

Protección contra rayos y sobretensiones

Información en el ámbito de las Cooperativas Eléctricas.

82
DM

Última parte.

Fuente:

Ing. Electricista Ángel A. Reyna.
Representante exclusivo de
DEHN+SÖHNE, líder a nivel mundial sobre la protección contra rayos y sobretensiones.

Integrante de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA)

 ANGEL REYNA & ASOCIADOS S.R.L.
Representante exclusivo en Argentina de DEHN + SÖHNE

ATENUACIÓN DE LOS EFECTOS DE RAYOS CAÍDOS EN LÍNEAS RURALES SOBRE REDES ELÉCTRICAS URBANAS

Los sistemas de media tensión rurales de las cooperativas eléctricas argentinas son generalmente de gran extensión y compuestos por numerosos ramales, cuyo origen muchas veces está en las propias redes urbanas.

En la figura 1 se ha esquematizado una red eléctrica urbana ABCD, con ramales rurales aéreos a, b1, b2, c, y d. Como puede apreciarse si un rayo impacta sobre una línea rural se originan ondas de sobretensiones en ambas direcciones, a partir del punto de impacto.

La causa de este tipo de sobretensiones se debe a descargas lejanas de rayo (Figura 2).

Estas sobretensiones pueden producir daños a elementos electrónicos dentro de los edificios, ya que dichas sobretensiones pasan del bobinado de media tensión al de baja tensión de los transformadores de distribución, aunque tengan instalados descargadores sobretensiones en el lado de media tensión.

En /1/ se expresa que sobre la base de experiencias de campo, efectuadas a lo largo de decenas de años, existe un censo internacional, para considerar una simulación de las corrientes de rayo en caso de descargas lejanas, como corrientes de choque $8/20\mu s$ con valores de cresta de 5 kA a 10 kA.

Un estudio más amplio de las sobretensiones de las líneas eléctricas en general puede consultarse en /3/, que desarrolla en con más detalle los

siguientes temas:

- Factor de sobretensión
- Sobretensiones internas
 - 1) Sobretensiones maniobras
 - 2) Sobretensiones de servicio
- Sobretensiones de origen externo
- Hilos de guardia y disposición de conductores
- Ondas errantes
- Inducción electrostática
- Carga progresiva de los conductores por rozamiento de aire
- Carga producida por atravesar los conductores diferentes superficies equipotenciales
- Descargas directas

Resumiendo las causas de las sobretensiones pueden ser la siguiente:

- Las descargas de retorno principales del rayo.
- Las 3 o 4 sucesivas.
- Las inducciones electrostáticas por descargas entre nubes.
- La inducción por campos electromagnéticos que provocan sobretensiones en las líneas de media tensión.
- Las sobretensiones de origen interno o de conmutaciones del tipo mostrado en la Fig.5 (producidas por desconexión de una línea de alta tensión que funcionaba sin carga, conexión o desconexión de una carga grande, presencia de un cortocircuito de derivación a tierra, desconexión de un transformador de marcha en vacío, derivación a tierra en redes aisladas de tierra, etc.).
- Conmutaciones de capacitores destinados a compensar las cargas reactivas de las redes eléctricas.

La red urbana de media tensión está más protegida respecto de los tipos de sobretensiones descriptos debido a la presencia de las edificaciones y

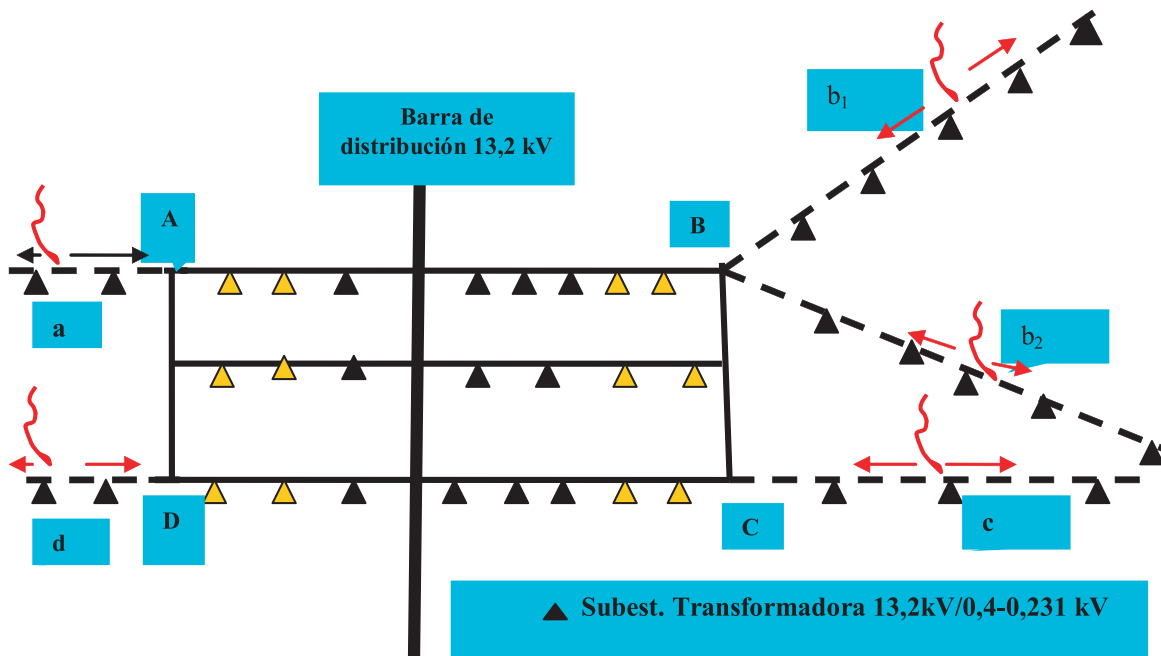


Fig. 1

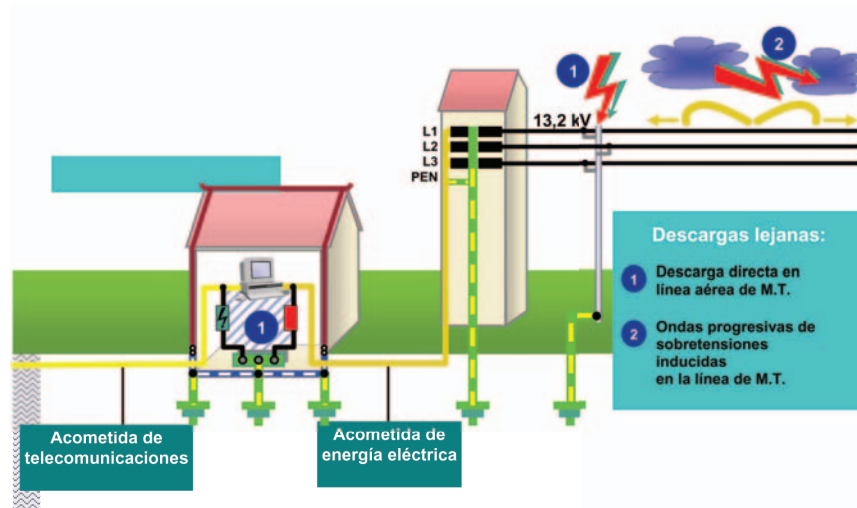


Fig. 2 Descargas lejanas del rayo.

muchas veces es subterránea. Los usuarios de la red urbana conectados en las redes de baja tensión de las dos primeras subestaciones, próximas al punto donde comienzan los ramales rurales (Véase Fig.1) pueden recibir sobretensiones peligrosas provenientes de los ramales rurales.

Para atenuar estas sobretensiones a dichos usuarios de la red urbana las Cooperativas podrían instalar descargadores de sobretensiones tipo DEHNguard® M TT (código

952310) tetrapolar en cada salida de baja tensión de los transformadores (Véase Fig. 6).

ÁREA COLECTORA DE RAYOS DE LAS LÍNEAS RURALES

En la Figura 2, se calcula la frecuencia aproximada de rayos directos sobre un tramo de línea de 1 km, siguiendo el criterio de la norma IEC 62305-2, de considerar el área colectora A_e como indica la Fig.3 aplicado a una línea eléctrica de altura de conductores H y separación entre conductores externos "a".

PROPAGACIÓN DE LAS SOBRETENSIONES EN LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN /3/

Paluff Hagenguth (1932) y Bellaschi (1943) explicaron los detalles de la propagación de las sobretensiones en los transformadores. Hay 4 modos de acoplamiento de sobretensiones:

- Capacidades parásitas
- Capacitancia entre bobinado
- Inductancia mutua
- Oscilaciones en cada uno de los bobinados



Protección contra rayos y sobretensiones

DOSSIER COOPERATIVAS

84
DM



Una onda incidente de sobretensiones de gran valor de la pendiente dV/dt se acopla al transformador por capacidades parásitas entre el primario y el secundario. Este acoplamiento es independiente de la relación ente los números de espiras de ambos bobinados.

Como cada una de las dos bobinas tienen ciertos valores de inductancia, resistencias en serie y capacitancias en paralelo, se forma un circuito LRC. Este circuito responderá con una oscilación amortiguada cuando es excitado por un impulso de tensión de corta duración: La oscilación de la corriente en el bobinado primario se acoplará al secundario por la inductancia mutua entre ambos bobinados. La oscilación de la corriente en el bobinado secundario origina una tensión en éste. Oscilaciones adicionales pueden ocurrir por reflexiones desde los nodos de los cables conectados en el bobinado secundario. Estas reflexiones pueden duplicar la tensión en el bobinado secundario... Martzloff (1986) informó sobre un caso en el que las sobretensiones originadas por el proceso de corrección automática del factor de potencia mediante capacitores se propagaron hasta una distancia de 3 km.

La forma de onda de una sobretensión puede cambiar mientras se propaga a través del transformador, en cambio la forma de onda de las oscilaciones de baja frecuencia producidas por conmutaciones en el proceso de corrección del factor de potencia a través de los transformadores cambia poco. Debe quedar en claro que un transformador no bloquea la sobretensiones.



$A_c = 6 H L + a L^2$; Ejemplo si $H=7$ m y $a=0,0018$ km; $L=1$ km; $A_c = 0,042\text{km} \times 1\text{km} + 0,0018 \text{ km}^2 = 0,0438 \text{ km}^2$; Si $T_d=50$ días de tormentas eléctricas por año:
 $N_g=0,1T_d=5$ rayos/año km^2
 y $N_d=0,0438 \text{ km}^2 \times 5 \text{ rayos/año km}^2 = 0,22 \text{ rayos/km línea año}$

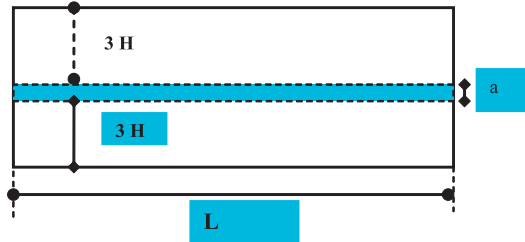


Fig. 3 Cálculo aproximado de la frecuencia directa N_d sobre una línea de media tensión (rayos /km línea año)

Disposición para calcular el Área colectora A_c
 $T_g = 3H/H = 3$

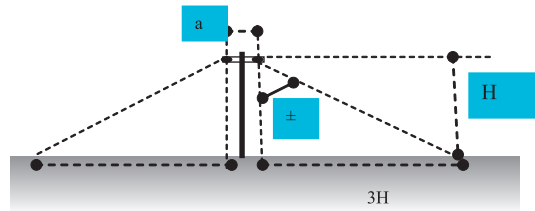


Fig. 4

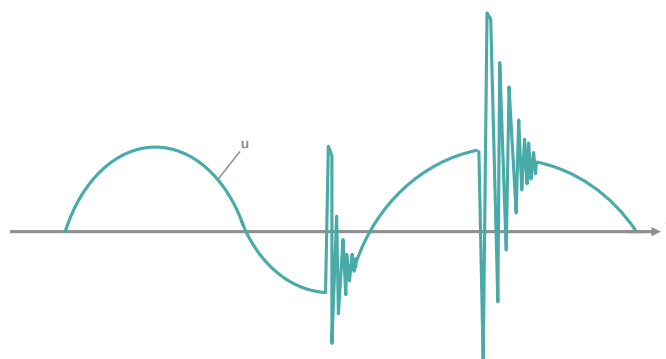


Fig. 5 Sobretensiones de origen interno (Commutaciones) /2/

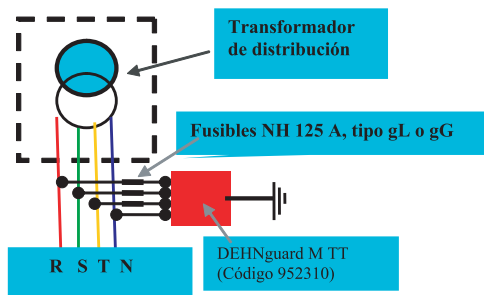


Fig. 6 Instalación de un DEHNGuard M TT tetrapolar a la salida de BT 3 x 400 V / 231V del transformador

Protección contra rayos y sobretensiones

DOSSIER COOPERATIVAS

86
DM

CONCLUSIONES FINALES

Las Cooperativas no deberían hacerse cargo de los daños ocasionados por las sobretensiones a sus usuarios, ya que las mismas tienen un origen muy variado, como hemos expresado a través de los ejemplos dados en las diversas publicaciones de la Revista.

Cada usuario debería protegerse individualmente. Las amenazas de sobretensiones que puede sufrir una vivienda o edificio están provocadas por la existencia de entradas de líneas eléctricas, telefónicas, antenas de TV, cables de TV, cañerías metálicas no equipotenciadas, etc.

Un ejemplo patético que describe un daño en las instalaciones eléctricas de una empresa, no originado por caídas de rayos sobre las líneas eléctricas de la distribuidora de esa ciudad lo da la nota que se recibiera en nuestra empresa hace pocos días desde la ciudad de Río III, que expresaba: "hace unos días cayó un rayo en mi ciudad, y la descarga fue terrible e hizo estragos en nuestras instalaciones informáticas.....".

Un caso parecido pasó hace algunos años en la localidad de Los Hornos, en el Partido de La Plata., al caer un rayo sobre un árbol.

También recuerdo haber escuchado al Dr. Hasse que un rayo que impactó sobre un árbol paralizó una estación de trenes eléctricos y toda la línea por varias horas en Alemania.

También hay que resaltar que muchas veces se desconoce el origen de los daños en equipos electrónicos, producidos por sobretensiones. Pueden ser provocados dichos daños por los campos electromagnéticos creados por rayos cercanos de hasta 2, 5 km. del punto de ubicación circuitos electrónicos. Ω

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a la Revista DM Electricidad el espacio brindado en varias ediciones de la Revista para desarrollar un tema tan apasionante como la Protección contra las descargas atmosféricas, como asimismo le ha satisfecho la cuidadosa y "muy amigable" diagramación de los temas.

REFERENCIAS

/1/ Dr. Ing. Peter Hasse: Protecciones contra sobretensiones de instalaciones de baja tensión. Paraninfo; 1991

/2/ Dr. Ing. Peter Hasse: Protecciones contra sobretensiones de instalaciones de baja tensión .DEHN Ibérica, Madrid 2003

/3 / http://www.sapiensman.com/sobretensiones/sobretensiones2.htm#origen_interno

/4/ Ronald B. Standler Protection of Electronic Circuits from Overvoltages. John Wiley & Sons, 1989.

Para dar soluciones precisas, primero, hay que estar muy cerca.

Para Gotlip Materiales Eléctricos no hay distancias con el cliente. Reconocer las necesidades del sector anticipándose a ellas con profesionales y materiales de primera línea, genera un vínculo de confianza con cada cliente. Porque para responder, primero, hay que estar cerca.



JerrellHyde

GOTLIP
MATERIALES ELECTRICOS

INTEGRANTE DE **RedElec**
ARGENTINA

PERTICONE 685 (8300) NEUQUEN | TEL. (LR) (0299) 4420042 | e-mail: ventas@gotlip.com.ar