Reflechado de líneas de 132 kV. con tensión

Daniel A. Cairol, Raúl Nicolini / Empresa Provincial de la Enegía de Santa Fe
ARGENTINA
dcairol@epe.santafe.gov.ar

III Congreso CIER de la Energía - CONCIER 2007
27 al 30 de noviembre de 2007
Medellín, Colombia

INDICE

1. OBJETIVO
2. INTRODUCCIÓN
3. MÉTODO
4. DESARROLLO DE LOS DISPOSITIVOS
5. MÉTODO DE TRABAJO
6. CONCLUSIONES
7. REFERENCIAS

1. Objetivo

Restituir la flecha de los conductores de líneas de 132kV. a su condición original.

El desarrollo del método y herramientas es consecuencia de que transcurridos en algunos casos 20 años de la construcción y puesta en ser vicio de estas líneas, los conductores han tomado un valor de flecha superior a los admitidos por fluencia del material denominado efecto “creep”.

Como consecuencia la distancia al nivel de suelo ha disminuido en valores que oscilan entre 1 y 1,5 metros dependiendo de la longitud del vano considerado.

Esta situación trae como consecuencia posibles riesgos sobre otras instalaciones como ser cruces de líneas de media tensión, instalaciones particulares, cruce de caminos comunales, etc.

Por lo expuesto, es necesario restituir la instalación a su condición original. Mejorar la altura libre es mejorar la capacidad de transporte de la LAT.

La flecha de los conductores es función directa de la tensión mecánica de los mismos. Por lo tanto disminuir la flecha increm enta la tensión mecánica o lo que es lo mismo, restituir la longitud original de los conductores al momento del montaje para lo cual se deberá retirar un tramo de conductor.

Tensión específica

$t = T / s$ (Kg/mm^2, daN/mm^2)

Tira total del conductor

$T = s.t$

T= fuerza en sentido horizontal (daN, Kgf.)
s= sección total (mm^2)
t= tensión de tendido (daN/mm^2, Kg/mm^2)

La ecuación para el cálculo de la flecha es :

$$f = L^2.p/8T$$

p = es el peso del conductor en Kg/m
f = es la flecha expresada en metros.
T = representa el tiro total del conductor en Kgf
L = es la longitud del vano en metros.

2. Introducción

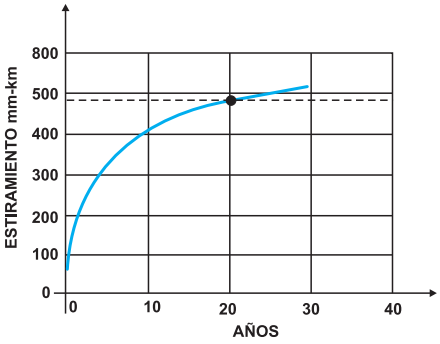
Las líneas que posee nuestra Empresa tienen las siguientes características:

1. Tensión 132 kV.
2. Conductores Al/Ac 240/40 mm^2 y 300/50 mm^2
3. Conductor por fase : 1
4. Vano medio : 250 m. / 300 m.
5. Soportes:
   - Estructuras de Hº Aº·
   - Estructuras metálicas autosoportadas.
6. Altura media estructuras nivel terreno: 19,50 m.
7. Flecha para vano promedio 250 m.: 5,50 m.
8. Altura libre hasta nivel del suelo: condición flecha máxima (T = 45º)
   - Zonas urbanas : 9 m.

- Zonas rurales: 7 m.

9. Hilos de guardia : simple y doble.
10. Conductor : Ac Gº 50 mm2
11. Cada 10 soportes se tiene una estructura de retención triple de desvío y/o doble pasante tipo rompetramos. La tensión mecánica original de las LAT promedio es de 2000 kg. por fase.

Como se dijo anteriormente, todos los materiales sometidos a tensión mecánica y temperatura fluyen -se "estiran"- con el tiempo. Este efecto se denomina "CREEP". Sigue una curva exponencial que en los primeros días se "estira" mucho y luego muy poco. Esto se manifiesta en la pérdida de tensión mecánica y por consiguiente en un aumento de la flecha y una disminución de la altura libre.



De acuerdo a esta curva el "estiramiento" esperado a los 20 años es de alrededor de 485 mm/km.

Tomando este valor para un vano promedio de 250 m. tenemos:

485mm./km s x 0,250 km s. = 121,25 mm.

Este valor representa un 0,0485 %.

Teniendo presente que cada 10 estructuras existe una retención, significan 9 vanos:

250 m x 9 vanos = 2250 m.

Tendremos que el total "estirado" alcanza a:

485 mm./kms. X 2,25 kms.= 1091,25 mm.

De acuerdo a esto, para volver los conductores a su condición original deberemos retirar alrededor de 1,1 m. en cada tramo.

A los efectos de realizar el trabajo y diseñar un método es necesario conocer el estado de los conductores sobre todo bajo los preformados de protección donde se fijan las morsas de suspensión.

El objetivo es verificar que no se encuentren hebras cortadas. De las observaciones realizadas se concluyo que el estado del conductor era bueno y que por lo tanto se podía efectuar el retensado.

3. Método

En el método a desarrollar para efectuar el reflechado quedaba excluida la posibilidad de realizar los trabajos con la instalación fuera de servicio ya que en la actualidad es impensable solicitar la F/S de las líneas más aún si el sistema tiene tramos radiales.

Se analizaron varias alternativas para la instalación de los dispositivos a los efectos de colocar sobre roldanas los conductores en los puntos de suspensión y luego tirar el conductor desde los amarres en las estructuras de retención para re tirar el exceso de longitud de los mismos.

El objetivo del montaje sobre roldanas en los puntos de suspensión es permitir el desplazamiento del conductor de fase cuando se tira de los extremos, es decir, desde las estructuras de retención.

Este dispositivo debía reemplazar transitoriamente a las morsas de suspensión y permitir el desplazamiento del conductor sin producir daños sobre el mismo.

Con respecto a la forma de montaje del dispositivo se plantearon dos alternativas:

- Caso A : montaje desde la estructura.
- Caso B : montaje desde grúa no aislada a distancia.

Se optó por el Caso B ya que nos permite un montaje en forma más rápida optimizando los tiempos de ejecución de las tareas.

Para el dispositivo que permitiese tirar el conductor y retirar el excedente se optó por diseñar un sistema que montado sobre el balancín de las cadenas de retención y mediante un conjunto tornillo-crapodina-rana desplazara el conductor excedente a través de grampas de amarre.

El montaje de este dispositivo se realizaría con un operario colocado a potencial.

Por otra parte existía la posibilidad de trabajar sobre uno de los extremos o sobre ambos. Se consideró esta última alternativa como la más conveniente, por lo tanto, en lugar de retirar el total de conductor excedente en una punta se optó por retirar la mitad en cada extremo. Esto permite lo siguiente:

1. En el soporte central no se producen desplazamientos del conductor.
2. Dado que la cantidad de conductor a retirar en cada extremo es la mitad del total, los desplazamientos en cada suspensión son menores.

Otro aspecto importante a tener en cuenta para el desarrollo del método es el siguiente:

Nuestras líneas no tienen montados reguladores por lo tanto el excedente debe desplazarse sobre la grampa de amarre, para lo cual una vez tensado el conductor con el dispositivo instalado sobre el balancín se deben aflojar los bulones de esta para permitir el desplazamiento de la totalidad del conductor a retirar.

Esta operación aumenta la longitud del puente por lo que se plantea el inconveniente de retirar ese excedente de acuerdo a las siguientes alternativas:

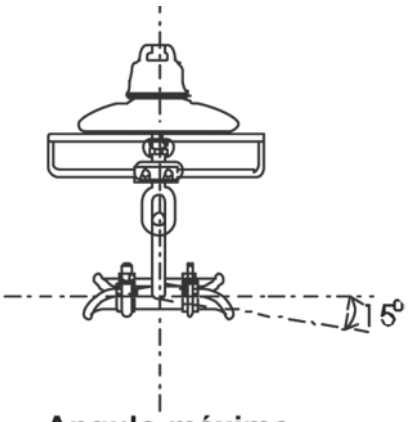
1. Por la longitud del conductor a retirar no sea necesario realizar correcciones sobre el puente.
2. Realizar un puente auxiliar, cortar el excedente y empalmar el conductor.
3. Colocar una cadena de aisladores auxiliar al puente a los efectos de compensar el excedente de longitud.

En principio se adopta la alternativa 3. No obstante en cada caso se adoptará la solución más conveniente.

Resumiendo, el método adoptado consiste en poner el conductor sobre roldanas en cada punto de suspensión. Luego montar los dispositivos para tensar desde las retenciones en ambos extremos y desplazar el excedente de conductor a través de las grampas de amarre hacia los puentes. Concluida esta operación se ajustan los bulones de las grampas y se compensan los puentes de acuerdo a las alternativas anteriores.

Otro inconveniente a resolver era la posición final que tomarían los preformados que la línea posee en los puntos de suspensión. Estos tienen una longitud de 1900 mm. para el conductor de 240/40 mm2 y 2100 mm. para el conductor de 300/50.

Los preformados están colocados centrados respecto al punto de amarre de las morsas de suspensión. Al producir el desplazamiento, este adoptaría una posición final diferente. Como se expresó, se procedió al desmontaje de estos preformados no observándose daños en los conductores a pesar del mayor ángulo tomado debido al alargamiento.



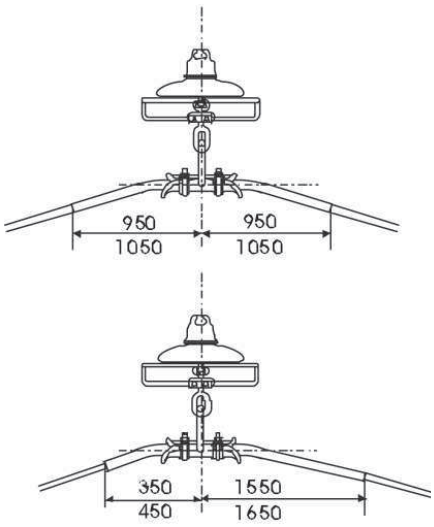
Angulo máximo

Tomando la experiencia realizada por CTM Salto Grande al respecto y teniendo presente que los subconductores de las LAT de 500 kV. son similares a los usados en 132 kV. se tomaron como válidas las conclusiones adoptadas.

"Con un desplazamiento de hasta 60 cm. respecto a su posición original no se remplazarían."

En caso de un desplazamiento mayor se retirarían los preformados y se reemplazarían por nuevos posicionando las morsas de suspensión centradas.

Esta tarea se realiza con tensión triangulando la línea.



4. Desarrollo de los dispositivos

4.1. Dispositivo para el reemplazo transitorio de las morsas de suspensión

Este permite colocar el conductor sobre roldanas para posibilitar su desplazamiento.

Una vez colocado se comprime el conjunto por medio de los tornillos, y se aflojan los bulones de la morsa para permitir el desplazamiento del conductor. No se desvincula n las morsas de las cadenas.

El dispositivo consta de un yugo que se posiciona en el aislador Nº 1, este se vincula a un bastidor donde van montadas las roldanas. Mediante un conjunto de tornillos-crapodinas se realiza la compresión del conjunto.

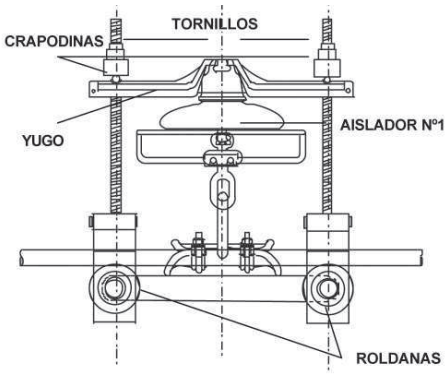
Cada conductor es soportado por 2 roldanas de grilon con un diámetro de boca que permite el libre desplazamiento de los preformados. Las roldanas están montadas sobre bujes de bronce.

A los efectos de mantener el conjunto sin deformaciones los extremos se encuentran vinculados en la parte inferior.

La carga de trabajo vertical es de 300 Kg. El conjunto fue sometido a ensayo con una carga vertical de 1000 kg. y una horizontal de 2000 kg. no observándose deformaciones.

Todo el procedimiento de montaje se realiza a distancia desde grúa.

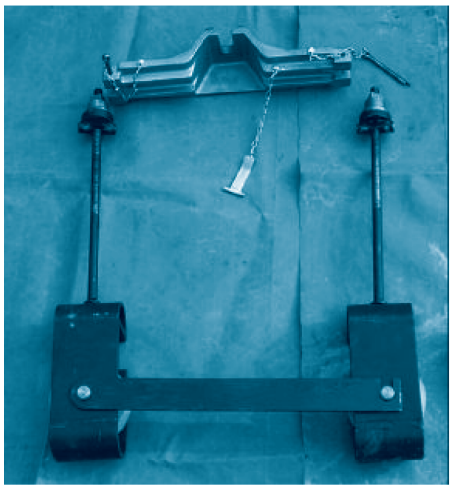
Como se puede observar este dispositivo está diseñado para una cadena de suspensión simple. En el caso que el tramo a retensar tenga una suspensión doble esta se deberá reemplazar transitoriamente por una cadena simple.

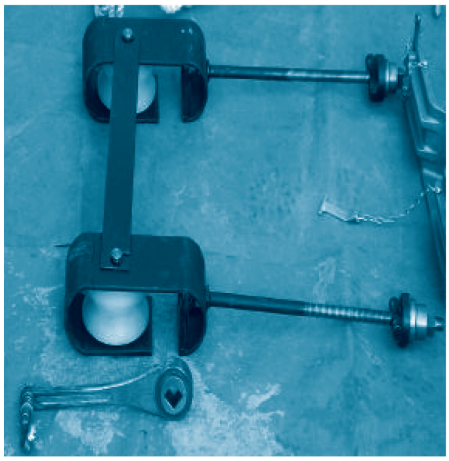


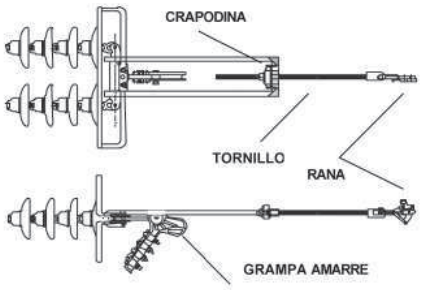
4.2. Dispositivo para tensado de los conductores

Como se expresó este dispositivo se instala en las retenciones sobre los balancines de las cadenas. Una vez instalado se monta la varilla roscada sobre la crapodina que se encuentra en el extremo del dispositivo. En el extremo opuesto de la varilla se monta una rana para fijar el conductor. La forma de producir el tiro en mediante el accionamiento de la varilla roscada por medio de una llave crique.

El conjunto tiene una carga de trabajo máxima de 5900 Kg. Se realizó el ensayo a tracción a 10.000 Kg. sin observarse deformaciones.







5. Método de trabajo

El método se desarrolló de acuerdo a lo expresado anteriormente siendo la secuencia la siguiente:

1. Instalación de los dispositivos de suspensión.
2. Compresión de las cadenas. Aflojado de los bulones de la morsa para posibilitar el desplazamiento del conductor de fase.
3. Instalación de los dispositivos de retención. Tensado del conductor.
4. Aflojado de los bulones de la grampa de las amarre para permitir el desplazamiento del conductor.
5. Desplazamiento del excedente de conductor hacia ambos puentes.
6. Concluido el desplazamiento se ajustan los bulones en la grampas.
7. Desmontaje de los dispositivos de retención
8. Posicionado de las morsas de las cadenas de suspensión. Ajuste de los bulones de las morsas.
9. Desmontaje de los dispositivos de suspensión.
10. De acuerdo a la longitud retirada se instala una cadena de aislación en las retenciónes que compensa el aumento de longitud de los puente.

Los trabajos se desarrollan con dos cuadrillas de seis personas cada una incluyendo al Jefe de Trabajo.

El tiempo insumido para el montaje de los dispositivos y el retensado es de dos días por fase por lo que el trabajo completo sobre las tres fases alcanza a los seis días.

Todos los trabajos se realizan con personal y equipamiento propio de la Empresa.

6. Conclusiones

Los resultados obtenidos son buenos y de acuerdo a lo previsto. Se han podido recuperar las líneas a su condición original por lo que tenemos asegurado como mínimo 20 años de vida útil.

El desarrollo de este método con tensión ha evitado un gasto a la Empresa muy significativo ya que de otra manera hubiera sido necesario sacar de servicio la instalación.

El equipamiento utilizado es de bajo costo siendo los procedimientos utilizados para su instalación los normales desarrollados por nuestros grupos de mantenimiento.

7. Referencias

Reglamento para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas -Resolución SRT Nº 592/2004-AEA.

Reglamento para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas Disposición Nº 342-2004 -EPE.

Norma IEC Nº 61472.

Distancias Eléctricas en TCT-CIER 2005-Neira –Bianchi-Cairol-Bertot.

CTM SALTO GRANDE- Ensayos sobre preformados.