

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 130**

51 Int. Cl.:

H02G 1/04 (2006.01)

H01B 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2010** **E 10002979 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016** **EP 2367247**

54 Título: **Procedimiento de tendido de cables para líneas aéreas de alta tensión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.05.2016

73 Titular/es:

**LUMPI-BERNDORF DRAHT- UND SEILWERK
GMBH (100.0%)
Binderlandweg 7
4030 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**FIERS, PETER y
POHLMANN, HEINRICH**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 572 130 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tendido de cables para líneas aéreas de alta tensión.

La invención concierne a un procedimiento de tendido de cables para líneas aéreas de alta tensión, en el que los cables a tender están configurados como cables compuestos que presentan un alma constituida por un alambre de alma o un gran número de alambres de alma y una envoltura constituida por un gran número de alambres de envoltura, y en el que se fijan los cables a postes y se tensan entre los postes con una tensión de tracción prefijada. Un procedimiento de esta clase es conocido por el documento DE-C-749396.

Los cables aéreos se emplean en el sector de la alta tensión para la transmisión de corriente eléctrica, fijándose los cables aéreos a postes por medio de bornes y aisladores. Los postes pueden consistir en postes de soporte y en postes de arriostramiento. Las distancias entre postes están situadas, por ejemplo, en 300 a 400 m para los planos de 110 kV y en 400 a 600 m para los planos de 400 kV. Debido a la longitud de arco de los cables combados y debido a las distancias de seguridad requeridas de los cables combados con respecto al suelo, los postes tienen que presentar una altura correspondiente. En las disposiciones pertinentes se indican tensiones de tracción máximas para cables conductores diferentes; la medida del arco resultante de esto exige alturas de los postes con las cuales se respeten las distancias mínimas entre los cables de fase y otras líneas que crucen por debajo, así como las distancias al suelo en todos los casos de carga. La máxima tensión de tracción resulta generalmente en un caso de carga de "-5° C y carga de hielo", y la máxima comba resulta a la temperatura de funcionamiento máxima admisible de los cables conductores. En efecto, la comba se agranda generalmente a temperaturas más altas debido a la dilatación del material.

Teniendo en cuenta estas condiciones marginales, se han erigido en el último siglo líneas aéreas muy diferentes en los más diversos planos de tensión. En la instalación de las líneas se han tenido en cuenta también de manera correspondiente las cargas estáticas que actúan sobre los postes y sus cimentaciones. Por diferentes motivos (por ejemplo, liberalización de mercado eléctrico, paralización de centrales eléctricas viejas, alimentación de energía proveniente de centrales de fuerza eólica), se han modificado de manera agravante en el pasado más reciente los flujos de carga en las redes de alta tensión, de modo que se producen una y otra vez embotellamientos en algunas líneas. En principio, existe la necesidad de diseñar cables aéreos para potencias de transmisión lo más altas posible.

Una posibilidad de diseñar cables aéreos para potencias de transmisión eléctrica más altas consiste en el agrandamiento de las secciones transversales de los cables. Sin embargo, el agrandamiento de las secciones transversales de los cables conduce a un considerable aumento de la masa de los cables. Los postes existentes no están diseñados en general para esto. En principio, existe ciertamente la posibilidad de cambiar los postes y, en consecuencia, diseñarlos para secciones transversales de cable más grandes con mayores potencias de transmisión eléctrica. No obstante, esto es costoso y especialmente consume mucho tiempo, sobre todo por que en general se tiene que pasar por nuevos procedimientos de autorización. Teniendo en cuenta las normas que se deben cumplir, las secciones transversales de los cables se pueden agrandar de todos modos tan sólo en medida insignificante. Un saneamiento es en general demasiado costoso en el aspecto económico a la vista de las ventajas que se pueden conseguir con el mismo.

En los últimos cincuenta años se han instalado en Centroeuropa predominantemente cables de aluminio/acero o cables de AlMgSi (cables Aldrey). Se trata de cables compuestos con un alma de acero y una envoltura de aluminio. Los alambres de aluminio empleados o los alambres aleados con aluminio utilizados presentan una alta resistencia del material que se consigue mediante el trefilado en frío. Estas resistencias de los materiales son necesarias durante todo el tiempo de funcionamiento de los cables. En este caso, la máxima temperatura de funcionamiento de tales cables aéreos está limitada por motivos mecánicos a 80° C. Si se someten los cables a una carga más alta debido a embotellamientos de la capacidad, esto conduce entonces a superaciones de la temperatura admisible de los cables y, en consecuencia, a una desconsolidación de los alambres de aluminio.

Partiendo de este problema, se ha desarrollado hace aproximadamente 30 años una aleación de aluminio (TAL) que hace posible explotar cables con mayores temperaturas de funcionamiento, sin desconsolidación de los alambres de aluminio. Este efecto se consigue por medio del constituyente zircón de la aleación. La temperatura de funcionamiento máxima es de aproximadamente 150° C en alambres de TAL. Desarrollos más recientes hacen que sean posibles temperaturas de hasta 250° C. Cuando se sustituyen alambres de aluminio convencionales de cables de aluminio/acero (cables de Al/St) por alambres de TAL del mismo diámetro, se pueden materializar en estos cables de TAL/acero intensidades de corriente correspondientemente más alta junto con el aprovechamiento de una temperatura de funcionamiento más alta. Las potencias de transmisión pueden incrementarse en una medida del orden de 50 a 100%. La ventaja de esta tecnología reside en que - debido a la misma construcción del cable - la estática de los mástiles puede permanecer inalterada, ya que no se producen aumentos de carga. En la sustitución de cables de Al/St convencionales por cables de TAL/acero es desventajoso el hecho de que se incrementan las combas de los cables hasta el punto de que ya no se puede cumplir con las distancias mínimas al suelo. En consecuencia, la sustitución de cables de Al/St convencionales por cables de TAL/acero más recientes es aplicable solamente en aquellas líneas en las que están disponibles distancias al suelo suficientemente grandes o bien no se

aprovechan plenamente las altas temperaturas de funcionamiento posibles.

Partiendo de esta problemática explicada se han desarrollado después cables compuestos más modernos en un pasado muy reciente. Así, en los cables compuestos de TAL/acero convencionales y en los cables de TAL/acero-aluminio convencionales se ha sustituido el alma de acero, que tiene un coeficiente de dilatación térmica de aproximadamente $12 \mu\text{m/m}^{\circ}\text{K}$, por una moderna aleación de acero-níquel, concretamente el llamado acero invar. Este acero invar se denomina también HACIN (High Strength Aluminium Clad Invar - invar revestido con aluminio de alta resistencia). Esta aleación tiene un coeficiente de dilatación térmica en el intervalo de $4\text{-}6 \mu\text{m/m}^{\circ}\text{K}$. Dado que el aluminio tiene un coeficiente de dilatación de aproximadamente $23 \mu\text{m/m}^{\circ}\text{K}$, resulta en el cable total (TAL/HACIN) en conjunto un menor coeficiente de dilatación térmica que en los cables de TAL/acero convencionales. Si se solicitan los modernos cables compuestos de TAL/HACIN con corriente eléctrica hasta una temperatura estándar de 80°C , éstos son ligeramente más adecuados respecto de la dilatación térmica que los cables convencionales. Cuando se produce un calentamiento a más alta temperatura, los alambres de aluminio (TAL o ZTAL) se dilatan con respecto al alma de acero HACIN, debido al coeficiente de dilatación sensiblemente más alto, hasta el punto de que los alambres, a partir de una determinada temperatura - el llamado punto de transición -, descansan sobre el alma de HACIN de una manera completamente exenta de tensiones, es decir, sin una tensión mecánica. A partir de este punto de transición, una variación de longitud adicional del cable total en el campo de tensado es impartida solamente todavía por la variación de longitud de los alambres de HACIN. Este comportamiento físico descrito conduce a una curva característica con dos pendientes diferentes. A temperatura más baja (por debajo del punto de transición) se proporciona un coeficiente de dilatación termina más alto del cable y a temperatura más alta (por encima del punto de transición) se proporciona un coeficiente de dilatación térmica más pequeño del cable. Este comportamiento se encuentra básicamente en todos los cables compuestos o en todos los materiales conductores compuestos. El punto de transición está por encima de 250°C a 300°C en los cables de Al/St convencionales. Estas temperaturas están fuera de las cargas de uso y, por tanto, no pueden utilizarse. En los cables de TAL/acero o TAL/acero-aluminio el punto de transición está también todavía por encima de 200°C y, por tanto, no es en general utilizable para líneas debido a las distancias al suelo. En los modernos cables de TAL/HACIN este punto de transición, que forma por así decirlo un punto de inflexión de la curva característica, está en aproximadamente 110 a 140°C .

En consecuencia, los cables compuestos y especialmente los modernos cables compuestos de TAL/HACIN han dado en principio buenos resultados en la práctica. Sin embargo, la tecnología es susceptible de un desarrollo adicional. Es aquí donde interviene la invención.

Por lo demás, se conocen los llamados "cables GAP" que presentan un alma de acero sobre la cual se cablean una capa de alambres perfilados de (Z)TAL, que forman una rendija con respecto al alma de acero, y a continuación una capa de alambres redondos de (Z)TAL. El alma de acero se sujeta en la zona de embornado por separado de los alambres de (Z)TAL y se tensa con una tensión de tracción exactamente definida. Esto tiene la consecuencia de que estas capas de alambre se aproximan a un estado exento de tensión de tracción al producirse un aumento de la temperatura y, a partir del punto de inflexión o de transición, solamente el acero se hace cargo todavía de la tensión de tracción. No obstante, tales "cables GAP" son muy difíciles de instalar debido a la construcción de la rendija. El tiempo de montaje se duplica y se necesitan entonces equipos de personal de montaje especialmente preparados.

La invención se basa en el problema de crear un procedimiento de tendido de cables para líneas aéreas de alta tensión de la clase descrita al principio, mediante el cual se puedan optimizar el campo de utilización o las condiciones de funcionamiento de cables compuestos hechos de materiales convencionales.

Para resolver este problema se propone un procedimiento de tendido de cables para líneas aéreas de alta tensión según la reivindicación 1.

Este procedimiento se puede emplear con cables de (Z)TAL/HACIN, es decir que como alambres de alma se emplean alambres de HACIN y como alambres de envoltura se emplean alambres de (Z)TAL. Los cables se estiran en este caso con la condición de que los alambres de envoltura, por ejemplo los alambres de (Z)TAL, se estiren de forma plástica y los alambres de alma, por ejemplo los alambres de HACIN se estiren (únicamente) de forma elástica.

La invención parte del conocimiento de que mediante un estirado o un preestirado de los cables compuestos en la zona plástica se puede desplazar el punto de transición hacia temperaturas bajas. En consecuencia, mediante este desplazamiento del punto de transición o del punto de inflexión de la curva característica de dilatación térmica se obtiene incluso a más altas temperaturas una comba de cable sensiblemente más pequeña. Esto hace posible un aprovechamiento óptimo de las ventajas técnicas de los cables de (Z)TAL/HACIN. En efecto, los cables pueden hacerse funcionar sin agrandamiento de la sección transversal y, en consecuencia, también sin agrandamiento de la masa a temperaturas más altas y, por consiguiente, también a más altas potencias de transmisión, sin que se modifique por ello apreciablemente la comba de los cables. El ajuste del punto de transición ya a temperaturas muy bajas conduce a que toda la fuerza de tracción a bajas temperaturas sea absorbida por el alma de HACIN. En consecuencia, el comportamiento de dilatación térmica se modifica de una manera deliberada, con lo que en cables

correctamente sujetos de manera permanente se presentan combas de cable más pequeñas a altas temperaturas del cable. Empleando tales cables o tendiendo tales cables según la invención, los postes de soporte no experimentan entonces - en comparación con cables convencionales - cargas más altas debido a la misma presión dinámica del viento y, a consecuencia de las mismas fuerzas de tracción, diseñadas para -5° C más carga de hielo, no se produce tampoco un incremento de los postes de arriostamiento. Manteniendo las distancias al suelo, se puede materializar ahora con los cables tendidos según la invención una transmisión de energía sensiblemente más alta sobre líneas existentes.

En contraposición a los cables GAP descritos al principio con una construcción de rendija se puede recurrir en el marco de la invención a construcciones de cable compactas convencionales y especialmente a cables de TAL/HACIN o de (Z)TAL/HACIN. Estas construcciones de cable compactas son idénticas a las construcciones de cables de Al/St convencionales, de modo que pueden fijarse con una técnica de embornado usual e instalarse según métodos de montaje estándar. En el marco de la invención es de importancia especial a este respecto el que los cables de (Z)TAL/HACIN se preestiran en el curso del montaje y se deforman entonces plásticamente los alambres de (Z)TAL para desplazar el punto de transición hacia abajo hasta donde sea posible. Los alambres de HACIN permanecen entonces en el dominio elástico.

En principio, es posible a este respecto realizar ya el preestirado necesario con la deformación plástica inherente en el curso de la producción de los cables conductores, o sea, por así decirlo, todavía "en fábrica".

Sin embargo, para evitar los problemas que se presentan entonces eventualmente durante el montaje de los cables, la invención propone en una forma de realización especialmente preferida preestirar los cables únicamente durante el tendido y de manera especialmente preferida tan sólo después de la fijación de los cables a los postes. En efecto, es deseable que, en el momento del tendido de los cables, todos los alambres estén (aún) tensados por igual y no tengan lugar desplazamientos de posición durante la actividad de tendido. Sin embargo, después de la instalación de los cables los alambres de (Z)TAL presentan una tensión de tracción más pequeña que la de los alambres de HACIN.

Para conseguir esto existe la posibilidad de fabricar primero convencionalmente los cables de (Z)TAL/HACIN o emplear cables compuestos convencionalmente fabricados, por ejemplo cables de (Z)TAL/HACIN, y tender éstos también con una técnica convencional sobre la línea desde el tambor hasta el lugar del torno, pasando por el freno y las poleas. Únicamente a continuación se estira el cable conductor con fuerzas muy altas en un espacio de tiempo prefijado, de modo que se produce un alargamiento plástico de los alambres metálicos, por ejemplo alambres de TAL. En efecto, el estirado se efectúa preferiblemente con la condición de que se alarguen de forma plástica (únicamente) los alambres de envoltura, por ejemplo los alambres de TAL, mientras que los alambres de alma, por ejemplo los alambres de HACIN, se alargan únicamente en el dominio elástico.

La magnitud de la plastificación depende de la magnitud de la fuerza de tracción y del tiempo de carga. Preferiblemente, el preestirado se efectúa durante un espacio de tiempo de más de 10 minutos, preferiblemente más de 30 minutos. Así, puede ser conveniente un espacio de tiempo de 10 a 120 minutos, por ejemplo 15 a 90 minutos. Los estudios prácticos han demostrado que un espacio de tiempo de 30 a 60 minutos puede provocar ya una plastificación considerable de las capas de alambre de (Z)TAL.

El preestirado plástico se efectúa en este caso de manera especialmente preferida con una fuerza de tracción que corresponde a aproximadamente 30 a 60% de la fuerza de rotura del cable (calculada). Si se tensa ahora seguidamente el cable conductor con las tensiones de tracción usuales (15 a 20% de la fuerza calculada de rotura del cable) para la cual está diseñada la línea, se observa entonces que, al calentar los cables conductores, el punto de inflexión o el punto de transición se desplaza en aproximadamente 10 a 30 K hacia temperaturas más bajas. La magnitud de este desplazamiento depende de la relación de las secciones transversales de (Z)TAL/HACIN, la magnitud del trefilado o la magnitud del estirado previo y el tiempo de acción.

Es ventajoso que la realización del trefilado o la realización del preestirado pueda efectuarse con las mismas máquinas o con los mismos dispositivos tensores que se utilizan también para el tendido de los cables conductores. Sin embargo, puede ser también ventajoso utilizar máquinas o aparatos de elevación-tracción propios como dispositivos tensores con los cuales se apliquen entonces las fuerzas de tracción necesarias durante un espacio de tiempo relativamente corto. De este modo, se puede optimizar y acelerar el proceso de tendido, puesto que mientras se aplican las altas fuerzas de tracción con los dispositivos especiales, se puede utilizar ya nuevamente el torno para el tendido de los demás cables conductores.

Se ha explicado ya que las fuerzas de tracción necesarias se aplican de manera especialmente preferida durante el tendido o después de la fijación de los cables conductores a los postes. No obstante, en general no es necesario un refuerzo de los postes existentes de todos modos. En cualquier caso, en la zona de los postes de soporte, que experimentan tan sólo pequeñas cargas adicionales, no son en general necesarias medidas de refuerzo. Sin embargo, en los postes de arriostamiento pueden ser convenientes o necesarios refuerzos, concretamente en general en el lugar del torno y en el lugar del tambor, en donde se refuerzan los puntos de suspensión de los cables durante el montaje, por ejemplo por medio de anclajes de cabeza. Cambiando de sitio las poleas con relación a los

postes se pueden aliviar también de carga las traviesas durante el espacio de tiempo de la alta aplicación de fuerza y de la alta tracción de los cables.

- 5 El preestirado necesario puede aplicarse de manera especialmente preferida como estirado de tracción mediante la aplicación de las fuerzas de tensado necesarias. Sin embargo, como alternativa o como complemento, se pueden producir también plastificaciones de los alambres de (Z)TAL mediante una desviación deliberada de los cables según radios de curvatura definidos. En este caso, el lugar de esta plastificación deberá encontrarse tan sólo detrás de la primera polea para evitar la formación de gibosidades en los cables.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tendido de cables para líneas aéreas de alta tensión,

5 en el que los cables a tender están contruidos como cables compuestos que presentan un alma constituida por un alambre de alma o un gran número de alambres de alma y una envoltura constituida por un gran número de alambres de envoltura,

en el que los cables se fijan a postes y se tensan entre los postes con una tensión de tracción prefijada, y

en el que los alambres de alma están configurados como alambres de HACIN y los alambres de envoltura están configurados como alambres de TAL o alambres de ZTAL,

10 **caracterizado** por que se estiran los cables después de la fijación a los postes con una fuerza prefijada durante un espacio de tiempo prefijado de tal manera que los alambres de envoltura configurados como alambres de TAL o alambres de ZTAL se estiren de manera plástica y los alambres de alma configurados como alambres de HACIN se estiren elásticamente desplazando el punto de transición hacia temperaturas bajas.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que se estiran los cables de manera plástica durante un espacio de tiempo de más de 10 minutos, preferiblemente más de 30 minutos, por ejemplo durante un espacio de tiempo de 10 a 120 minutos, preferiblemente 15 a 90 minutos y de manera especialmente preferida 30 a 60 minutos.

15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que se estiran los cables con una fuerza que corresponde a una magnitud de 25 a 75% de la fuerza calculada de rotura de los cables, preferiblemente 30 a 60% de la fuerza calculada de rotura de los cables.