

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 438**

51 Int. Cl.:  
**H01B 3/30** (2006.01)  
**H01B 5/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05291714 .3**  
96 Fecha de presentación: **11.08.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1626415**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.02.2006**

54 Título: **Reducción del ruido de líneas aéreas mediante una funda plástica**

30 Prioridad:  
**12.08.2004 FR 0408839**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.10.2012**

73 Titular/es:  
**ELECTRICITÉ DE FRANCE  
22-30 AVENUE DE WAGRAM  
75008 PARIS, FR**

72 Inventor/es:  
**Riquel, Guy y  
Gayrard, Arnaud**

74 Agente/Representante:  
**Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 388 438 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**

Reducción del ruido de líneas aéreas mediante una funda plástica.

5 La presente invención se refiere a los conductores eléctricos aéreos, en particular los conductores eléctricos de alta y muy alta tensión.

Más particularmente, la invención se refiere al ruido desprendido por estos conductores en tiempo de lluvia, debido al franqueo de un umbral de conductividad o umbral de ionización del aire, por el campo eléctrico en la proximidad del conductor. Este fenómeno se conoce con el nombre de efecto corona.

Se han propuesto diversos enfoques para reducir el ruido debido al efecto corona.

15 Así, se ha propuesto revestir el conductor con una funda de material plástico liso y semiconductor con el fin de aumentar el diámetro estructural de éste, reduciendo por ello el gradiente eléctrico en perfil. Este enfoque no ha sido satisfactorio, aunque se ha pensado que el carácter liso suprimiría las asperezas encontradas habitualmente en los conductores, que forman concentraciones de campos eléctricos favorables a la aparición del efecto corona.

20 En otro enfoque se ha propuesto colocar, sobre un conductor desnudo, una serie de brazaletes que soportan cada uno de ellos una serie de puntas conductoras que se extienden radialmente. Este dispositivo, que pretende también reducir el gradiente eléctrico en el contorno del conductor, ha resultado asimismo insatisfactorio.

25 En otro enfoque más, los documentos FR 2 485 792 y US nº 4.358.637 proponen rodear un conductor metálico con un revestimiento plástico constituido por una mezcla que comprende por lo menos un compuesto conductor y por lo menos un compuesto hidrófilo.

El objetivo de la invención es proponer un medio para reducir el efecto corona de manera más eficaz que los dispositivos propuestos hasta ahora.

30 Este objetivo se alcanza según la invención gracias a un dispositivo de reducción del efecto corona de un conductor aéreo de alta o muy alta presión según la reivindicación 1.

Otras características, objetivos y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la lectura de la descripción detallada siguiente, haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 35 - la figura 1 es una vista en perspectiva de un conductor equipado con una funda según una primera variante de la invención; y
- 40 - la figura 2 es una sección transversal de una funda de acuerdo con una segunda variante de la invención.

La funda propuesta en la primera variante tiene una periferia continua alrededor de un conductor 10, colocada preferentemente por extrusión *in situ*.

45 Esta funda 20 o "coating" es de poco espesor, en este caso de aproximadamente 2 mm, y de material termoplástico para permitir la extrusión.

50 En particular, debido al pequeño espesor adoptado, se pretende limitar la sobrecarga impuesta sobre el conductor (masa lineica y presión del viento). El criterio aplicado en este caso es que la masa lineica aumente como máximo solamente 10%.

Se busca una cierta conductividad térmica para esta funda.

55 En efecto, se desea que ésta no se oponga a la disipación de calor deseada expresamente para los conductores sometidos de manera conocida al efecto Joule.

60 El revestimiento con una funda termoplástica confiere además, como se ha podido constatar en el curso de los ensayos, una capacidad de protección del conductor contra los impactos directos del rayo. La funda termoplástica mejora además las transferencias térmicas. Se desea asimismo una cierta conductividad eléctrica. En efecto, una funda perfectamente aislante correría el riesgo, debido a un efecto corona residual, de ser objeto de una concentración de cargas en la superficie externa de la funda. Esta concentración tendría como consecuencia la aparición de tensiones radiales susceptibles de perforar el material, y tales perforaciones serían particularmente perjudiciales cuando la funda es de poco espesor, tal como es el caso.

65 Es por ello que se preconiza ventajosamente un material polímero conductor, tal como una poliamida 6 conductora.

De manera más general, se seleccionarán, sin dificultad, de entre las poliamidas disponibles en el mercado, unas

poliamidas con la humectabilidad adecuada. Estas poliamidas, como los demás materiales plásticos preconizados, están equipadas además preferentemente con partículas conductoras para presentar una conductibilidad satisfactoria.

5 Para asegurar una conductividad eléctrica suficiente, el presente material plástico está cargado en este caso con partículas de carbono que permiten clasificar el material obtenido en la categoría de "semiconductor". No obstante, este material sigue estando constituido esencialmente por el material plástico con la humectabilidad elevada.

10 Además de una disminución del efecto corona debida al aumento del diámetro del conjunto, el conductor así equipado incluye unas características propias que se describirán a continuación y que le hacen particularmente apto para reducir el efecto corona.

15 Su propiedad esencial para ello es, como se describirá a continuación, su humectabilidad o hidrofiliidad, que se calificará a continuación haciendo referencia a algunos métodos de medición de la humectabilidad.

En este modo de realización, el material se extruye en su sitio directamente sobre el conductor tensado. La extrusión se efectúa en este caso procurando que el estado de superficie periférica de esta funda 20 presente un carácter liso. Este carácter liso favorece en sí una extensión adecuada de las gotas de agua que aparecen cuando llueve.

20 El carácter liso reduce además el gradiente superficial máximo, y limita el enganche de partículas conductoras susceptibles de favorecer el efecto corona.

Además, la funda no es nada propicia entonces para la aparición de manguitos de escarcha o de nieve adhesiva. Además, una funda lisa facilita la autolimpieza de ésta cuando llueve.

25 La PA6 conductora utilizada presenta en este caso una resistividad transversal que es inferior a  $10^3$  ohm/cm. Además de su carácter hidrófilo que verifica las exigencias propias de la invención, que se cifrarán a continuación, la funda 20 así extruida es ligera y poco costosa.

30 Una funda 20 de este tipo presenta además una escasa exposición al viento, lo cual permite evitar, como se debe, la aparición de un ruido eólico.

Se prefiere un carácter flexible ya que permite en particular absorber las tensiones de las dilataciones diferenciales susceptibles de aparecer en éste.

35 Otros materiales son susceptibles inminentemente de verificar estos diferentes criterios, en particular el criterio de humectabilidad que se expondrá a continuación.

40 Así, se mencionarán aquellos polímeros conductores extruibles cuyos valores de humectabilidad resultan satisfactorios, en general, para la realización de la presente invención.

Estos diferentes materiales se pueden colocar sobre conductores de alta o muy alta tensión, respectivamente a 225 kV o a 400 kV según la práctica francesa.

45 Entre estos diferentes materiales, se privilegia un material particularmente resistente a los rayos ultravioleta, así como al ozono generado por el efecto corona residual. Tiene además una buena resistencia a la temperatura.

Se prefieren además los polímeros por su resistencia a los depósitos y su aptitud para resistir las limpiezas.

50 El carácter hidrófilo que se ha especificado anteriormente como carácter particular para la reducción del efecto corona se puede cifrar de la forma siguiente.

Se conocen diferentes formas de medir la humectabilidad o hidrofiliidad de un material.

55 Se hará referencia, en particular, a la especificación técnica en cuanto a la realización de los métodos de medición de humectabilidad IEC/TS 62073. Esta especificación está disponible en el sitio de internet <http://domino.iec.ch/webstore/webstore.nsf>.

60 Se hará referencia especialmente en esta especificación técnica a un método de medición de la humectabilidad en una escala comprendida entre 1 y 7 y denominada "WC" (wettability class).

Se hará referencia asimismo en esta especificación o en otras referencias, a la medición del ángulo de retroceso ("receding contact angle") de una gota formada en la superficie del material.

65 Se hará referencia además, si se necesita, a la medición de la tensión de superficie del material en cuestión, cifrada habitualmente en mN/m. Estos tres criterios son sustancialmente equivalentes uno a otro, aunque se preferirá el

## ES 2 388 438 T3

método WC, más representativo de las cualidades buscadas en este caso.

Según que se mida la humectabilidad con uno u otro de estos métodos, se buscan los criterios siguientes.

5 En la escala WC, la humectabilidad se elige en este caso WC=6 o WC=7.

La tensión de superficie se preconiza superior a 60 mN/m.

El ángulo de contacto de retroceso se preconiza inferior a  $10^\circ$ .

10 El método "WC" se utiliza vaporizando agua durante una corta duración en la superficie del material con una botella pulverizadora clásica, sobre una superficie de  $50 \text{ cm}^2$  a  $100 \text{ cm}^2$ , siendo la pulverización fuerte en aproximadamente 25 cm durante 20 a 30 segundos, es decir, para una pulverización de una cantidad de agua situada entre 10 ml y 30 ml.

15 Aproximadamente 10 segundos después de la pulverización, se examina el estado de la superficie del material, en particular la forma de las gotitas y el porcentaje de superficie que está humedecida.

20 Se verifica un criterio WC = 6 cuando más del 90% de la superficie está cubierta por agua.

Se encuentra un criterio WE = 7 cuando la superficie está totalmente recubierta por una película de agua continua.

25 Por tanto, una funda de este tipo permite tratar eficazmente las zonas sujetas a quejas de vecinos, típicamente sobre algunas decenas de metros de conductor, incluso sobre la longitud total de un vano o de algunos vanos. Se debe entender vano como el conjunto de la extensión del conductor entre dos postes.

Preferentemente, la funda recubre el conductor sobre una longitud continua de por lo menos 10 metros, ventajosamente de 40 a 400 metros, muy preferentemente superior a 150 m.

30 Se entenderá por carácter liso un estado de superficie que aparece lisa al tacto.

Se describirá ahora un segundo modo de realización haciendo referencia a la figura 2, en la que está representado en sección transversal.

35 En esta variante, la funda 20 presenta una abertura longitudinal 21 que se extiende en forma de una hendidura. Así, la funda 20 según esta variante está prevista para ser colocada sobre un cable tensado, mediante la separación de los dos lados 22 y 23 de esta hendidura 21 y después mediante un eventual retorno elástico de la funda en apriete alrededor del conductor 10.

40 En otros términos, se trata de un pinzado de la funda 20 sobre el conductor 10. Se prefiere esta variante con el objetivo de permitir una colocación rápida, incluso una colocación mientras el conductor está bajo tensión.

45 Por tanto, el perfil transversal representado en la figura 2 comprende dos extremos libres 22 y 23 que forman los bordes de la hendidura. Estos dos bordes libres se encuentran a una distancia uno de otro de aproximadamente 2 mm.

La funda 20 representada es de un espesor de 2 mm, para un radio de curvatura externo de 13,2 cm y un radio de curvatura interno de 11,2 cm.

50 En la proximidad de la hendidura, los extremos libres 22 y 23 forman cada uno un ensanchamiento 24 y 25 con el fin de conseguir un espesor que alcanza hasta 4 mm en la proximidad del extremo en cuestión.

55 Estos extremos se terminan además, cada uno de ellos, por un redondeamiento 26 y 27 enfrentados en la hendidura 21, de modo que el extremo libre en cuestión no presente ninguna arista susceptible de ser el asiento de una concentración electrostática propicia para el efecto corona. Este redondeamiento 26, 27 se unirá en particular con el conductor 10 según la tangente al contorno de este último.

60 Para este redondeamiento 26, 27 se adopta ventajosamente un radio de curvatura del orden de por lo menos 2 cm, preferentemente de 2,5 cm. Dicho valor de radio de curvatura limita la formación de gotitas en este lugar.

Se proporcionan los diferentes valores para una funda que tiene unas dimensiones que se consideran más generalmente beneficiosas para la eficacia, es decir, un espesor en la cara vista del orden de 2 a 4 mm, aproximadamente 3 mm preferentemente.

65 Además de la facilidad de colocación permitida por esta variante, ésta resulta asimismo ventajosa, ya que es favorable para la evaporación del agua estancada susceptible de haber penetrado entre la funda y el conductor.

5 La funda se posiciona ventajosamente de tal modo que su hendidura se abra hacia otra dirección que la de abajo, en particular más bien hacia arriba del conductor. Así, los bordes de la hendidura no reciben las gotas que han circulado sobre la circunferencia de la funda. En otros términos, la funda no presenta entonces ninguna geometría susceptible de retener localmente las gotas en su parte baja.

Dicha funda 20 abierta longitudinalmente se realiza preferentemente por extrusión sobre un tubo que presenta un perfil de extrusión adaptado al conductor a equipar. Está prevista asimismo una etapa ulterior de entallado lateral.

10 Se puede mantener una funda de este tipo sobre el conductor mediante encolado o polimerización en frío sobre éste.

15 Las fundas presentadas anteriormente resultan particularmente eficaces para la reducción del ruido debido al efecto corona, habiéndose cifrado esta reducción en típicamente 15 dB en ensayos realizados bajo una lluvia fina artificial y por medición sonora adaptada, reflejando las condiciones *in situ* (mediciones realizadas en un sala de ensayo después de riego y a una distancia de 10 m del conductor).

20 La solución es "paliativa", ya que no modifica en nada la estructura de la obra (no implica la sustitución del conductor o del poste). Es "local", ya que afecta únicamente a la zona en la que se constata la molestia: algunas decenas de metros en el caso de una habitación aislada, de algunos vanos en el caso de una parcelación. Un "vano" es la extensión que separa dos postes consecutivos. Es "duradera", ya que su eficacia es satisfactoria durante un periodo suficiente con respecto a criterios económicos. Por el contrario, la limpieza de los conductores puede ser una solución eficaz, pero no necesariamente duradera.

25 Sin embargo, se trata de una solución paliativa "viable", ya que presenta ventajas reales.

30 No altera la integridad mecánica de la obra: los dispositivos así fijados sobre los conductores son ligeros (es decir, <10% de la masa lineica de los conductores), de pequeña exposición al viento, y no favorecen la formación de un manguito de hielo o de nieve adhesiva.

No altera la capacidad de transporte de la obra: los dispositivos fijados sobre los conductores aseguran una buena transferencia térmica.

35 Es fácil de utilizar: la instalación es posible sin desmontar los conductores, eventualmente en trabajo bajo tensión.

Esta solución es perenne. Es efectiva durante un tiempo suficiente con respecto a los criterios económicos. Además, esta solución no aumenta el impacto visual de la obra.

40 Los inventores han determinado que, con el fin de obtener un nivel de hidrofilia apropiado, puede ser deseable chorrear con arena la funda 20 después de la extrusión.

45 Según otra característica ventajosa de la invención, con el fin de facilitar la colocación y evitar los problemas de acondicionamiento después de la fabricación, se trocea la funda 20 preferentemente en segmentos de longitud limitada, por ejemplo en longitudes comprendidas entre 0,5 m y 5 m, ventajosamente de aproximadamente 1 metro. Durante la instalación sobre conductor "frío", es deseable además dejar unos espacios, por ejemplo del orden de 5 mm, entre cada tramo de manera que se permita una dilatación relativa entre la funda 20 y el conductor 10 (unos ensayos han mostrado que estos espacios no influyen en la eficacia acústica de la solución).

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de reducción del efecto corona de un conductor aéreo de alta o muy alta tensión, que consiste en una funda de material plástico (20) que rodea por lo menos parcialmente dicho conductor (10), caracterizado porque la funda (20) está realizada principalmente en un material plástico cuya humectabilidad es superior o igual a WC 6 según la norma IEC TS/62073 y/o presenta una tensión de superficie superior a 60 mN/m según la norma IEC TS/62073 y/o presenta un valor de ángulo de contacto de retroceso (receding angle) según la norma IEC TS/62073 que es inferior a 10°, y porque la funda (20) presenta una abertura lateral en forma de una hendidura (21), de tal modo que la funda (20) se coloca sobre el conductor (10) mediante la apertura de esta hendidura (21).
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la funda (20) recubre el conductor sobre una longitud continua de por lo menos 10 metros.
- 15 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la funda (20) presenta un espesor de aproximadamente 3 mm, en particular entre 2 y 4 mm.
- 20 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la funda (20) presenta un perfil transversal cuyos dos extremos libres (22, 23) adyacentes a la hendidura (21) tienen un espesor radial sustancialmente más importante que la cara vista de este perfil transversal.
- 25 5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la funda presenta un perfil transversal cuyos extremos libres (22, 23) adyacentes a la hendidura (21) se terminan por un redondeamiento en dirección al interior de la hendidura (21).
- 30 6. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el material constitutivo de la funda (20) es una poliamida.
- 35 7. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el material constitutivo de la funda (20) es una poliamida de tipo 6.
- 40 8. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el material que constituye la funda (20) es un polímero conductor cuya humectabilidad es superior o igual a WC 6 según la norma IEC TS/62073 y/o presenta una tensión de superficie superior a 60 mN/m y/o presenta un valor de ángulo de contacto de retroceso (receding angle) que es inferior a 10°.
- 45 9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material constitutivo de la funda (20) incluye unas partículas de material conductor.
- 50 10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la funda (20) presenta un estado de superficie lisa.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la funda (20) está realizada mediante extrusión.
12. Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado porque se chorrea con arena la funda (20) después de la extrusión.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque se trocea la funda (20) en segmentos de longitud comprendida entre 0,5 m y 5 m, ventajosamente del orden de 1 m.

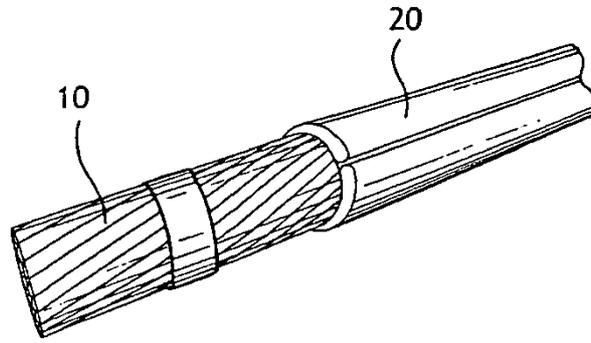


FIG.1

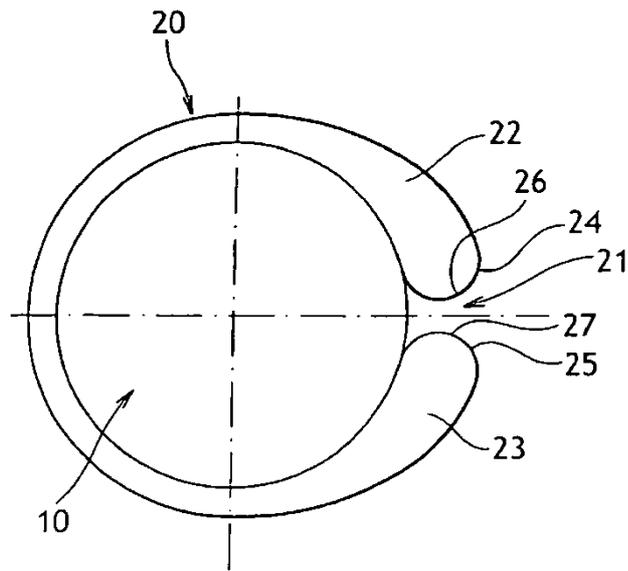


FIG.2