.
- ❑ Los fallos en el funcionamiento de equipos eléctricos degeneran en peligro para personas, interrupciones de la producción o parada total de las instalaciones.
- ❑ Las corrientes de falla pueden ocasionar interrupciones del servicio.
- ❑ Existe riesgo para la vida de las personas y animales.

La resistencia de aislamiento en instalaciones de nueva construcción y en equipos operativos suele ser, por lo regular, muy buena.

Un deterioro de la resistencia de aislamiento puede ser motivado por distintas causas entre las que se encuentran:

- ✓ Eléctricas
- ✓ Mecánicas
- ✓ Entorno medioambiente
- ✓ Otras

Nos detendremos en las causas eléctricas las cuales a su vez pueden ser ocasionadas por:

- Sobretensiones permanentes
- Sobretensiones Transitorias
- Variaciones de la frecuencia
- Efectos de las descargas atmosféricas
- Sobrecorrientes
- Formas del voltaje.

Dependiendo de los esquemas de los sistemas de red, para cada caso se adoptarán diferentes medidas de protección. Para los equipos eléctricos es preciso efectuar pruebas regulares, cuyos

Ing. Gregor Rojas

intervalos de tiempo dependen del tipo de equipo y de su utilización.

Es importante recordar que las protecciones con DPS están conectadas a las fases sean monofásicas o trifásicas y por otra parte se conectan al neutro y a la tierra, de allí la necesidad de repasar los esquemas de distribución y sus variantes.

11. Esquemas de distribución de energía eléctrica.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de fallas (contactos indirectos) y contra sobrecorrientes, así como de las especificaciones de equipos encargados de estas funciones, será imprescindible tener en cuenta el esquema de distribución utilizado.

Los esquemas de conexión a tierra están definidos por la norma IEC 60364, estos esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado y de las masas de la instalación receptora por otro.

La denominación de los esquemas de distribución se efectúa mediante un código de letras, cada una con el significado siguiente:

Primera letra.

Referida a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

- T** Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
- I** Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

Segunda letra.

Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

- T** Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la puesta a tierra de la alimentación.
- N** Masas conectadas directamente al punto de la puesta a tierra (en AC este punto normalmente es el neutro).

Otras letras: están referidas a la situación inherente del conductor neutro y del conductor de protección.

- S** Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.
- C** Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor PEN).

11.1. Sistemas de red.

Las redes eléctricas de baja tensión se diferencian según:

- El tipo de corriente que operan AC o DC
- El tipo y número de conductores activos del sistema.
- El tipo de puesta a tierra del sistema

La elección de la puesta a tierra adecuada es fundamental, ya que determina el comportamiento y las propiedades de la red e influye en aspectos de su utilización como los siguientes:

- Seguridad del suministro o disponibilidad de la energía eléctrica
- Complejidad de la instalación
- Mantenimiento

- Compatibilidad electromagnética

11.1.1. Sistema TT.

En los sistemas TT el punto neutro del transformador en su lado de bajo voltaje está conectado a una toma de puesta a tierra directamente. De igual forma, las masas de la instalación eléctrica están conectadas a tomas de puesta a tierra independientes eléctricamente de la toma de tierra para la puesta a tierra del sistema a través del conductor de protección PE.

Es el más empleado en la mayoría de instalaciones por poseer unas excelentes características de protección a las personas.

En este esquema como se puede apreciar en la figura 14 el neutro del transformador está conectado directamente a tierra de manera independiente a las masas metálicas de las cargas o receptores que a su vez están conectados a un punto de tierra independiente del transformador.

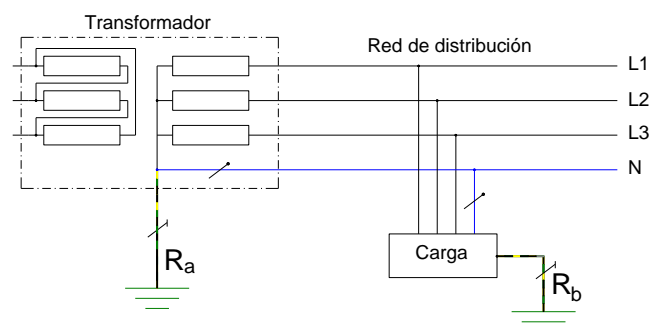


Figura 14 Esquema de conexión TT

En caso de una falla a masa, circula una corriente a través del terreno hasta el punto neutro del transformador, provocando una diferencia de corriente entre los conductores de fase y neutro, que al ser detectado por el interruptor diferencial provoca la desconexión automática de la alimentación.

$$V_{falla} = (R_t + R_{cpe}) * I_d$$

Mientras permanece la falla, el voltaje de falla es restringida por la toma de tierra del receptor a un valor igual a la resistencia de la puesta a tierra (conductor de protección + toma de tierra) por la intensidad de falla. Por tal motivo, para este sistema el empleo de interruptores diferenciales es imprescindible para asegurar voltajes de falla pequeños y disminuir el riesgo de incendio.

En este esquema las intensidades de falla entre fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, no obstante, pueden ser suficientes para provocar voltajes peligrosos.

11.1.2. Sistema TN.

En los sistemas TN generalmente el punto neutro del transformador en su lado de bajo voltaje está conectado a una toma de puesta a tierra directamente.

Por otra parte, las masas de toda la instalación eléctrica están conectadas a este punto mediante conductores de protección denominados PE.

Podemos diferenciar tres tipos de sistemas TN en función de la asignación del conductor neutro N y del conductor de protección PE, los cuales son:

- **Esquema TN-S:** Emplea un conductor de neutro N y otro de protección PE separados en todo el sistema de distribución. Ver figura 15.

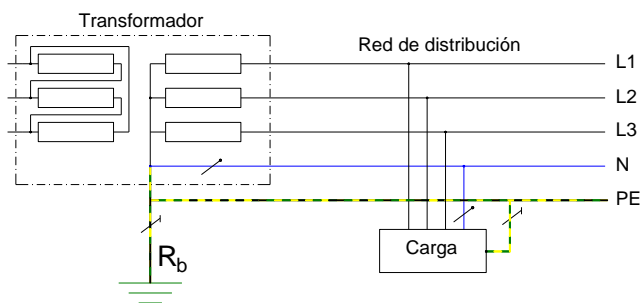


Figura 15. Esquema de conexión TN-S

Recuerde, el uso de conductores PE y N independientes en un esquema TN-S de 5 hilos, es obligatorio para los equipos portátiles con circuitos que tengan secciones transversales inferiores a 10 mm^2 .

- **Esquema TN-C:** Bajo este esquema las funciones del conductor neutro N y del conductor de protección PE están combinadas en un solo conductor en todo el sistema de distribución, este conductor es denominado PEN. Ver figura 16.

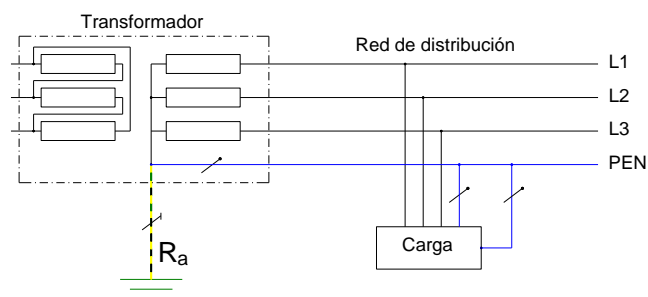


Figura 16. Esquema de conexión TN-C

Recuerde, en este sistema no se permite conductores de calibres menores a 10 mm^2 ni para equipos portátiles.

De igual forma, el esquema TN-C requiere un entorno equipotencial eficaz en la instalación, con electrodos de tierra dispersos y separados a intervalos que sean lo más regulares posible, puesto que el conductor PEN es el conductor neutro y también conduce corrientes con desequilibrios de fases, así como corrientes armónicas de tercer orden.

Por tal motivo, el conductor PEN debe conectarse a una serie de electrodos de tierra en la instalación.

Tenga siempre presente que como el conductor neutro también es el conductor de protección, cualquier corte o discontinuidad en

el conductor representa un riesgo para personas y bienes.

- **Esquema TN-C-S:** En una parte del sistema, las funciones del conductor neutro N y del conductor de protección PE están combinadas en un único conductor. Ver figura 17.

Recuerde, en el esquema TN-C-S, el esquema TN-C de 4 hilos nunca debe utilizarse aguas abajo del esquema TN-S de 5 hilos, esto debido a que cualquier interrupción accidental en el conductor neutro en la parte aguas arriba provocaría una interrupción en el conductor de protección en la parte aguas abajo, lo que representaría un eminente peligro.

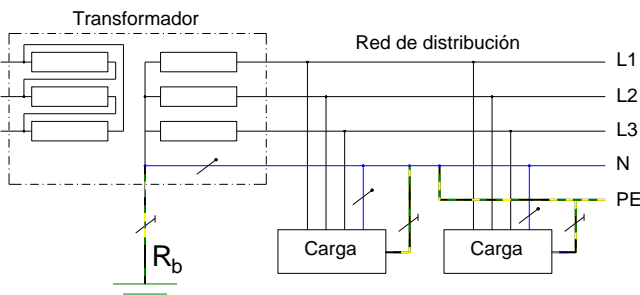


Figura 17. Esquema de conexión TN-C-S

En los esquemas TN cualquier intensidad de falla franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de falla está constituido por elementos conductores metálicos.

11.1.3. Sistema IT.

En los sistemas IT, el punto neutro del transformador en su lado de bajo voltaje no está conectado a una toma de puesta a tierra, es decir, todos los conductores activos están separados de tierra o un punto está puesto a tierra a través de una impedancia. Ver figura 18.

Con lo anterior, se busca que en caso de falla de aislamiento, solo pueda circular una corriente de

falla pequeña, originada principalmente por la capacidad de derivación de la red.

Los fusibles conectados en serie no se disparan. Asimismo, se conserva el suministro de corriente incluso en caso de un contacto a tierra unipolar y directo.

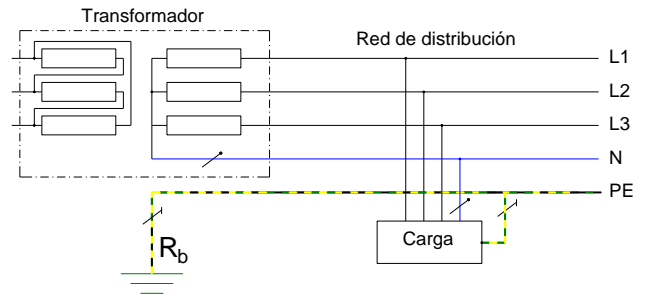
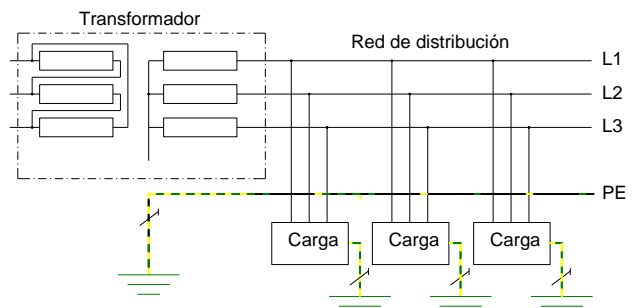


Figura 18. Esquema de conexión IT

Según la norma IEC 60364-4-441 en un sistema IT los usuarios pueden conectar las masas o carcasas de su instalación eléctrica a tierra como sigue:

- Puestas a tierra de forma individual.
- Puestas a tierra de forma conjunta.
- Conectadas conjuntamente con la PAT del sistema.



Todos los carcasas puestas a tierra a través de un conductor de protección PE común

Figura 19. Esquema de conexión IT con puestas a tierra de forma individual

En la figura 19 se puede observar la forma de conexión de las carcasas a tierra realizado de manera individual, es decir cada equipo está conectado a un punto de toma de tierra individualmente.

En la figura 20 se puede observar la forma de conexión de las carcasas a tierra realizado de forma conjunta, es decir, cada equipo está conectado a un conductor de protección que los agrupa a un punto de toma de tierra.

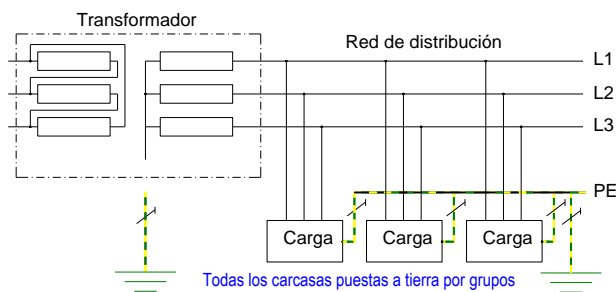


Figura 20. Esquema de conexión IT con puestas a tierra por grupos

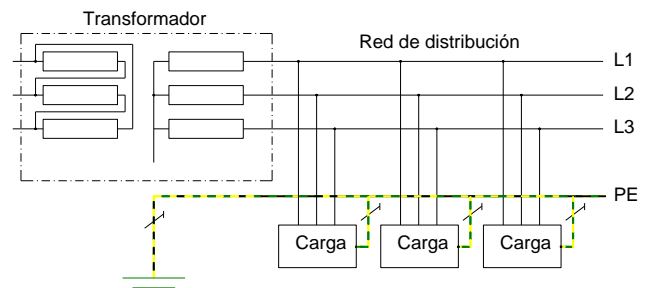
Es importante resaltar que la conexión a tierra puede ser una combinación entre grupos e individuales, es decir, pueden haber conexiones de forma individual y de manera conjunta.

En la figura 21 se puede observar la forma de conexión de las carcasas a tierra realizado de manera que cada carcasa se conecta conjuntamente al mismo conductor de protección PE del sistema, es decir, cada equipo está conectado al mismo punto de toma de tierra del sistema.

El primer fallo de aislamiento no causa la actuación de un fusible ni de un interruptor de corriente debido a falla.

Un vigilante del aislamiento detecta un deterioro no admisible del aislamiento y la notifica. Los fallos de aislamiento deben corregirse de inmediato para

evitar un segunda falla en otro conductor activo, que podría generar una falla de la red.



Todos las carcasas puestas a tierra a través de un conductor de protección PE común

Figura 21. Esquema de conexión IT con puestas a tierra a un conductor común del sistema

En este esquema la intensidad resultante de un primera falla fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de voltajes de contacto peligrosos.

12. Técnicas de instalación.

Finalizado el análisis de las características de construcción y funcionamiento de los DPS disponibles en el mercado y los distintos esquemas de distribución, pasaremos al análisis de las metodologías de la instalación, que juega un papel relevante en materia de protección de equipos, esto se debe a que una instalación mal hecha puede generar el daño de los propios DPS.

Comencemos analizando cómo y dónde se debe conectar el DPS, introduciendo el concepto de nivel de protección real Up/f . A este nivel de protección se le suma el Up del DPS, con la caída de voltaje en los extremos de los conductores de conexión del DPS.

Como podemos observar en la figura 9, la inductancia parasitaria de los conductores juega un papel fundamental, especialmente si la forma de onda de voltaje se caracteriza por una pendiente muy elevada.

Si conocemos la pendiente de la onda, podríamos calcular exactamente el valor de ΔU con la siguiente ecuación:

$$\Delta U = L \cdot di/dt$$

donde

L es la inductancia del cable

di/dt es la derivada de la corriente

Es importante resaltar, que la fórmula para el cálculo del valor de protección real que se indica arriba solo es válida para los DPS que utilizan varistor. De hecho, en este caso la caída ΔU se produce simultáneamente a U_p .

Si la caída no se produce simultáneamente como sucede con los descargadores de chispas, debemos elegir el valor mayor entre ΔU y U_p . En este caso, la caída inductiva en las conexiones se produce solo después del cebado del descargador de chispas y no se debe sumar a U_p .

De lo anterior podemos inferir que realizar conexiones muy largas, bien sea hacia el DPS o hacia el equipo que se quiere proteger, esto introduce valores de voltaje desconocidos y se suman al U_p del protector, modificando o anulando la capacidad de protección del DPS.

En el próximo boletín técnico continuaremos con este interesante tema.

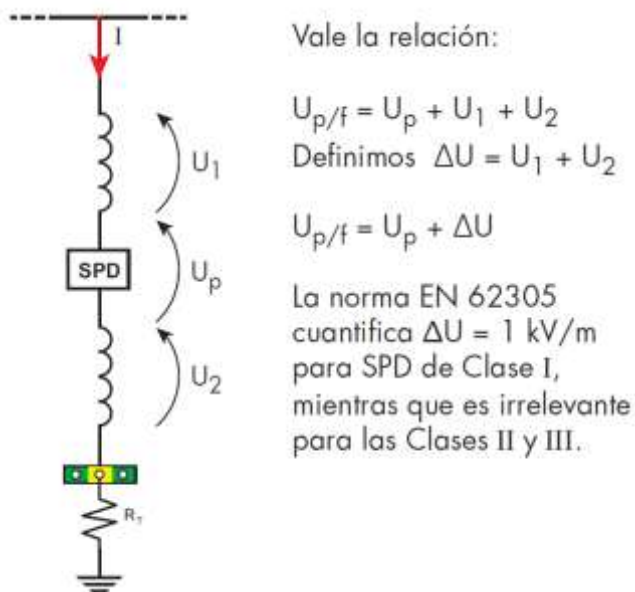


Figura 22. Esquema de conexión IT