

LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION DESCARGADORES

PARTE 1

Por:

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

1. Generalidades.

Se ha logrado una línea de transmisión a prueba de descargas atmosféricas desde principios de la década de 1990, cuando se introdujo por primera vez el descargador de línea de transmisión con carcasa de polímero.

De acuerdo con las normativas de IEEE Std 1410 y la IEEE 1243 la instalación de pararrayos en cada fase de cada torre de una línea blindada dará como resultado cero descargas disruptivas inducidas por descargas atmosféricas en los aisladores. Esta es esencialmente una línea a prueba de rayos, no obstante, los diseñadores de líneas de transmisión no han adoptado esta estrategia para mejorar el rendimiento de la línea por numerosas razones.

La razón más citada para no aplicar pararrayos en las líneas de transmisión para la protección contra rayos es que los propios pararrayos son un factor potencial de reducción de la confiabilidad y requerirían demasiado mantenimiento.

El descargador de línea dominante que se ha utilizado durante los últimos 20 años es el descargador de línea sin separación que ha demostrado que esto no es una preocupación real.

El NGLA es de hecho altamente confiable y solo ocasionalmente ha fallado. A pesar de esto, está claro que es necesario otro enfoque del concepto a prueba de rayos para reducir las preocupaciones de los diseñadores de línea. Con ese fin, el EGLA y sus características únicas se analizan en detalle

en este boletín técnico en un esfuerzo por aumentar el nivel de confianza en la protección de línea con pararrayos.

Es importante haber visto los boletines técnicos N° 84 sobre puesta a tierra de líneas de transmisión y los subsiguientes 85 y 86 donde tratamos aspectos básicos y las aplicaciones para un mejor desenvolvimiento de las líneas de transmisión.

2. Descargadores de sobrevoltaje de línea.

Los descargadores de sobrevoltajes de línea siglas LSA del inglés Line Surge Arresters están diseñados para evitar fallas a tierra y cortocircuitos en las líneas eléctricas causados por descargas atmosféricas o sobretensiones de conmutación. En la figura 1 se aprecian estos descargadores.



Figura 1. Descargadores de sobrevoltaje de línea

Las descargas disruptivas, las caídas de voltaje y las interrupciones del aislador se evitan eliminando todas las descargas atmosféricas y las sobretensiones de conmutación que estén por encima del nivel de aislamiento del aislador, es decir, el nivel de resistencia al impulso de la descarga atmosférica o LIWL, por sus siglas en inglés.

La instalación de descargadores de línea en las ubicaciones recomendadas a lo largo de la línea de acuerdo con una simulación de línea garantiza una mejor protección contra sobrevoltajes.

Seleccionar los descargadores de línea óptimos, especialmente en términos de su cantidad y ubicaciones, mejora de manera significativa la confiabilidad del sistema de línea general y la calidad de la energía que suministra.

3. Beneficios del uso de los Descargadores

Entre los beneficios del uso de los descargadores de línea se encuentran:

- Mejoramiento del rendimiento de la protección contra descargas atmosféricas.
- Reducción de apagones causados por mala conexión a tierra y alta actividad de relámpagos.
- Reducción de las tasas de interrupción del circuito doble, proteger las líneas de distribución subterráneas.
- Proporcionar control de los sobrevoltajes de conmutación.
- Optimización estructural y espacios libres más bajos.
- Mejoramiento de la seguridad evitando lesiones personales y daños a los equipos.
- Mejoramiento y compactación de líneas con niveles de aislamiento más reducidos.
- Para trabajos en caliente en la línea, reduciendo temporalmente el mínimo distancia de aproximación.
- Obtención de menores costos de instalación y pérdidas en el sistema de línea (cortes)

4. Definiciones.

En este boletín técnico sobre los descargadores veremos las definiciones que aplican a los mismos:

4.1 Tensión máxima de red (U_m)

Es el voltaje máximo existente entre fases durante el servicio normal.

4.2 Corriente de descarga nominal (IEC)

Es el valor máximo del impulso de corriente de descarga que se utiliza para clasificar el descargador.

4.3 Corriente de clasificación de descarga (ANSI/IEEE)

La corriente de descarga nominal que se utiliza para efectuar las pruebas de clasificación.

4.4 Tensión nominal (U_r)

Un descargador que cumple con la norma IEC debe resistir su tensión nominal (U_r) durante 10 s después de ser precalentado a 60°C y sometido a una inyección de energía según se define en la norma.

U_r debe ser como mínimo igual a la capacidad de sobretensión temporal de 10 segundos de un descargador. Además, la tensión nominal se utiliza como parámetro de referencia.

4.5 Tensión de funcionamiento nominal (ANSI)

Es el voltaje nominal máximo admisible entre los terminales para el funcionamiento de un descargador.

4.6 Tensión de trabajo continuo

Es el voltaje de frecuencia industrial eficaz máxima admisible que se puede aplicar de forma continua entre los terminales del descargador.

Este voltaje se define de distintas formas y se verifica con diferentes procedimientos de prueba en IEC y ANSI.

4.7 ANSI (MCOV)

La normativa ANSI establece que el voltaje de trabajo continuo máximo (MCOV) para todas las características nominales del descargador utilizadas en una tabla.

El valor es utilizado en todas las pruebas especificadas por ANSI. MCOV es menos estricta en lo que se refiere a la distribución de voltaje desigual en un descargador.

4.8 Sobretensiones temporales (TOV)

Los sobrevoltajes temporales, a diferencia de los instantáneos, son sobrevoltajes a frecuencia industrial oscilantes de duración relativamente larga que van entre algunos ciclos y varias horas.

La forma más habitual de sobrevoltaje temporal se produce en las fases sanas de una red, durante una pérdida a tierra en una o varias fases. Otras fuentes de sobrevoltaje temporal son el rechazo de carga, la energización de líneas descargadas, etc.

La capacidad de sobrevoltaje temporal de los descargadores está indicada con la carga energética primaria en los catálogos.

4.9 Tensión residual/tensión de descarga

Éste es el valor máximo de voltaje que aparece entre los terminales de un descargador cuando pasa por él la corriente de descarga.

El voltaje residual depende de la magnitud y la forma de onda de la corriente de descarga.

Las características de voltaje y corriente de los descargadores se indican en los catálogos.

4.10 Capacidad de energía

Las normas no definen de forma explícita la capacidad de energía de un descargador. La única medida especificada es la Clase de Descarga de Línea en IEC.

4.11 Dos impulsos, según la cláusula IEC 8.5.5.

Ésta es la energía a que es sometido el descargador en la prueba normalizada de sobrevoltaje de trabajo (cláusula 8.5.5.), manteniéndose posteriormente la estabilidad térmica con el sobrevoltaje temporal y la U_c especificadas.

4.12 Energía de impulso único

Ésta es la energía máxima admisible a la que puede ser sometido un descargador en un sólo impulso con una duración de 4 ms o más, manteniéndose posteriormente la estabilidad térmica con la sobretensión temporal y la U_c especificadas.

4.13 Capacidad de cortocircuito

Esta capacidad es la aptitud de un descargador, en caso de producirse una sobrecarga por cualquier motivo, de conducir la corriente de cortocircuito de servicio resultante sin sufrir una ruptura violenta que podría causar daños en los equipos circundantes o daños personales.

Tenga presente que después de una operación de este tipo se debe cambiar o reemplazar el descargador.

La corriente de cortocircuito de servicio puede ser alta o baja, dependiendo de la impedancia y las condiciones de puesta a tierra de la red. Por tanto, la capacidad de cortocircuito se verifica con diferentes niveles de corriente.

4.14 Resistencia del aislamiento externo

Es el valor máximo de la tensión aplicada (para una forma de onda especificada) que no genera un arco en el descargador.

A diferencia de otros equipos, los descargadores están diseñados para descargar internamente y la tensión en el revestimiento no puede sobrepasar nunca los niveles de protección.

Así, el aislamiento externo está autoprotegido si su resistencia es superior a los niveles de protección corregidos para la altitud de instalación. Las normas especifican los siguientes factores de seguridad adicional, excepto

4.15 Características de contaminación

La norma IEC 60815 define las clases de severidad de la contaminación del sitio a los efectos de la normalización, se definen cualitativamente cinco clases de contaminación que caracterizan la gravedad del sitio, desde la contaminación muy ligera hasta la contaminación muy intensa, resumidas en la tabla 1 siguiente.

Tabla 1 Índice de contaminación del indicador de depósito de polvo direccional, PI ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		
Nivel de contaminación		Promedio mensual
a	Muy ligero (ML)	<25
b	Ligero (L)	25 a 75
c	Medio (M)	76 a 200
d	Pesado (H)	201 a 350
e	Muy pesado (V)	>350

NOTA 1.

Estas clases de letras no se corresponden directamente con las clases de números anteriores de IEC/TR 60815:1986.

NOTA 2.

En la naturaleza, el cambio de una clase a otra es gradual; por lo tanto, si se dispone de medidas, se puede tener en cuenta el valor SPS real, en lugar de la clase, al determinar las dimensiones del aislador.

Estos valores se deducen de las mediciones de campo, la experiencia y las pruebas de contaminación. Los valores son los valores máximos que se pueden encontrar a partir de mediciones regulares tomadas durante un período mínimo de un año. Estas cifras solo son aplicables a los aisladores de referencia y tienen en cuenta

sus propiedades específicas de acumulación de contaminación.

Si no existen normas similares para envueltas de polímero, la tabla también rige actualmente para esos revestimientos. La distancia de fuga es la longitud medida a lo largo del perfil externo del revestimiento y sirve de medida del comportamiento del descargador en entornos contaminados en lo que respecta al riesgo de arcos externos.

Dado que el diámetro medio de los descargadores normalizados es inferior a 300 mm, la distancia de fuga específica es igual a la distancia de fuga nominal.

4.16 Backflashover (Arco inverso)

Se produce cuando la descarga alcanza la estructura inferior de la torre o el cable apantallado aéreo. La corriente de descarga, que fluye a través de la torre y la impedancia de la base, produce diferencias de potencial a través del aislamiento de la línea.

Si se supera la resistencia del aislamiento de línea, se produce un arco, es decir un "arco inverso". El arco inverso es más frecuente cuando la impedancia de la base de la torre es alta.

4.17 Líneas de aislamiento compactas

Líneas de transmisión con espacios reducidos entre fases, y entre fase y tierra, y con menor nivel de resistencia del aislamiento que para las líneas normales para la misma tensión de red.

4.18 Factor de acoplamiento

Es la relación de la tensión de descarga incluida en un conductor paralelo con respecto a la de un conductor alcanzado por la descarga. Este factor se determina en base a la relación geométrica entre fase y tierra (o conductores de fase protegidos). Un valor que suele utilizarse para fines estimativos es 0,25.

4.19 Apantallamiento

Protección de conductores de fase contra las descargas atmosféricas directas, en general, mediante conductor(es) adicional(es) tendidos en la cima de las torres y conectados a tierra a través de las estructuras de las torres.

4.20 Ángulo de apantallamiento

Es el ángulo entre el cable de apantallamiento y el conductor de fase, generalmente entre 20° y 30°

4.21 Fallo de apantallamiento

Se produce cuando una descarga atmosférica alcanza un conductor de fase de una línea protegida por cables de guarda.

4.22 Impedancia de base de la torre

La impedancia vista por una sobretensión por descarga atmosférica que fluye desde la base de la torre hasta la tierra real. El riesgo de cebado inverso aumenta con el incremento de la impedancia de base.

4.23 Ondas viajeras

Se producen cuando el rayo alcanza un tramo de línea de transmisión y una sobretensión de alta corriente es inyectada en el conductor alcanzado por la descarga.

La tensión de choque y las ondas de corriente se dividen y propagan en ambas direcciones desde el terminal de impacto a una velocidad de aproximadamente 300 km por milésima de segundo con magnitudes determinadas por la corriente de impacto y la impedancia característica de línea.

5. Funciones y Principios de Operación de los Descargadores de Óxido Metálico

Los descargadores de sobretensiones de líneas o abreviadamente, descargadores también llamados pararrayos y apartarrayos constituyen un auxilio indispensable para la coordinación de la aislación en los sistemas de suministro de energía eléctrica.

En la figura 2 se muestra los tipos de sobrevoltaje que pueden ocurrir en un sistema de potencia de alto voltaje, en ella la curva de color rojo representa los posibles voltajes que pueden presentarse cuando el sistema no cuenta con descargadores, con su duración y los compara con los voltajes soportados típicos del equipo y del descargador es están representados por las curvas de color azul y verde respectivamente.

Las tensiones que pueden aparecer en un sistema de energía eléctrica de alta tensión están expresadas en por unidad del valor de cresta de la máxima tensión permanente entre fase y tierra dependiendo de su duración.

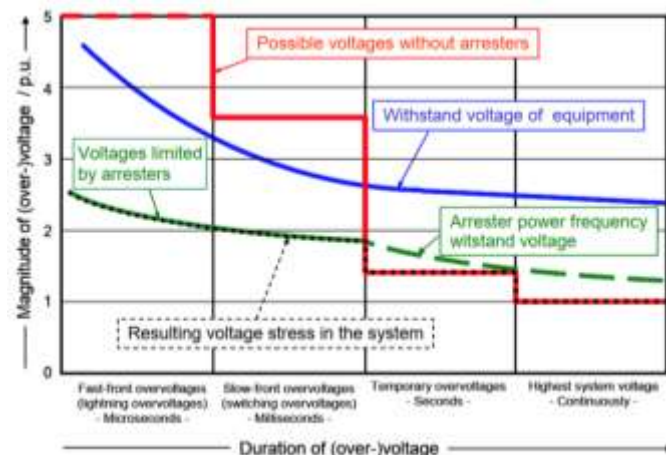


Figura 2. Representación esquemática en un sistema de potencia eléctrica

Se divide en forma aproximada el eje del tiempo en la gama de las sobretensiones atmosféricas (microsegundos), sobretensiones de maniobra (milisegundos), sobretensiones temporarias (segundos) citadas comúnmente mediante la abreviación TOV, y por último la máxima tensión permanente de operación del sistema, ilimitada en el tiempo.

Como es previsible el voltaje de aislamiento de los equipos de la subestación es superado significativamente durante las sobretensiones ocasionadas por las descargas atmosféricas y por las maniobras. No obstante, con la aplicación de

descargadores estos sobrevoltajes se pueden reducir de forma segura. La aplicación convencional de descargadores de clase de estación tiene como objetivo proteger los activos costosos de la subestación, como lo son los transformadores y la aparamenta aislada con gas.

La aplicación de descargadores de sobretensiones de línea (LSA) tiene un propósito completamente diferente al anterior, el cual es la prevención de descargas disruptivas de las cadenas de aisladores a lo largo de una línea de transmisión debido a la caída de una descarga atmosférica.

Cuando se instalan en líneas de transmisión de múltiples circuitos, los descargadores de sobrevoltaje de línea ofrecen una excelente solución para eliminar toda posibilidad de fallas de doble circuito. También se pueden utilizar en líneas extra alto voltaje para controlar los factores de sobretensión de conmutación.

Actualmente, la principal aplicación de los descargadores de sobrevoltaje de línea ha sido la modernización para mejorar el rendimiento contra descargas atmosféricas sobre las líneas existentes. Tales aplicaciones requieren analizar los parámetros de la línea e investigar las condiciones ambientales para optimizar la configuración y la efectividad.

La Fig. 3 muestra un esquema de una línea de transmisión blindada equipada con LSA.

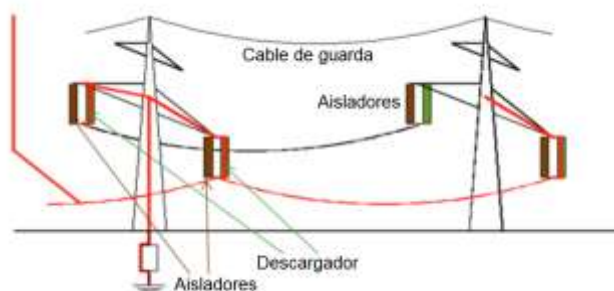


Figura 3. Los descargadores ayudan a prevenir fallas de descarga disruptiva en los aisladores.

Existen dos escenarios básicos para describir los flashovers debidos a descargas atmosféricas:

- ❑ Flashover directo (también conocido como falla de blindaje)
- ❑ Backflashover, si una descarga atmosférica golpea el cable de protección o la parte superior de la torre.

Las tasas de descarga disruptiva del aislador se pueden reducir de manera efectiva para líneas aéreas protegidas ubicadas en áreas de alta actividad de descargas atmosféricas o donde hay poca resistencia de base.

Los descargadores se pueden colocar en todas las fases o alternativamente, solo en las fases con el factor de acoplamiento más bajo a los cables de protección, normalmente la fase inferior en áreas con alta resistencia de base. Para estos casos, es importante instalar descargadores no solo en estructuras en áreas de alta resistencia de base sino también en una o dos de las estructuras con buena resistencia de base ubicadas justo al lado de las que tienen alta resistencia en la base.

Lo anterior evitará descargas disruptivas en estructuras de baja resistencia causadas por la operación de los descargadores en aquellas estructuras con alta resistencia de cimentación. Cuanto mayor sea la resistencia de la base, mayor será la energía absorbida por cada descargador de sobrevoltaje de línea individual.

El flameo directo se presenta cuando una descarga atmosférica impacta sobre el conductor de fase. La descarga disruptiva del aislador por fallas de blindaje se observa principalmente en líneas de transmisión sin blindaje, sin embargo, también acontece con poca frecuencia en líneas blindadas que aún experimentan una descarga atmosférica directa sobre el conductor de alto voltaje.

Tenga presente que las descargas atmosféricas directas sobre los conductores de línea se presentaran con mucha más periodicidad cuando las líneas de transmisión y distribución se encuentren sin blindaje en comparación con líneas que si están blindadas, esto es debido a que estas líneas no se encuentran protegidas contra descargas atmosféricas.

Para los eventos anteriores, los descargadores de sobrevoltaje de línea se emplean para afrontar la descarga disruptiva por falla del blindaje aplicando descargadores en las fases expuestas.

Otros casos de descargas disruptivas del sistema inducidas por acción de descargas atmosféricas se observan en torres de circuitos múltiples o en líneas de transmisión de doble circuito. Este último escenario generalmente tiene un severo impacto en todo el sistema de transmisión.

Los descargadores de sobrevoltaje de línea se pueden usar de manera efectiva en líneas de transmisión de doble circuito y se instalan en las tres fases de un circuito para evitar el riesgo de fallas en el sistema doble. Este enfoque se puede aplicar para todas las clasificaciones de voltaje del sistema, incluido el de extra alto voltaje.

En los casos en que una línea de distribución comparte una torre o poste con un circuito de transmisión blindado, es probable que los conductores de distribución subterráneos no sean impactados directamente ya que están protegidos por el circuito de transmisión en la parte superior. No obstante, la línea de distribución aún es propensa a sufrir descargas disruptivas debido al acoplamiento débil entre los conductores de distribución y los cables de protección.

Tenga presente que la resistencia del aislamiento en la línea de distribución también es menor que la resistencia de aislamiento de la línea de transmisión.

Una vez que un conductor de distribución se enciende, el acoplamiento a los conductores de transmisión aumentará y minimizará el riesgo de un backflashover en el circuito de transmisión. En este sentido, el rendimiento contra las descargas atmosféricas del circuito de transmisión puede mejorar, pero a expensas del circuito de distribución construido por debajo.

Hay dos diseños diferentes de descargadores de sobrevoltaje de línea disponibles, ambos con ventajas e inconvenientes relativos:

- ❑ Descargadores de línea sin separación (NGLA), también llamados sin separación.
- ❑ Descargadores de línea con separación externa (EGLA).

Los descargadores de sobrevoltaje de línea sin separación, al igual que los descargadores de subestación, tienen una conexión directa al conductor de alto voltaje y están conectados a tierra a la torre en el otro extremo, en la figura 4 se puede apreciar lo antes mencionado.



Figura 4 conexión a línea y a torre

A diferencia de una subestación, que no puede funcionar sin descargadores de clase de estación debido al riesgo de activos costosos, una línea de transmisión puede funcionar sin descargadores de sobrevoltaje de línea.

5.1 Descargador NGLA

El descargador de línea sin separación NGLA cuyas siglas vienen del inglés y significan Non Gapped Line Arresters son básicamente una adaptación del descargador de subestación que se utiliza para proteger activos valiosos como son los transformadores de potencia en subestaciones.

En los descargadores NGLA la parte activa está directamente conectada entre el conductor de fase y la estructura puesta a tierra. El voltaje residual de la columna MCOV limita los sobrevoltajes en los aisladores para evitar descargas disruptivas en caso de que se exceda el BIL de los mismos.

Una instalación con descargadores NGLA requiere de un sistema de sujeción al conductor de línea, un desconectador de cable a tierra GLD y en la mayoría de los casos, clasificación con anillos de corona.



Figura 5. Descargador tipo NGLA

En la figura 5 se puede apreciar un descargador NGLA el cual se encuentra suspendido y conectado a cada línea, por lo tanto, crean una

carga adicional sobre la línea y la someten al esfuerzo mecánico que produce el mismo.

Las consideraciones mecánicas y de instalación son esenciales en el diseño de los descargadores NGLA, que generalmente se colocan en condiciones de servicio más complicadas que los descargadores en las subestaciones. De hecho, el conjunto completo está sometido a esfuerzos permanentes durante su vida útil.

La instalación de descargadores NGLA permite que la unidad se mueva libremente debido a la acción del viento, al balanceo o a la vibración de la línea. En tal sentido, los usuarios y fabricantes deben prestar especial atención a estas condiciones a objeto de evitar fallas mecánicas prematuras en las líneas.

A estos descargadores se les instala un seccionador en serie para aislar eléctricamente el mismo de la línea en el hipotético caso de falla o sobrecarga térmica.

Esto desconecta automáticamente e inmediatamente el descargador, con lo cual se permite que la línea afectada pueda ser otra vez energizada y pueda operar hasta que se realice la programación del servicio de reemplazo de la unidad.

En la figura 6 se puede observar las partes de un descargador NGLA donde se aprecia un detalle del desconectador, este dispositivo se encarga de abrir el circuito en caso de que la parte activa se ponga en cortocircuito, una de las dos fallas que presente es descargador, las cuales son permanecer abiertos o cerrados, siendo la de permanecer cerrados la que afecta al sistema pues las protecciones ven un corto circuito y operan hasta que se despeje la falla, que en este caso sería enviar personal al sitio para despejarla.

Actualmente, estos dispositivos desconectores pueden venir con tecnología para reportar fallas.

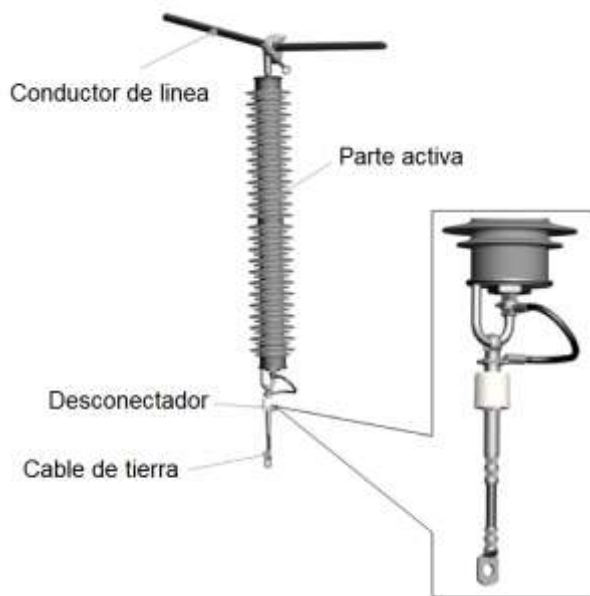


Figura 6. Partes de un descargador NGLA

Las normas que rigen los descargadores tipo NGLA son:

- ❑ IEC 60099-4 Surge arresters Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for AC systems.
- ❑ IEEE C62.11 IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits (>1 kV).
- ❑ IEC 60099-5 Surge arresters Part 5: Selection and application recommendations
- ❑ / IEEE C62.22 Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for AC Systems.
- ❑ IEEE 1243 Guide For Improving The Lightning Performance of Transmission Lines

5.2 Descargador EGLA

Los descargadores de línea con espacio externo denominados EGLA tienen un intersticio de chispa

externo situado en serie que aísla galvánicamente la unidad de varistor de la parte activa de la línea en condiciones normales.

Cuando se está en presencia de una descarga atmosférica, el intersticio de chispa se enciende y el sobrevoltaje se descarga de forma segura a través del arco resultante hacia tierra.

El componente activo SVU limita las corrientes subsiguientes para garantizar que el arco se extinga dentro del primer medio ciclo de voltaje a frecuencia industrial de funcionamiento. Posterior a este evento, el descargador de sobrevoltaje de línea retorna inmediatamente a su condición normal.

No se requiere la operación del desconectador como parte de este dispositivo y el componente activo del descargador de sobrevoltaje de línea puede tener una o dos SVU a cada lado según el nivel de voltaje del sistema y de los requisitos del usuario.



Figura 7. Descargador tipo EGLA

En la figura 7 se puede apreciar un descargador EGLA, es importante resaltar que la tecnología de los descargadores EGLA no se conectan a las líneas con lo cual no generan ningún tipo de cargas sobre ellas.

A pesar de que esta tecnología tiene ya varios años no se aplicaba en el mundo por no contar con una normativa propia, solo se aplicaba en Japón, es entonces en el año 2011 que se promulga la norma IEC 60099-8 la cual rige los descargadores EGLA.

5.2.1 Aplicación mundial de EGLA

Si bien la aplicación global de los descargadores EGLA no es nueva, porque ya tiene muchos años sobre todo en Japón, podría denominarse una nueva aplicación, debido a que sus características sobresalientes aún no se conocen del todo ni se utilizan ampliamente.

En la tabla xx se puede observar a los países que con algunas excepciones, que solo aceptan la aplicación de los descargadores tipo EGLA en sus redes y no aceptan el uso de los descargadores tipo NGLA debido a preocupaciones sobre la confiabilidad y el rendimiento a largo plazo.

La industria del suministro de electricidad es conservadora por naturaleza, en tal sentido, las nuevas tecnologías tienden a adoptarse de manera progresiva por etapas en lugar de una adopción general en toda la red. No obstante, en las últimas décadas, la creciente atención de la industria se ha dedicado a reducir las perturbaciones por descargas atmosféricas.

Los descargadores de sobrevoltajes de líneas hoy en día son un tema de creciente interés y atención, debido a que no solo mejoran el rendimiento y la operación de los sistemas de energía, sino que también permiten un diseño optimizado y menores costos de construcción y mantenimiento.

Estos beneficios económicos son fácilmente demostrables y una mejor sinergia entre los diseñadores de líneas y los fabricantes de descargadores solo ayudará a ampliar el conocimiento y la experiencia compartidos.

Los fabricantes de descargadores deberían aumentar la confianza de los usuarios en la fiabilidad a largo plazo, ya que es una de las principales preocupaciones de las empresas de servicios públicos y sus clientes. Igualmente, sería beneficioso para los operadores de red y las empresas de servicios públicos comunicar mejor los resultados y la experiencia de sus propias evaluaciones intermedias.

Las oportunidades y las ventajas que ofrecen los descargadores de sobrevoltaje de línea son significativas cuando se trata de la mejora y compactación de la línea, pero lamentablemente estas aplicaciones todavía están infrutilizadas porque los ingenieros necesitan redefinir las clasificaciones que se han aplicado durante el último siglo.

TABLA 2			
Países que adoptaron tecnología EGLA			
País	Voltaje sistema	Experiencia años	Instalados
Japón	De distribución hasta 500KV	25	Millones de unidades. Solo EGLA es aceptado
China	De distribución a 500KV en AC	15 en AC 5 en DC	Millones de unidades. Mercado dominado por EGLA
México	De distribución hasta 500KV	20	Más de 450.000 unidades. Solo EGLA es aceptado
Sur Corea	154KV y 345KV	13	Más de 150.000 unidades. Solo EGLA es aceptado
Francia	63KV 90KV y 225KV	20	Más de 3000 unidades Solo EGLA es aceptado
Vietnam	110KV, 220KV y 500KV	10	Más de 3000 unidades. Mercado dominado por EGLA
Tailandia	115KV y 230 KV	10	Mercado dominado por EGLA
Canadá	230 KV	-	Primero EGLA proyectado en 2019
Malasia	132KV, 275KV y 500KV	25	1200 unidades. Mercado dominado por EGLA
Hong Kong	De 132KV y 400KV	10	Menos de 1000 unidades
Taiwán	69 KV	10	Menos de 1000 unidades