

P.- 37.256

Docket 41-D-474

Anderson

Rehecha I

150229

5 NOV 1969

Memoria descriptiva



para solicitar MODELO DE UTILIDAD

por 20 años

a nombre de GENERAL ELECTRIC COMPANY

entidad / ~~de responsabilidad~~ norteamericana.

con domicilio en 1 River Road Schenectady, N.Y., 12.305, Estados Unidos de América.

por: "UN DISPOSITIVO DE TERMINACION DE CABLE ELECTRICO PARA INHIBIR SUSTANCIALMENTE LA IONIZACION EN LOS EXTREMOS DE DICHO CABLE"

(Clase Internacional HO1b)

5 NOV.



Este invento se refiere a medios de terminación de cables eléctricos para inhibir sustancialmente la ionización en los extremos, en los que se aplica un revestimiento semiconductor sobre la capa de aislamiento en una longitud predeterminada desde el extremo de salida de alta tensión para establecer contacto eléctrico con los medios protectores. El revestimiento tiene una resistencia predeterminada por unidad de superficie suficiente para que el esfuerzo eléctrico en la superficie de dicha longitud no exceda del valor de iniciación de la ionización del cable.

En un cable típico para alta tensión, se enrolla una cinta semiconductor en torno del conductor metálico y se extruye una capa de aislamiento sobre esta superficie. Se disponen después concéntricamente sobre el aislamiento unos medios de protección a masa que comprenden usualmente una capa semiconductor y un blindaje de retorno metálico. La capa semiconductor, por ejemplo, puede ser una cinta de nylon impregnada con negro de humo o puede ser de polietileno o de caucho butílico que tenga incorporado negro de humo. El blindaje de retorno metálico para el retorno de la corriente puede ser de cobre o de cobre estañado envuelto en torno de la capa semiconductor o puede ser un trenzado de cobre dispuesto concéntricamente sobre dicha capa semiconductor. La estructura puede encerrarse además por un material de envoltura, tal como una capa de poli(cloruro de vinilo) o una envoltura metálica. En la construcción de cables, es importante eliminar o reducir al mínimo cualesquiera oquedades, tal como en el aislamiento o en las caras de contacto, que potencialmente son una fuente de perforación. Es decir, en las condiciones de alta tensión encontradas, las oquedades

pueden dar origen a la ionización, conduciendo de este modo a la eventual perforación del cable.

5 NO




El cable se ensaya en cuanto a oquedades por un ensayo de valor de la ionización. De acuerdo con este ensayo, en cada terminal del cable se arrancan los medios de protección a masa para dejar al descubierto la capa de aislamiento. Se corta uniforme y cuidadosamente el borde de los medios de protección a masa para evitar que se rompa el aislamiento. El borde en bruto de los medios de protección a masa se envuelve después con cinta para dar un ajuste hermético con el aislamiento. No deberá haber intersticios entre los medios de protección a masa y el aislamiento, y no deberá haber puntos o puntas salientes extendiéndose desde los medios de protección a masa. Se sumerge en un depósito de aceite una cubeta conteniendo mercurio, aislado de masa, y se insertan entonces uno o ambos terminales en el mercurio. Se aplica tensión a través de la cubeta de mercurio al cable y se aumenta la tensión hasta que se produce la ionización. El valor de la tensión en que se produce la ionización en el cable, coincide con la presentación de una imagen visual en un osciloscopio u otro instrumento adecuado.

Una marcada desventaja con la terminación en aceite es que la capa semiconductor es atacada o disuelta por el aceite, dejando así libre al negro de humo u otro componente conductor. En consecuencia, el aceite contaminado conduce corriente, lo que da una falsa lectura de ionización. Esto se interpretará como fallo del cable cuando, de hecho, puede ser un fallo del terminal.

Este invento tiene como finalidad crear unos medios de terminación de cables eléctricos que eliminan o im

5 NOV 1969



piden sustancialmente la ionización en los extremos, al pa
so que vencen las desventajas de la técnica anterior.

5 En un cable aislado, tal como el del tipo descri
to anteriormente, en o cerca de los extremos existe una con
centración de alta tensión a lo largo del borde del blinda
je puesto a masa, lo que dá por resultado una ionización o
descarga en corona. Se sabe que esta ionización puede redu
cirse o hacerse mínima aplicando un revestimiento semicon
ductor sobre el blindaje puesto a masa y sobre una parte de
10 la capa de aislamiento. El revestimiento tiene una caracte
rística de corriente no lineal, y se introduce una corrien
te capacitiva no lineal a lo largo de la parte revestida.
Como resultado, se produce una distribución de la tensión
que dá por resultado una caída de tensión sustancialmente
15 lineal a lo largo de la capa de aislamiento, disminuyendo
así la concentración de esfuerzos cerca del blindaje pues
to a masa. Por tanto, el campo eléctrico en la terminación
del cable se hace más uniforme, reduciendo así o eliminan
do sustancialmente la ionización en el terminal. De acuer
do con este invento, se introduce en el medio ambiente una
20 corriente resistiva lineal que es suficientemente más gran
de en magnitud que la corriente capacitiva para imponerse a
esta última y acercarse así a una corriente sustancialmente
lineal.

25 El invento, junto con sus objetos y ventajas, se
comprenderá mejor haciendo referencia a la siguiente des
cripción detallada y a los dibujos que se acompañan, en los
que:

30 La figura 1 es una vista en perspectiva de un ca
ble de construcción típica con partes del mismo arrancadas



para ilustrar mejor su construcción;

La figura 2 es una vista en alzado lateral de un cable que muestra unos medios de terminación que caen dentro del alcance de este invento;

5 La figura 3 es una vista en alzado frontal del cable de la figura 2; y

La figura 4 ilustra otra realización del invento.

10 En un amplio aspecto del invento, se crean unos medios de terminación de cables caracterizados por ausencia sustancial de ionización aplicando un revestimiento semiconductor sobre la capa de aislamiento del cable desde el extremo de salida de alta tensión en el terminal a los medios de protección a masa. De esta manera, se establece un
15 contacto eléctrico entre el extremo de salida de alta tensión, es decir, el conductor, y los medios de protección. El revestimiento se extiende sobre el aislamiento del cable en una distancia o longitud predeterminada, denominada algunas veces en esta memoria "longitud de terminación" y explicada en lo que sigue con más detalle. El material de re
20 vestimiento se caracteriza por una resistencia por unidad de superficie cuyo valor se predetermina de tal manera que el esfuerzo eléctrico o gradiente de tensión transversal en cualquier punto de la terminación no exceda del valor de ionización del cable. Se observará que se establece una corriente
25 capacitiva no lineal producida por el efecto capacitivo del revestimiento semiconductor sobre la capa de aislamiento. Sin embargo, el revestimiento se extiende desde el extremo de salida de alta tensión hasta los medios de protección a masa, estableciendo así una corriente resistiva como
30



segunda corriente en el medio ambiente al exterior del aislamiento donde se produce el esfuerzo de tensión no lineal que provoca la ionización en el terminal. La corriente resistiva es lineal, y, por diseño, es sustancialmente mayor en magnitud que la corriente capacitiva. Cuando se suman 5 ambas corrientes, la corriente resistiva se impone a la corriente capacitiva y, en consecuencia, se acerca a un efecto de corriente sustancialmente lineal. Como consecuencia, se establece una caída de tensión uniforme a lo largo de la 10 parte revestida de la terminación del cable desde los medios de protección a masa al extremo de salida de alta tensión eliminando así sustancialmente la ionización en la terminación del cable.

Haciendo referencia a los dibujos, en los que los 15 números de referencia iguales designan partes iguales en todos ellos, se muestra un cable coaxial de construcción típica indicado generalmente por el número 10, tal como uno que podría ser adaptado para transportar una carga de tensión de 5 a 15 kilovoltios o más. El cable incluye un conductor 20 metálico interior 12 ilustrado en forma de un cable de cordones, aunque deberá entenderse que el conductor 12 puede comprender un conductor macizo. Generalmente, se aplica una capa semiconductor 14, por ejemplo, una cinta, en torno del conductor metálico cableado con el fin de establecer un buen contacto eléctrico entre el conductor y el 25 aislamiento y proteger además contra los esfuerzos, igualando así todos los esfuerzos de los cordones individuales. El cordón metálico, con una cinta semiconductor enrollada sobre él, está rodeado por una capa aislante relativamente 30 gruesa 16 que se aplica usualmente por extrusión. El mate-



5 NOV 1969

rial aislante es típicamente un plástico termoestable, tal como polietileno reticulado o caucho de etileno-propileno, que puede cargarse con arcilla mineral u otras cargas adecuadas. Asimismo, el cable incluye unos medios de protección
5 puestos a masa que comprenden una capa o cinta semiconductora 18 y un blindaje de retorno metálico 20 y, encima de éste, hay una envoltura exterior 22 hecha de material convencional, tal como poli(cloruro de vinilo).

La figura 2 muestra unos medios de terminación
10 preparados de acuerdo con el invento para un ensayo de valor de ionización. Se arranca en primer lugar la envoltura exterior 22 de la terminación del cable en una cierta distancia. La cantidad arrancada dependerá de la longitud de terminación requerida, como se explica en lo que sigue, pero
15 no hay necesidad de arrancar del cable más de 25 ó 50 milímetros de la envoltura más allá de la longitud de terminación. El blindaje o cinta de cobre 20 es entonces desenrollado en ligeramente más que la distancia total de la longitud de terminación para descubrir la capa semiconductora
20 y, para el ensayo de ionización, se conecta a masa el extremo de la cinta. Seguidamente, se retira la capa semiconductora 18 en sustancialmente toda la longitud de la terminación, dejando descubierta la capa de aislamiento 16. Como se explica en lo que sigue, esta longitud típicamente está
25 en el margen de 152 a 381 milímetros. Una pequeña parte del conductor 12 se extiende más allá del borde marginal de la capa de aislamiento, y se arranca la cinta semiconductora 14 del borde descubierto del conductor.

La longitud de terminación se limpia luego de su
30 ciedad, grasa, aceite u otros contaminantes, tal como lavan



5 NOV

do la terminación con Vythene, tetracloruro de carbono u
 otro disolvente adecuado. Después de que se ha secado el di
 solvente, se aplica a la longitud de terminación un material
 de revestimiento semiconductor 24 descrito en más detalle
 5 seguidamente. El revestimiento 24 se extiende desde el ex-
 tremo de salida de alta tensión, es decir, conductor, a los
 medios de protección puestos a masa para establecer contac
 to eléctrico con los medios de protección. El revestimiento
 se aplica continuamente sobre la circunferencia de la capa
 10 aislante 16 y deseablemente alrededor de 6 milímetros sobre
 la circunferencia de la capa semiconductor 18 y alrededor
 de 6 milímetros sobre el conductor 12. El revestimiento pue
 de aplicarse pintando con una brocha, por pulverización, por
 inmersión o por cualquier otro medio adecuado, y se le deja
 15 después secarse, tal como al aire.

Para realizar el ensayo de valor de ionización,
 se conecta a masa el blindaje metálico 20, y se conecta al
 conductor metálico en cada extremo una zapata de cable, que
 está exenta de ionización. Se conecta al menos una patilla
 20 de cable eléctricamente al equipo de ensayo. Cada cable, de
 pendiente de su clase y tamaño, tiene que satisfacer normas
 establecidas con respecto al valor de ionización. En un pro
 cedimiento de ensayo típico, se aplica tensión a un cable
 hasta un alto valor de potencial, tal como el requerido por
 25 la norma, manteniéndose esa tensión en el cable durante 5
 minutos y reduciéndola luego gradualmente. Si se produce io
 nización observada en un osciloscopio u otro aparato de en-
 sayo adecuado, se reduce la tensión hasta que se encuentra
 el voltaje al que se extingue la ionización. Si esta apari-
 30 ción de ionización es a un potencial por encima del mínimo

5 NOV



requerido, se considera el cable como satisfactorio. Debido a este invento, se elimina sustancialmente la ionización en los terminales, y cualquier ionización detectada está, por tanto, en el cable.

5 De acuerdo con el invento, se evita sustancialmente la ionización o descarga en corona graduando el esfuerzo eléctrico suficientemente para mantener el esfuerzo a lo largo de la longitud de la terminación por debajo del nivel de iniciación de ionización del aire. El nivel de iniciación de ionización, independientemente del tamaño del cable, puede deducirse de la ley de Paschen. Por ejemplo, a aproximadamente 254 milímetros de la terminación del cable, el nivel de iniciación de ionización es de aproximadamente 1840 voltios por milímetro (tensión calculada como valor eficaz) y, por tanto, el esfuerzo eléctrico total a lo largo de la longitud de terminación deberá ser inferior a 1840 voltios por milímetro. El nivel de iniciación de ionización depende de las condiciones atmosféricas, por ejemplo, humedad, temperatura y presión barométrica, y, por tanto, puede variar en tanto como aproximadamente 120 voltios por milímetro. El esfuerzo eléctrico de resistencia puede calcularse de (1) la carga de tensión para cuyo transporte ha sido construido el cable, (2) la circunferencia del aislamiento, (3) la longitud de terminación y (4) la resistencia por unidad de superficie del material de revestimiento.

Para calcular el esfuerzo eléctrico de resistencia, se fijan la característica protadora de carga y la circunferencia del aislamiento sometiendo el cable a ensayos. Generalmente, el invento es aplicable a un cable adaptable para transportar una tensión de aproximadamente 5000 a -



15000 voltios, pero es también aplicable a un cable con ca
racterísticas portadoras de carga más altas. La circunferen
cia puede variar en dependencia de factores tales como el
tipo del aislamiento utilizado, el tamaño del conductor y
5 similares, y generalmente puede tener una circunferencia de
aislamiento que fluctúa entre aproximadamente 25, milímetros
y 140 milímetros. Por ejemplo, un cable coaxial típico para
corriente alterna a 15 kilovoltios, que conduce una corrien
te de aproximadamente 150 amperios o más, construido como
10 se muestra en la figura 1, y que tiene una capa aislante de
polietileno reticulado con carga mineral y una envoltura de
poli(cloruro de vinilo), puede tener una circunferencia de
aproximadamente 46 milímetros.

La longitud de terminación puede variar en amplia
15 dependencia del tamaño del cable y de la característica de
soporte de carga de tensión. A medida que aumenta la longi
tud de la terminación, es necesario aumentar la corriente
resistiva con objeto de conseguir una caída de tensión lineal.
El calor generado es proporcional al cuadrado de la corrien
20 te y, por tanto, un pequeño aumento en la corriente puede
dar por resultado grandes pérdidas de calor. Si la termina
ción se calienta demasiado, se producirá arco entre el con
ductor metálico y el blindaje metálico, lo que pondrá en cor
tocircuito al equipo de ensayo, es decir, al transformador
25 de alto potencial. Por otra parte, si la terminación es de
masiado corta, se producirá arco a través del aire entre el
conductor y el blindaje metálico. Para los cables convencio
nales de alta potencia, tales como un cable adaptable para
transportar cargas de alta tensión de aproximadamente 5 a
30 15 kilovoltios, la longitud de la terminación es típicamen



te de unos 152, milímetros a 381 milímetros, pero puede ser mayor o menor en dependencia de factores tales como la carga de tensión y la circunferencia. Sin embargo, la longitud de la terminación puede determinarse experimentalmente por un experto en la materia para cada especificación de producción del cable.

El revestimiento semiconductor se caracteriza por una resistencia por unidad de superficie. Los materiales típicos de revestimiento utilizados para este invento incluyen pintura de resistencia ultraalta, que comprende una carga de negro de humo y una resina de estireno modificada e inerte como aglutinante y que tiene una resistencia por unidad de superficie de 10 a 10.000 megohmios por unidad de superficie. El margen útil para el valor de la resistencia de los materiales de revestimiento puede variar en dependencia primordialmente de la configuración del cable, de la tensión y de la conductividad térmica del aislamiento. Para determinar este margen, los factores de configuración del cable incluyen el diámetro y/o la circunferencia del conductor metálico, la relación del diámetro a través de la capa de aislamiento al diámetro del conductor metálico y la masa de la capa de aislamiento y conductor metálico. La conductividad térmica de la capa de aislamiento es importante porque cuanto más conductor sea el aislamiento, tanto más calor será absorbido por el conductor, que actúa como evacuador de calor, y, en consecuencia, puede utilizarse un material de revestimiento con un valor de resistencia más bajo. Se ha visto, por ejemplo para un AWG cableado n.º 2, de 15 kilovoltios, que tiene una circunferencia de 53 milímetros y que emplea una longitud de termina-



ción de 254 milímetros, que puede utilizarse un material de revestimiento con una resistencia tan baja como 10 megohmios por unidad de superficie. Si la resistencia por metro cuadrado es demasiado baja para el cable se produce un calentamiento en exceso que provoca una descarga disruptiva. Por otra parte, si la resistencia por metro cuadrado es demasiado alta, entonces la corriente capacitiva hace que el gradiente de tensión se haga suficientemente no lineal y puede resultar ionización a lo largo de la terminación. En caso de que el esfuerzo eléctrico o gradiente de tensión transversal a lo largo de la longitud de la terminación exceda del valor de ionización del cable, se emplea un revestimiento con menor resistencia por metro cuadrado. Generalmente, para los medios de terminación que caen dentro del alcance de este invento, el esfuerzo eléctrico para un cable de tensión típicamente alto deberá ser inferior a aproximadamente 1840 voltios por milímetro y, para fines de factor de seguridad, se ha visto que un esfuerzo de aproximadamente 1200 voltios por milímetro es particularmente deseable. Sin embargo, se comprenderá que, al determinar el esfuerzo eléctrico, tienen que tomarse en consideración las condiciones atmosféricas (como se ha explicado anteriormente), y, por tanto, este valor puede variar algo. En este margen, es especialmente útil un revestimiento que tenga una resistencia de aproximadamente 100 a 300 megohmios por unidad de superficie.

Para ilustrar la diferencia entre un cable que no tenga sus terminaciones protegidas y un cable con terminaciones preparadas de acuerdo con la enseñanza de este invento, se ensayaron cables coaxiales de transporte de corriente



a 15 kilovoltios y que no estaban puestos a masa. Este cable se construyó sustancialmente como se muestra en la figura 1 y se le dotó de un conductor de cobre AWG 2/0, una capa aislante de polietileno reticulado con carga mineral, una capa semiconductor con carga de negro de humo y caucho butílico, un blindaje de retorno de cinta de cobre y una envoltura de poli(cloruro de vinilo). El aislamiento tenía una circunferencia de aproximadamente 71 milímetros.

Se ensayó el cable que no tenía su longitud de terminación revestida o cubierta en el depósito de aceite como se ha explicado anteriormente, y 15 carretes de este cable mostraron un nivel medio de iniciación de ionización de 17,6 kilovoltios. En 19 carretes de cable, se aplicó en longitudes de terminación de 254 milímetros una pintura semiconductor fabricada por Micro Circuit Company y de una resistencia por unidad de superficie de 100 megohmios. Los niveles de iniciación de ionización dieron una media de 19,5 kilovoltios. Esto ilustra claramente los resultados superiores obtenidos al evitar la ionización o descarga en corona en las terminaciones, y que un cable puede ensayarse a niveles de tensión más altos en razón del invento sin que se produzca ionización en las terminaciones.

Para ilustrar aún más el invento, se prepararon 6 muestras de cable de un AWG cableado nº 2 para 15 kilovoltios de acuerdo con el invento. Los resultados de los ensayos se muestran en la siguiente tabla.

T A B L A

Valor de ionización para cable de 15 kilovoltios



	Resistencia del material de revesti- miento /me- gohmios)	Circunferencia del cable (mm).	Longitud de terminación (mm).	Valor ^{5 NOV} ionización (kilovoltios)
5	10	53	254	21,9
	30	52	254	25,0
	300	53	254	21,9
	1.000	53	254	21,9
10	3.000	53	254	21,9
	10.000	53	254	26,5

15 A los niveles de ionización indicados en la tabla anterior no se produjo ionización, lo que demostró que la ionización estaba excluida de las terminaciones. Para el ensayo utilizando un material de revestimiento de 10 megohmios por unidad de superficie, la terminación al final del ensayo estaba caliente, indicando con ello para este cable particular que se indujeron pérdidas de calor, y no sería aconsejable utilizar el revestimiento con ninguna resistencia más baja por metro cuadrado.

20 Cuando se desee, puede protegerse aún más la terminación contra larga exposición a alta tensión y otras condiciones ambientales cubriendo el revestimiento semiconductor con una película o revestimiento aislante. Esta película aislante protege el revestimiento semiconductor contra el aire y la humedad y además protege el revestimiento semiconductor contra la exfoliación. Las películas aislantes protectoras adecuadas incluyen, por ejemplo, cinta aislan-

5 NO



te eléctrica, tal como cinta de poli(cloruro de vinilo) o
cinta Irrathene o SPT o una película orgánica o resinosa,
tal como una resina epoxídica. Para ilustrar el valor de
esta realización del invento, se pintaron los terminales
5 de un cable de 15 kilovoltios, tal como el descrito en el
primer ejemplo anterior, con una pintura semiconductor que
tenía una resistencia por unidad de superficie de 100 me-
gohmios. El cable fué hecho trabajar al 150% de la tensión
nominal, dando así por resultado una tensión aplicada de
10 13 kilovoltios, y fue sometido a 3 ciclos por día con su-
ficiente corriente para elevar la temperatura del cable has-
ta aproximadamente 90°C. El cable estuvo sometido a ciclos
de carga durante 26 días y no mostró indicación de perfora-
ción del terminal debido a la ionización o descarga en co-
15 rona.

La presente solicitud que corresponde a la pre-
sentada en los Estados Unidos de América, con fecha 18 de
Enero de 1967, bajo el número 610.113 se acoge a los benefi-
cios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad
20 Industrial.

REIVINDICACIONES

25 Los puntos que como característica de novedad se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Modelo
de Utilidad en España por Veinte años, son los siguientes:

30 1º.- Un dispositivo de terminación de cable eléc-
trico para inhibir sustancialmente la ionización en los ex-



5 NO

tremos de dicho cable, que comprende una capa de aislamiento que rodea a un conductor y unos medios de protección puestos a masa y dispuestos concéntricamente sobre dicha capa de aislamiento, caracterizado por la mejora que comprende un revestimiento semiconductor que tiene una característica de corriente lineal sustancialmente dominada al aplicar tensión eléctrica sobre dicha capa de aislamiento y que se extiende en una longitud predeterminada desde y en contacto con el extremo de salida de alta tensión en cada terminal hasta dichos medios de protección para establecer contacto eléctrico con dichos medios de protección, teniendo dicho revestimiento una resistencia predeterminada por unidad de superficie suficiente para que el gradiente de tensión en la superficie de dicha longitud no exceda del valor de ionización de los terminales revestidos del cable.

2º.- Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicho revestimiento tiene una resistencia de no menos de aproximadamente 10 megohmios por unidad de superficie.

3º.- Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicha longitud predeterminada es de aproximadamente 152 a 381 milímetros.

4º.- Un dispositivo según la reivindicación 1, en el que el esfuerzo eléctrico a lo largo de dicha longitud predeterminada es inferior a 1840 voltios por milímetro.

5º.- Un dispositivo según la reivindicación 1, que incluye un revestimiento protector que cubre dicho revestimiento semiconductor.

6º.- Un dispositivo de terminación de cable eléctrico para inhibir sustancialmente la ionización en los ex



4
 5
 10
 15
 20
 25

tremos de dicho cable, que comprende una capa de aislamiento que rodea a un conductor y unos medios de protección puestos a masa y dispuestos concéntricamente sobre dicha capa de aislamiento, caracterizado por la mejora que comprende un revestimiento semiconductor sobre dicha capa de aislamiento que se extiende en una longitud de aproximadamente 152 a 381 milímetros desde el extremo de salida de alta tensión en cada terminal hasta dichos medios de protección para establecer contacto eléctrico con dichos medios de protección, teniendo dicho revestimiento una resistencia que fluctúa entre aproximadamente 100 y 300 megohmios por unidad de superficie, con lo que el esfuerzo eléctrico a lo largo de dicha longitud revestida es menor que 1840 voltios por milímetro.

7º.- Un dispositivo según la reivindicación 6, que incluye un revestimiento protector que cubre dicho revestimiento semiconductor.

8º.-Un dispositivo de terminación de cable eléctrico para inhibir sustancialmente la ionización en los extremos de dicho cable.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representando en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 5 NOV. 1969

P.A.
 Alberto de Elizaburu
 Por Poder.

13-9-69
 L.F.G.

