

Boletín 61

HERRAJES PARA LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION

Boletín técnico N° 61
PARTE 3
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

HERRAJES LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION

PARTE 3

Por:

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

1. Generalidades.

La IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineer) define un sistema de potencia como: una red formada por unidades generadoras eléctricas, líneas de transmisión de potencia y cargas, incluyendo el equipo asociado, conectado eléctricamente o mecánicamente a la red.

Para comprender mejor el tema de las líneas de transmisión y distribución de energía relacionado a los aisladores, es necesario haber visto previamente el Boletín Técnico N° 4 PARTE 2 sobre las líneas de transmisión y distribución donde partimos desde principios básicos sobre esta materia y boletín Técnico N° 59 PARTE 1 y boletín Técnico N° 60 PARTE 2 ambos referidos a herrajes.

Por su estructura, normalmente en los sistemas de potencia podemos distinguir cuatro niveles operativos: generación, transmisión, sub-transmisión y distribución.

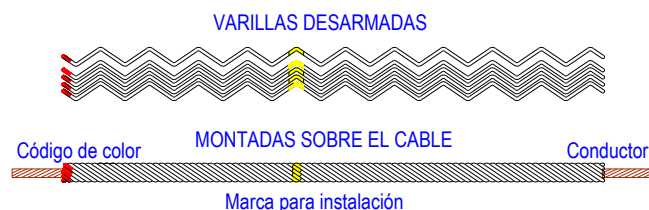
El sistema de potencia está constituido por elementos que cumplen funciones específicas, de forma que en operación conjunta garanticen un flujo confiable y económico de electricidad, una parte importante de este sistema lo constituyen los herrajes, a continuación nos extenderemos en este tema.

2. Preformados o varillas de armar helicoidales

Las varillas de armar tienen como principal función la de protección, es decir, evitar deterioros a los conductores sobre el cual van instaladas, daños tanto estáticos como mecánicos, por compresión, flexión, abrasión y por arcos eléctricos.

Asimismo son capaces de reparar los daños producidos en las capas exteriores del conductor.

En la figura 1 se observa estas varillas preformadas.



Varillas de armado.

Figura 1

Generalmente son utilizadas conjuntamente con las grapas o mordazas de suspensión para conductores de aluminio, aleación de aluminio y aluminio acero.

3. Ventajas de las varillas preformadas.

Las varillas de armar se instalan de manera helicoidal alrededor del conductor o cable hasta revestirlo en su totalidad.

Entre las ventajas de la varilla de armar están las siguientes:

- Reducir la amplitud de las vibraciones debido al aumento del diámetro del conductor.
- Protegen al conductor de quemaduras causadas por arcos eléctricos.
- Protegen a los conductores de líneas antiguas del roce con el aislador de espiga.

4. Tipos de varillas.

Estas varillas preformadas para protección pueden ser:

- 1) Varillas rectas cilíndricas. Se aplica en cables delgados y requiere herramientas especiales para su instalación.
- 2) Varillas rectas ahusadas. Está diseñada para calibres gruesos y requiere herramientas especiales para su instalación.
- 3) La varilla preformada. Tiene la ventaja por su aplicación sencilla, especialmente en los conductores de menores calibres. Para su instalación no requiere herramientas especiales.

Los dos primeros tipos de varillas rectas o tipo convencional requieren el empleo de una herramienta especial o llave que va girando a partir de la mordaza y alejándose de ella con lo cual las varillas van ajustándose alrededor del conductor a proteger.

Los preformados del conductor deberán tener un largo completo de varillas de aleación de aluminio de tipo preformado, colocado en giro a la derecha con extremos redondeados y el centro marcado para facilitar la instalación.

El diseño de los preformados o varillas permite que cuando son instaladas correctamente en las grapas de suspensión, las propiedades eléctricas y mecánicas del cable no son afectadas desfavorablemente mientras que las propiedades de fatiga son optimizadas en condición de flexión o deflexión.

Las varillas de armar deben restablecer el conductor a su resistencia y conductividad nominal. Se fabricarán a base de aleación de aluminio. Las tolerancias en las dimensiones serán las siguientes:

- Diámetro de la varilla $\pm 0,07$ mm
- Longitud de la varilla ± 25 mm

Las varillas del mismo juego no podrán diferir entre sí en una longitud superior a ± 5 mm. La relación entre el diámetro interior de las varillas helicoidales y el diámetro exterior del conductor sobre el que debe montarse será como máximo 0,95.

La diferencia entre el diámetro de las hélices de las distintas varillas de un mismo juego no deberá exceder del $\pm 2\%$ del diámetro nominal del conductor al que van destinadas.

En Venezuela la empresa CADAFE de acuerdo al calibre de los conductores empleados en sus líneas de transmisión, de los diámetros exteriores de los conductores y del aporte de las varillas de armado en los puntos de suspensión se resume en la tabla siguiente:

TABLA 1			
Diámetro varillas de armar según conductor			
Calibre conductor MCM	Diámetro conductor mm	Diámetro varilla mm	Diámetro arreglo mm
350	17,25	4,62	26,49
500	20,60	6,35	33,30
1000	29,26	7,87	45,00
1100	30,66	7,87	49,40

5. Empalmes y conexiones.

Es importante establecer la diferencia de conceptos en estos dos términos, se denomina empalme a la unión de conductores que asegura su continuidad eléctrica y mecánica y conexión a la unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica de los mismos, con una resistencia mecánica reducida.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza composición y sección de los conductores.

Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

Los empalmes tienen como función principal mantener la conductividad eléctrica de los conductores o líneas, por otra parte, también deben conservar su resistencia mecánica, por lo tanto, pueden ser realizados en cualquier tramo del vano incluyendo en la mitad.

Básicamente existen dos tipos de empalmes para líneas: los de comprensión y los de preformado, a continuación trataremos cada uno de ellos.

6. Empalmes de Compresión.

Los conectores de comprensión son parte de un sistema de conexión que emplea herramientas de instalación y dados específicos para realizar conexiones permanentes y de alta calidad.

Además de estar disponibles para conductores de acero, los conectores de comprensión también lo están para conductores de aluminio, de cobre y combinaciones de éstos.

Para los conductores de ACSR grandes hay dos elementos, uno para unir el acero y colocado previamente para que después se ubique encima del empalme de acero. Para llenar los intersticios se usa una grasa que entrega la fábrica o vaselina.



Empalme por comprensión para conductores tipo ACSR
Figura 2

Una ventaja importante de los conectores de comprensión es la eliminación del elemento humano durante la instalación esto debido al uso de una prensa hidráulica y sus respectivos dados. Se imparten fuerzas consistentes y repetibles con cada pliegue.

El sistema de comprensión tiene dados ajustados para cada calibre de conductor, esto gracias a marcas estampadas en el conector y el dado.

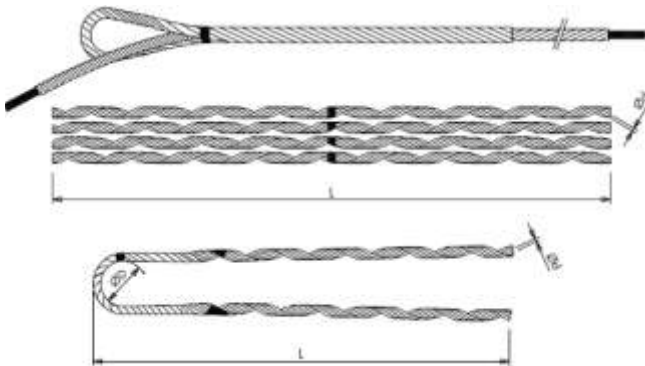
Algunos dados también resaltarán su índice numerado en el crimpado completo, lo que lo

convierte en una combinación casi a prueba de tontos para su inspección. Para simplificar aún más el proceso de compresión, las herramientas de instalación sin dados no requieren de seleccionar e insertar los dados.

7. Empalmes preformados.

Los empalmes preformados están constituidos por una serie de varillas helicoidales que en conjunto forman un tubo que se ajusta a los conductores a empalmar. Poseen una ligera textura en su cara interna lo que garantiza un mejor agarre, si el conductor trata de salirse, su diámetro se hace menor aprisionándolo más.

El largo del empalme varía de acuerdo al diámetro y al esfuerzo del conductor que se empalma.



Varillas para empalmes preformados
Figura 3

Este tipo de empalme puede ser utilizado para la reparación de conductores, debido a que luego de su aplicación sobre el punto dañado, la tensión de rotura del cable de acero es restituida en un 100% en ese tramo. No obstante, este empalme posterior a su uso no debe ser reutilizado.

El sentido de encordado del cable y del empalme debe ser el mismo, siendo el sentido de encordado normal de los cables de acero el antihorario o a la izquierda. El Empalme preformado para cables de acero es usualmente suplido con esa dirección.

Cada pieza está constituida por dos o tres subconjuntos de varillas agrupadas que luego de aplicadas al cable lo envuelven en su totalidad. La inspección en el campo para verificación del estado general del cable empalmado puede ser realizada por el retiro de una o dos varillas.

8. Conectores automáticos.

Los conectores automáticos de conductores de línea son una variante de los conectores mecánicos.

Estos brindan una conexión permanente por medio de empalmes en tramos donde la tensión instalada excede al esfuerzo de ruptura nominal del conductor en un 15%.

Estos conectores son usados generalmente en aplicaciones de distribución y es el método más rápido de empalmar conductores aéreos.



Conectores automáticos
Figura 4

8.1. Principio de operación de los conectores automáticos.

Estos conectores emplean unas mordazas con dientes aserrados afilados dentro de la manga del conector que prensa al conductor cuando se aplica una tensión.

Al intentar retirar el conductor, las mordazas engrampen hacia abajo al conductor debido al ahusamiento (forma cónica de cada extremo) en el conector.

Esta acción de cuña aumenta con el empuje aplicado al conductor. Obviamente, sólo se deben

usar conexiones automáticas cuando los conectores estén bajo tensión o esfuerzo.

8.2 Ventajas de los Conectores Automáticos

La principal ventaja de los conectores automáticos radica en la facilidad de instalación.

No requiere de herramientas para efectuar su instalación y el nivel de habilidad requerida del operario es mínimo.

Las conexiones automáticas son adecuadas para aplicaciones a plena tensión.

8.3 Desventajas de los Conectores Automáticos.

La mayor desventaja recae en su limitada aplicación. Debido a que dependen de la tensión tenga como mínimo un 15% del esfuerzo de ruptura nominal del conductor, esto los limita empalmes de suspensión únicamente.

En consecuencia, estos conectores no podrán usarse en aplicaciones para derivaciones y otras sin tensión.

Aunque la instalación es simple, se debe tener cuidado al preparar adecuadamente el conductor para la conexión, sus extremos deben ajustarse y limpiarse a fondo en las superficies con cepillos de alambre antes de su instalación.

Estos conectores son sensibles a que le penetre suciedad y otros contaminantes al área de contacto aún después de su instalación.

La resistencia eléctrica varía con la presión de contacto en conectores automáticos, este hecho se vuelve muy significativo, lo que se hace crítico que exista una tensión constante.

La flecha de la línea y la vibración del viento pueden afectar negativamente la resistencia del contacto y finalmente con el tiempo, la integridad de la conexión.

Ing. Gregor Rojas

9. Manguito de empalme y reparación.

Cuando los hilos externos de un conductor se estropean durante el montaje o por el tiempo de vida y se requiere restituir o garantizar la continuidad eléctrica en el conductor deteriorado se debe emplear el manguito de empalme y reparación como un complemento.

Este dispositivo consiste de dos piezas media caña donde una se introduce dentro de la otra para formar un cilindro, para evitar que deslice se comprime de manera mecánica con las herramientas adecuadas similar a los empalmes típicos con conectores a compresión.



Manguito de empalme y reparación.

Figura 5

Están diseñados para reestablecer el 100% de la capacidad de carga eléctrica y reforzar mecánicamente a aquellos conductores tipos AAC y ACSR que hayan sufrido daños de hasta un 50% en su sección transversal de aluminio.

No olvide que estos manguitos son únicamente para reparación, es decir, de ningún modo deben utilizarse como empalmes de conductor. La diferencia fundamental entre ambos conectores radica en que el empalme de reparación no soporta ninguna tensión mecánica, únicamente cumple la función de conducir corriente.

10. Contrapesos.

Los contrapesos son piezas con un determinado peso pueden tener forma cilíndrica o rectangular son dispositivos que se fijan a las mordazas de suspensión sobretodo en líneas de transmisión ligeras con el fin de aumentar el peso en la cadena

y de esta forma garantizar la verticalidad del arreglo, en condiciones en donde debido a la situación relativa entre torres, pueden existir fuerzas que determinan oscilaciones muy grandes de la cadenas de aisladores debido a la fuerza del viento.



Contrapesos
Figura 6

Los contrapesos cilíndricos son utilizados para contrapesar las cadenas de suspensión. Estos elementos se cuelgan de la grapa de suspensión mediante un enganche de contrapeso.

En las líneas de 765 KV la empresa EDELCA, selecciono contrapesos del tipo Copperweld, #4 de clase 30 HS, (High Stretght, 30% de conductividad), conforme a la norma ASTM B-227, que es una especificación para conductores cilíndricos de cobre cubiertos de acero.

11. Boyas marcadoras

Las boyas marcadoras o esferas de balizaje se colocan generalmente distribuidas en el trayecto de las líneas de transmisión entre dos torres, con el fin de advertir a las aeronaves de la existencia de las líneas de transmisión.

Generalmente estas boyas o esferas son de aluminio o de algún material plástico, están disponibles en tres colores: Naranja, blanco y

amarillo. El color anaranjado es el de aviación internacional.

La esfera marcadora de líneas aéreas de alta tensión es muy visible y es ideal para marcar las líneas aéreas cercanas a los aeropuertos, helipuertos o ser instalado sobre líneas aéreas que atraviesan ríos o valles.



Boyas marcadoras
Figura 7

Se recomienda utilizar marcadoras de 36" en altos cruces peligrosos de los ríos. Se permiten marcadores menores, de 20", en líneas de energía menos extensas o en líneas en la proximidad de aeropuertos a menos de 16 metros (50 pies).

Para la fijación a las líneas se emplean unos herrajes especiales que fijan las esferas al conductor de manera segura y permanente. Con efectos mínimos de, oscilación, electrólisis y desgaste.

La instalación es simple y no requiere herramientas especiales. Un liniero puede instalar una esfera sin molestar de ninguna manera el cable.