

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 345**

51 Int. Cl.:
H01B 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **02726705 .3**
96 Fecha de presentación: **04.04.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1573751**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2005**

54 Título: **Cable autosellante eléctrico que tiene una capa interna con aleta**

30 Prioridad:
08.05.2001 US 851475

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.08.2012

73 Titular/es:
**SOUTHWIRE COMPANY
ONE SOUTHWIRE DRIVE, P.O. BOX 1000
CARROLLTON GEORGIA 30119, US**

72 Inventor/es:
**SPRUELL, Stephen Lee;
ROBERTSON, Scott Mitchell y
WARE, John Nicholas, Jr.**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

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).

ES 2 386 345 T3

DESCRIPCIÓN

Cable autosellante eléctrico que tiene una capa interna con aleta

Antecedentes de la invención

- 5 Los cables eléctricos sólidos y trenzados aislados son bien conocidos en la técnica. De manera general los cables trenzados incluyen un conductor central trenzado con una cubierta de aislamiento de protección dispuesta alrededor del conductor.
- 10 La causa más frecuente de falla de los cables secundarios de aluminio directamente enterrados es un corte o punción en el aislamiento infligido durante o después de la instalación. Esto conduce a la corrosión del aluminio para la corriente alterna y finalmente a que se abra el circuito. Cuando se expone un conductor a un suelo húmedo, luego del daño, la corriente de escape puede fluir y originar la conversión electroquímica localizada del aluminio a óxido de aluminio hidratado y eventualmente a un circuito abierto del conductor.
- 15 En los Estados Unidos miles de estos casos ocurren anualmente y la reparación (ubicación, excavación, reparación y reemplazo) puede ser muy costosa. Como resultado de las fallas y en respuesta este problema, se introduce un sistema de aislamiento más fuerte y se convierte en un estándar de la industria. Un cable más fuerte se describe como "reforzado", y de manera general consiste de dos capas: una capa interna de polietileno de con peso de baja densidad y una capa externa de polietileno de alta densidad. Este diseño es más resistente al daño mecánico que aquel que posee polietileno de baja densidad, pero aún puede dar como resultado en una exposición del conductor de aluminio de si se involucra un impacto suficiente.
- 20 Las investigaciones muestran que la corriente de electrólisis de CA puede aproximar la rectificación de media onda cuando la densidad de la corriente es alta. Esto cuenta para la pérdida rápida de metal de aluminio frecuentemente experimentada en el campo. Una solución cáustica (pH 10-12) desarrolla la superficie de aluminio y disuelve la película de óxido protectora.
- 25 El mecanismo de la falla del cable de aluminio es la formación de óxido de aluminio hidratado. En la medida en que se forman los sólidos de óxido de aluminio, el aislamiento en la vecindad de la punción es forzado a hincharse y se divide, marcando áreas más grandes de la superficie del conductor de aluminio disponible para electrólisis, incrementando así el escape de corriente y acelerando el proceso de corrosión. La pérdida rápida de aluminio mediante electrólisis CA continúa hasta que finalmente en el cable se abre el circuito. Se crea un ambiente cáustico en el aluminio, interfaz de electrolito, que disuelve la película de óxido protectora.
- 30 Se supone que el aislamiento del tipo reforzado o resistente al abuso protege el cable del abuso físico. Aunque este ayuda con el problema, este no elimina las fallas de los cables de 600 V. Los servicios públicos han reportado recientemente que varían los números de las tasas de falla de cable de distribución enterrado de aluminio de 600 V dispersos entre 70 y 7000 por año. Las fallas se evidencian por una condición de circuito abierto acompañada por una corrosión severa del conductor de aluminio.
- 35 No se conocen todas las razones para las fallas de 600 V, pero se han postulado diversas por los usuarios del cable. Estos cables parecen experimentar un alto grado de mortalidad infantil, seguido por fallas que ocurren durante décadas. Las mortalidades infantiles están usual y directamente relacionadas con los daños causados por los servicios públicos adyacentes, el daño infligido por la jardinería y la plantación, o el daño a los cables antes de o durante la instalación. Las fallas que ocurren años más tarde son más difíciles de explicar. Ha habido propuestas por daños de rayos, defectos de elaboración, o degradación del aislamiento durante la vida de la instalación.
- 40 Con el fin de entender mejor las características de aislamiento, se conducen estudios de las fallas de la CA y las fallas de impulso de la CD. Los estudios de las fallas de la CA en diferentes cables muestran un alto margen de seguridad del desempeño. Cada uno de estos cables tiene un grosor en la pared de 0.080 pulgadas. Se conducen pruebas en conductos rellenos de agua. La resistencia a la falla en la CA de todos estos cables está consistentemente por encima de los 20 kV, lejos de la tensión de operación.
- 45 Se han efectuado también estudios de falla de impulso en diversas construcciones con cables de 600 V que tienen diferentes formulaciones de aislamiento. El nivel de la falla de impulso de estos cables es de aproximadamente 150 kV. Esto excede los requisitos BIL de un sistema de cable de 15 kV y debe exceder buen los impulsos en los cables secundarios de 600 V durante la operación.
- 50 Se miden los márgenes anteriores del desempeño eléctrico en los nuevos cables. ellos están muy por encima de lo que se requiere para operar un sistema de 600 en razón a que la mayoría de estos cables operan a 120 V a tierra. Una de estas pruebas durante el desarrollo del compuesto y del producto es una prueba de resistencia de aislamiento de largo plazo efectuada en agua a una temperatura operativa calificada del aislamiento. Para los cables de polietileno entrecruzados la temperatura del agua es de 90° C. La resistencia del aislamiento debe demostrar la estabilidad y estar por encima de los valores mínimos para un mínimo de doce semanas. Si hay inestabilidad indicada, la prueba se continúa de manera indefinida. La permisividad relativa se mide a 80 v/mil y debe cumplir
- 55

valores específicos. El incremento en la capacitancia y el factor de disipación también se miden en agua a 90° C durante un periodo de 14 días. Los compuestos del aislamiento utilizados en los cables de hoy en día cumplen fácilmente estos requisitos.

Los efectos de elaboración del aislamiento del cable se encuentran durante la producción mediante cualquiera de los dos métodos. Durante el proceso de extrusión, el cable se envía a través de un probador de chispa, donde se aplica CD de 28 kV, o CA de 17kV, a la superficie de aislamiento. Cualquier efecto de elaboración que de como resultado un hueco en el aislamiento iniciará una descarga, que se detecta mediante el probador de chispa. La mayoría de los fabricantes utilizan este método. Otra prueba que también se emplea a menudo es una prueba de inmersión en agua de un carrete completo. En esta prueba se aplica CD de 21 kV, o CA de 7 kV AC al cable después de inmersión durante 1 hora o 6 horas, dependiendo de si el cable es un montaje plexado o un conductor único, respectivamente. Los voltajes presentes utilizados para estas pruebas dependen del grosor de la pared. Los valores anteriores son para una pared de 0.080 pulgadas.

Las pruebas anteriores han demostrado el desempeño eléctrico que es estable y que sobrepasa de lejos los requisitos del aislamiento para los cables de 600 V. Esto no explica una falla de cable súbita después de muchos años de operación. Tal falla súbita se puede explicar mediante un mejor entendimiento del mecanismo de la falla en la corrosión del aluminio en la presencia de una corriente de escape alterna que es una combinación de dos diferentes mecanismos. El aluminio normalmente logra una gran protección contra la corrosión mediante una capa de barrera relativamente delgada del óxido de aluminio, y una capa con masa permeable del óxido. Sin embargo, los defectos o grietas existen en estas capas, las cuales le suministran un punto para que la reacción de corrosión inicie. El metal en contacto con el agua experimenta un ciclo anódico (iones positivos que se mueven hacia la solución) y catódico, sesenta veces por segundo.

Durante el ciclo medio anódico de la corriente de escape, los iones de aluminio dejan la superficie metálica a través de estos defectos y se combinan con los iones hidroxilo en el agua que circunda el cable. Esta reacción da como resultado la picadura del metal y la formación de hidróxido de aluminio, la evidencia del polvo blanco en los cables corroídos. También ocurre otra reacción importante, los iones de hidroxilo se atraen hacia la superficie metálica durante este ciclo medio, que incrementa el pH, provocando un deterioro cáustico de la capa de óxido, exponiendo adicionalmente más aluminio.

Durante el ciclo medio catódico ocurre otra reacción. Los iones de hidrógeno se impulsan a la superficie de aluminio. En lugar de neutralizar la concentración hidroxilo cáustica, los iones de hidrógeno se combinan y forman gas de hidrógeno, que deja el cable. El vaciamiento del hidrógeno tiene el efecto de concentrar adicionalmente los iones hidroxilo cáusticos, incrementando así el deterioro de la superficie de óxido. No ocurre ninguna picadura durante este ciclo medio en razón a que los iones de aluminio son atraídos al metal. Se desarrolla la solución cáustica, se evapora el hidrógeno, tiene lugar la picadura del aluminio, y se forma hidróxido de aluminio durante esta reacción.

Es necesaria una densidad de corriente crítica para sostener la reacción de corrosión. Por debajo de esta densidad de corriente la corrosión será muy ligera, o casi imperceptible. Una vez que la densidad de la corriente es suficientemente alta, la reacción puede ser rápida. La densidad de corriente necesaria está por debajo de 1mA/pulgadas². La densidad de corriente de un cable 600 V dañado está influenciada por el voltaje, resistencia de escape, y el área del metal expuesto. Las variables que afectan esto pueden incluir el humedecimiento del suelo, la química del suelo, el grado del daño, etc.

Los cables más fuertes en el mercado hoy no siempre soportan los rigores del manejo, la instalación, y la operación. Y el aluminio expuesto lentamente se deteriorará. La solución, entonces, es encontrar una forma para evitar de una manera económica el proceso de corrosión.

Se han realizado intentos por evitar el ingreso de humedad al introducir un sellante entre los hilos del conductor y entre el conductor y el aislamiento. Ver las Patentes estadounidenses Nos. 3,943,271 y 4,130,450. Sin embargo, se ha encontrado que la simple introducción de un sellante en tales espacios no es completamente satisfactoria. Los intentos para evitar que la humedad alcance el conductor, tal como utilizar un material hinchable en el agua, no han tenido un éxito técnico y/o económico. Por ejemplo, se pueden formar vacíos en el sellante durante la aplicación de este o se pueden formar si el cable es accidentalmente punzado. Cualquiera de tales espacios o vacíos forman sitios para el ingreso de la humedad que puede conducir a la corrosión del conductor y los sellantes convencionales utilizados en los cables no pueden eliminar tales vacíos.

Un intento de la técnica anterior al minimizar el flujo de de humedad o agua entre los espacios intersticiales de un conductor trenzado que llega en la forma de conductores trenzados o compactados. El conductor trenzado en sí mismo fue radialmente aplastado con el fin de reducir el diámetro del conductor y llenar el espaciado intersticial con metal proveniente de los alambres individuales mismos. El inconveniente con este método es que aunque tiene lugar alguna deformación de los alambres individuales, y se llenan algunos de los espaciados intersticiales, existe aún la posibilidad de un daño en el aislamiento del cable a través del cual puede ingresar la humedad al cable y hacer contacto con el conductor.

- Otro intento para corregir la humedad que fluye dentro del espacio intersticial consiste de rellenar el espacio intersticial con una sustancia extraña que evita típicamente el flujo de la humedad o el agua dentro de la estructura del conductor. Estas sustancias típicamente comprenden algún tipo de base gelatinosa y de material de relleno de polietileno. A temperaturas ligeramente elevadas, este compuesto se vuelve fluido y viscoso y se puede aplicar en la medida en que se forma el conductor. Los alambres individuales utilizados para formar el conductor se cargan en una boquilla de extrusión donde el compuesto para bloqueo de humedad se extrude sobre y alrededor de cada alambre individual y, en la medida en que los alambres son trenzados en el conductor, el espacio intersticial se rellena con el material en forma de gelatina. Luego del enfriamiento, el relleno se vuelve muy estable e inmóvil y no fluye hacia afuera de los espacios intersticiales del conductor trenzado. Una vez que se aplica el compuesto dentro de los espacios intersticiales del conductor trenzado, este tiende a permanecer en su lugar. Los problemas encontrados al aplicar tal sustancia de relleno giran alrededor preciso de la medición del material hacia los espacios intersticiales en la medida que el conductor trenzado se está formando. Si se extrude demasiado material en el conductor, el aislamiento externo no se ajustará adecuadamente. Si se aplica muy poco material los espacios intersticiales no se rellenarán y por lo tanto se permitirá que más humedad fluya dentro del conductor.
- Otro inconveniente para este método de aplicar un material de bloqueo de la humedad es que se requieren la cabeza de extrusión y una bomba de extrusión para cada capa individual de alambres utilizados para formar el conductor. Los problemas descritos anteriormente con relación a la regulación del volumen del material aplicado a través de una cabeza de extrusión se multiplican cada vez que una bomba de extrusión adicional y una cabeza de extrusión se requieren dentro del sistema de elaboración del conductor. Los esfuerzos de la técnica anterior para elaborar un conductor aceptable que bloquee la humedad giran alrededor de métodos para aplicación más uniforme del material de bloqueo de la humedad al conductor, pero no resuelven los problemas creados por el manejo y el daño de la instalación.
- Las aplicaciones de material para bloqueo de humedad al espaciamiento de los conductores de la capa concéntrica se conoce dentro de la industria, esto se puede encontrar dentro de las patentes de Estados Unidos numeradas 3,607,487; 3,889,455; 4,105,485; 4,129,466; 4,435,613; 4,563,540; y 4,273,597.
- La Patente Estadounidense 4,273,597 muestra un método para trenzar rellenando el espaciamiento intersticial de un conductor con un polvo. Esto se logra al pasar las hebras a través de un lecho de polvo fluidizado, donde el espaciamiento intersticial se llena con el polvo. El conductor trenzado sales entonces por el lado opuesto del lecho donde se aplica una capa aislante que evita que el polvo vacíe el espaciamiento intersticial del conductor.
- La Patente Estadounidense 4,563,540 describe un conductor que se construye al inundar con un material a prueba de agua entre los conductores individuales que conforman el núcleo del conductor trenzado. Este núcleo inundado luego se envuelve con una pluralidad de diferentes capas de material de revestimiento que evita el influjo de la humedad en el conductor trenzado.
- La Patente Estadounidense 4,435,613 describe un conductor construido de una pluralidad de capas de material aislante con el núcleo (o porción de conductor) del conductor que está lleno con una capa aislante de polietileno. Esta capa de polietileno está contenida por otros compuestos de caucho u plástico y epoxi que producen un conductor que tiene una construcción a prueba de agua.
- La Patente Estadounidense 4,129,466 trata con un método para la aplicación del medio de relleno que se aplica a un conductor trenzado. Este método comprende una cámara en la cual se pasan alambres individuales que se utilizarán para formar el conductor trenzado. Estos alambres tienen medio de relleno aplicado a ellos en la cámara. Después de la aplicación este medio de relleno, se pasa el conductor a través de una cámara de enfriamiento donde el medio de relleno se enfría y se le permite solidificarse dentro e los espacios intersticiales. Este método requiere que la cámara que contiene el medio de relleno y el conductor trenzado se caliente y se presurice. El calor aplicado a la cámara reduce la viscosidad del material de relleno, mientras que la presión asegura la introducción del material e los espacios intersticiales del conductor trenzado.
- La Patente Estadounidense 4,105,485 trata con el aparato utilizado en la patente del método'466 previamente discutida.
- La Patente Estadounidense 3,889,455 describe un método y aparato para rellenar el espaciamiento intersticial del conductor trenzado en un tanque de inundación a alta temperatura. Los alambres individuales se cargan en un tanque que contiene el material de relleno el material se ha calentado para permitirle volverse menos viscoso. Los alambres individuales se trenzan y se cierran dentro de los confines del tanque de inundación y el conductor terminado que se retira del extremo opuesto del tanque de inundación donde se pasa a través de unos medios de enfriamiento. Las desventajas experimentadas aquí involucran la práctica de trenzar el conductor por debajo de de la superficie de un grupo de bloque de humedad de temperatura elevada. Ningún acceso sea visual o mecánico, al proceso de manufactura del conductor es práctico.
- La Patente Estadounidense 3,607,487 describe un método por medio del cual hebras de alambre individuales se alimentan en un tanque de inundación que se suministra con material de relleno caliente mediante una bomba y unos medios de inyección. El conductor trenzado se retira a través del extremo opuesto del tanque de inundación, se

limpia en una boquilla de limpieza, se envuelve en un envoltorio de núcleo y luego se pasa a través de un aglutinante donde se une. El núcleo envuelto, unido luego se pasa a través de un enfriador que consolida el material de relleno. Se repite el proceso descrito anteriormente a través de otro tanque de inundación, otro enfriador, otra máquina de unión, otro tanque de inundación, otro extrusor, otra artesa de enfriamiento, y se retira eventualmente del extremo de de la línea de fabricación como un producto que tiene una pluralidad de capas del compuesto de bloque de humedad que protege el núcleo del conductor. Las desventajas aquí comprenden una línea de fabricación compleja por medio de la cual el material que bloquea la humedad se aplica en muchas diferentes ubicaciones, que tiene cada una que ser meticulosamente monitoreada y controlada con el fin de que se obtenga una construcción del conductor adecuada.

10 La FR-A- 2384336 también muestra el estado de la técnica.

Se puede ver fácilmente a partir se los métodos y aparatos referenciados anteriormente que se conocen los conductores que bloquean la humedad y también se puede reconocer que son problemas principales que se relacionan con la eliminación de la humedad que hace contacto con el conductor como el resultado del manejo y la instalación de un cable.

15 Breve resumen de la invención

La presente invención se relaciona con mejoras en los cables sólidos aislados y trenzados. Se proporciona un cable eléctrico y un método para elaborar el cable eléctrico en el cual una pluralidad de conductores aislados tienen una capa protectora interna extrudida alrededor de esta, la capa protectora interna tiene una superficie estriada o con aletas que incluye una pluralidad de costillas o aletas que se extienden longitudinalmente que están por lo menos parcialmente rellenas con un sellante y una capa de aislamiento externa formada alrededor de esta, toda aplicada al conductor como un flujo multicapa combinado. La capa interna puede ser de polietileno, pvc, u otro material plástico adecuado. La capa interna se puede entrecruzar mientras que esta se aplica o se entrecruza en tanda después de que se aplica. Se aplica el sellante utilizando un sistema de bombeo fundido en caliente. Los métodos conocidos para bombear sellante, aplicar sellante, y encolar la capa de sellante se pueden utilizar dependiendo de los requisitos del proceso y del producto. El sellante se puede aplicar en un amplio rango de temperaturas. Se obtienen buenos resultados al aplicar el sellante por encima de una presión de aproximadamente 600 a aproximadamente 3000 psi y preferiblemente de aproximadamente 600 a aproximadamente 1200 psi y por encima de aproximadamente 100 grados Fahrenheit. La capa externa puede ser polietileno, pvc u otro material plástico adecuado. La capa externa se puede entrecruzar mientras que se va a aplicar o posteriormente en un proceso en tanda.

En el presente proceso de elaboración, el conductor se carga en una cabeza que consiste de una zona de flujo multicapa única. El material de la capa interna, el material de capa sellante y el material de capa de encapsulamiento externa se mezclan en la cabeza y se aplican en una zona única. Este proceso requiere control cercano del sellante y proporciones de flujo de material externo y temperaturas.

35 En una realización de la invención, durante la elaboración del cable autosellante, el material que suministra el cable con punción, grieta y propiedades autosellantes de vacío se incluyen entre las costillas o aletas y el aislamiento externo. Las regiones del canal se rellenan al menos parcialmente con el material que fluiría hacia el vacío, punción, o grieta formada en el aislamiento, evitando así la migración de la humedad. El material autosellante está presente en las regiones del canal entre las costillas o aletas y el aislamiento externo, por lo tanto el material autosellante no hace contacto con el conductor.

Breve descripción de los dibujos

Los objetos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la misma en conjunto con los dibujos que la acompañan en los que:

45 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un cable de la invención que muestra un conductor trenzado, la capa interna con aletas que rodea el conductor, el aislamiento, y el área entre las aletas que contiene el material que suministra el efecto autosellante;

La Figura 2 es una vista de extremo de la realización del cable mostrado en la Figura 1;

La Figura 3 es una vista lateral del cable mostrado en la Figura 1;

La Figura 12 es una vista lateral en corte de una cabeza de extrusión de flujo multicapa de la presente invención; y

50 La Figura 13 es una vista de extremo de una realización del cable de la presente invención.

Descripción detalla de la invención

Aunque los principios de la presente invención son aplicables a diferentes tipos de cables eléctricos, la invención se describirá en relación con una estructura de cable conocida, tal como un cable de 600 voltios, que normalmente comprende, como un mínimo:

5 (1) Un conductor central de alambres trenzados de un metal de buena conductividad tal como cobre, aluminio, aleaciones de cobre o aleaciones de aluminio; y

(2) Una capa de aislamiento alrededor de los conductores trenzados que se han extrudido sobre esta.

Se utilizan los mismos números para elementos similares en todas las figuras para claridad.

10 La Figura 1 muestra un cable 11 que comprende un conductor 12 de alambres trenzados de cobre o aluminio o aleaciones de los mismos. Una capa interna 14 circunda el cable 11 y tiene una pluralidad de aletas o costillas que se extienden longitudinalmente 15 entre las cuales se extiende pluralidad de regiones del canal 16. Una capa 10 de material que suministra el efecto autosellante regiones de canal por lo menos parcialmente rellenas 16 entre las costillas 15, la capa interna 14, y una cubierta de aislamiento externo 13. La cubierta de aislamiento 13 es de un material conocido y es preferiblemente un material polimérico extrudido.

15 El material preferido 10 comprende un polímero que se puede bombear fácilmente a temperaturas por lo menos tan bajas como 25° C. Preferiblemente, el polímero será un polímero de bajo peso molecular tal como un isómero de bajo peso molecular. Otros materiales, o combinaciones de materiales, con o sin tales polímeros que tienen tales características también pueden ser útiles en la presente invención. Un polímero que se ha encontrado particularmente adecuado es poliisobuteno.

20 El polímero preferido de la presente invención tiene una muy poca dureza o no significativa Shore A. Una prueba para determinar si o no el polímero tiene propiedades aceptables es la Prueba del Penetrómetro incorporada en la Penetración ASTM D5 de Materiales Bituminosos. El valor de penetración de la aguja de 100 gramos a 25° C debe ser mayor de aproximadamente 1 centésima de un milímetro.

El material utilizado para suministrar el efecto autosellante al cable eléctrico de la presente invención tiene las siguientes propiedades:

25 (a) El material es sustancialmente insoluble en agua;

(b) El material es un dieléctrico, es decir, no es conductor y no es semi-conductor,

(c) El material hace que cable sea autosellante, es decir, este fluirá a temperatura ambiente, hacia los vacíos del aislamiento y/o las grietas y evitará el contacto entre el conductor y la humedad que puede originar la falla del cable; y

30 (d) El material no absorbe la humedad o se infla en contacto con la humedad.

En la realización preferida de la presente invención, el material utilizado para por lo menos rellenar parcialmente las regiones del canal 16 es un compuesto de un isómero de bajo peso molecular o un copolímero de bajo peso molecular de un isómero. Preferiblemente, el material es poliisobuteno. De manera ventajosa existe poca o ninguna presencia de aire entre las regiones del canal 16 y la cubierta de aislamiento 13.

35 El material de la presente invención puede contener opcionalmente un material de relleno, pero está esencialmente libre de cualesquier solventes o aceites.

El cable 11 descrito en relación con la Figura 1 se puede utilizar sin las capas adicionales que rodean la cubierta de aislamiento 13.

40 También, en otras realizaciones de la presente invención descritas aquí, el conductor y las capas de aislamiento pueden ser las mismas como aquellas descritas en relación con la Figura 1.

El cable 11 ilustrado en la Figura 2 es una vista final del cable ilustrado en la Figura 1.

La Figura 3 es una vista lateral del cable 11 mostrado en la Figura 1 e ilustra las regiones del canal 16 y las costillas o aletas 15.

45 La Figura 12 es una vista lateral en corte de la cabeza de extrusión de multi-capas de la presente invención que muestra el flujo de la capa externa 13, la capa sellante 10 y la capa interna 14 y la formación de la multicapa de la misma sobre el conductor 12.

La Figura 13 es una vista de extremo de una realización del cable de la presente invención similar a la Figura 2, pero que muestra las regiones del canal 16 teniendo esquinas curvadas o radios en lugar de las esquinas anguladas que se muestran en la Figura 2. En la Figura 2 los ángulos de las esquinas de cada región de canal 16 pueden ser

iguales o diferentes. De forma similar las esquinas curvadas 17 de cada región de canal 16 mostradas en la Figura 13 pueden tener el mismo o diferente radio.

- 5 Puede variar la proporción de la altura de las aletas 15 al ancho de las regiones del canal 16. De manera ventajosa, la proporción de altura a ancho varía de aproximadamente 0.1 a aproximadamente 2.00. Preferiblemente la proporción de altura a ancho varía de aproximadamente 0.25 a aproximadamente 1.00. Las aletas no tienen que estar igualmente espaciadas pero es de manera general deseable que las aletas estén igualmente espaciadas para lograr una distribución igual del medio que está en las regiones del canal 16 y para mejorar la concentricidad del cable. El número de aletas puede variar desde un mínimo de 2 hasta cualquier número práctico que se requiera con base en el tamaño del cable, necesidades estructurales del cable, el material que se utiliza en las regiones del canal, la tasa de suministro necesaria si es aplicable para el material, o el tamaño físico de material que se va a suministrar. El grosor base de las aletas no debe ser menor de aproximadamente 10 por ciento del ancho de las aletas. El grosor base puede variar con base en los requerimientos de grosor de especificaciones industriales, las necesidades estructurales del cable, u otras necesidades específicas del cable.
- 10
- 15 El mecanismo de retención entre la cubierta de encapsulamiento o aislamiento externa y la capa con aletas interna es de manera ventajosa un enlace polimérico entre la capa externa 13 las aletas 15, y la capa interna 14. El enlace polimérico debe constituir una unión de por lo menos 50% del área de la superficie expuesta de las aletas 15, es decir, la porción superior de las aletas que entra en contacto con la superficie interior de la capa extendida externa 13. Se pueden intersectar la porción superior de las aletas o contactar la capa extendida externa 13, puede traslaparse con la capa 13 como se muestra en la Figura 2, o el material de capa 13 puede formar una porción de aletas 15.
- 20
- Se pueden suministrar materiales en las regiones del canal además de los materiales sellantes son fibra óptica, fluidos de transferencia de calor para mejorar las propiedades de transferencia de calor del cable, otros materiales deseables que suministrarían una propiedad benéfica del cable o el uso del cable como un mensajero para conectar un punto inicial y/o de extremo.
- 25
- Los materiales más deseables para uso como la capa interna 14, aletas 15, y capa de encapsulamiento externa 13 son plásticos que pueden ser termoconsolidados no termoplásticos. Se pueden utilizar los materiales plásticos conocidos con el fin de lograr las propiedades deseadas del cable. La capa interna 14, las aletas 15, y capa externa 13 pueden ser de materiales diferentes o iguales dependiendo de las características del cable deseadas.
- 30
- Ventajosamente el material de la aleta 15 es el mismo que cualquier material de la capa interna 14 o material capa externa 13. Donde los materiales de la capa interna 14 y la capa externa 13 son diferentes, las aletas 15 pueden comprender de 0 a 100 por ciento de cualquier material. Preferiblemente las aletas 15 se forman al bloquear parcialmente el flujo del material de capa 10 en la medida en que el (los) material(es) fluyan a través de la cabeza de extrusión 20.
- 35
- Los colores de la capa interna 14, las aletas 15, y los materiales de la capa externa 13 pueden ser iguales o pueden diferir. Se pueden utilizar diferentes colores para permitir la identificación más fácil del producto en el campo o para otras propiedades deseables del cable. Las aletas o las costillas pueden ser rectas, pueden ser espiralazas, o pueden oscilar alrededor del eje del cable, o pueden formar diferentes patrones dependiendo de las características deseadas del cable u la eficiencia y fluidez del material sellante utilizado.
- 40
- Opcionalmente se puede aplicar un flujo de material ramificado al conductor antes de que se aplique el flujo multicapa combinado. Este se puede utilizar cuando se desea rellenar los intersticios del conductor para suministrar una superficie de cable más suave.
- 45
- Se debe entender que las realizaciones adicionales pueden incluir capas adicionales del material protector entre el conductor y la cubierta de aislamiento como capas adicionales entre el conductor y el material autosellante y/o entre el material autosellante y la capa externa, que incluye una barrera para el agua adicional de una lámina o película de polímero, en cuyo caso no es esencial que la cubierta incluya herméticamente las capas entre ésta o ingrese en los espacios entre los alambres y los materiales protectores, es decir, el tamaño interno de la cubierta puede ser esencialmente igual al tamaño externo de los elementos alargados de tal manera que se evite la compresión de los elementos alargados, y de esta manera, la indentación de las capas entre estas que incluye el aislamiento.
- 50
- El cable de la presente invención es de particular ventaja porque no solo hace que el material rellene el espacio entre la capa interna y el aislamiento en la medida en que se elabora el cable, sino que después que el cable se coloca en servicio el material fluirá hacia cualquier corte o punción formada como resultado del daño durante el manejo y el aislamiento del cable y su uso en servicio. Las tensiones puestas sobre el conductor y el aislamiento durante el manejo e instalación del cable, tal como el doblamiento, tensión, encarretamiento o desencarretamiento, impacto y escalamiento y el equipo de instalación pueden formar cortes o punciones en el aislamiento y entre el aislamiento y el conductor. Tales cortes o punciones también se pueden formar después de que el cable se ha colocado en servicio como resultado del daño de los servicios públicos adcentes, propietarios de para guiar al blanco, o golpes de rayos.
- 55

El cable de la presente invención puede suministrar un servicio aceptable aún después que el aislamiento se ha cortado o punzado, exponiendo el conductor. Con el fin de determinar la eficiencia del cable de la presente invención se construyeron defectos en la capa de aislamiento de las dos muestras de cable de V. Sobre una de las muestras de cable, se aplica una capa de polímero de poliisobuteno de acuerdo con la presente invención. la otra muestra de cable no tiene una capa de poliisobuteno. Se colocan ambas muestras de cable dentro de beakers de vidrio de 1 litro separados que contienen agua corriente. Cada muestra de cable se energiza con 110V a tierra con corriente CA. La muestra que no tiene una capa de poliisobuteno exhibe una corrosión severa durante la noche. La muestra que contiene la capa de poliisobuteno no exhibe corrosión después de ser energizada y se sumerge durante 4 semanas en agua corriente en el beaker de vidrio.

EJEMPLO 1

Esta prueba se diseña para evaluar el desempeño del cable enterrado de 600 V autosellante de la presente invención. el programa de prueba se modela después de un procedimiento previamente desarrollado para evaluar los diseños del cable autosellante o autorreparante.

Para conducir la prueba se colocan cables en un suelo húmedo especialmente mezclado. Los cables luego se energizan con 120 V de ca a tierra. Se hacen mediciones que incluyen cambios en la corriente de escape a tierra y la resistencia del conductor del cable. También se monitorea la temperatura de cada cable cerca al punto de daño.

Se evalúan cuatro réplicas de muestra de control y ocho muestras autosellantes. Todas las cuatro muestras de control no pasaron la prueba relativamente temprano en este programa de prueba. Todas las ocho muestras autosellantes se desarrollan bien sin un incremento significativo de la resistencia del conductor y valores bajos en la corriente de escape a través del periodo de prueba de 60 días.

Se probaron cables enterrados para 600 voltios convencionales y autosellantes con un conductor de aluminio unicaza de combinación 2/0 AWG en longitudes de 10 pies.

El suelo utilizado en la prueba es una mezcla de arena Ottawa, Bentonita Wyoming y fertilizante. La combinación de los tres materiales suministra un suelo tipo areno lodoso que es muy conductor. La arena sirve como la estructura de suelo básica mientras que el lodo suministra pequeñas partículas que pueden trabajar a su manera en las áreas dañadas del cable. El lodo también ayuda a mantener el agua homogéneamente dispersa a través del suelo. El fertilizante mejora la conductividad del suelo y puede mejorar la corrosión también. La meta es lograr una resistividad eléctrica del suelo de <50 ohmmetros.

Se utiliza agua corriente para lograr un contenido de humedad cercana a la saturación. Esta combinación de materiales del suelo suministra una condición en el peor de los casos para la corrosión ca del conductor de aluminio en cables enterrados de 600 V y también se repite de laboratorio a otro laboratorio.

La mezcla del suelo es:

100 libras de Arena Ottawa

3.33 libras de Bentonita

23.33 libras de Agua Corriente

1.26 libras de Fertilizante de plantas Peters 20-20-20 (se mezcla con el agua antes de ser agregado a los ingredientes de arena y arcilla)

La cantidad de agua agregada alcanza unas condiciones cercanas a la saturación. La densidad de humedad es aproximadamente 127 libras/pies.

La caja de envejecimiento se hace de madera y se recubre internamente con polietileno para mantener la humedad. Las dimensiones internas aproximadas son 6.5 pies de largo por 1.3 pies de ancho por 1 pie de alto. Un electrodo amplio a tierra con cinta de cobre cubre el fondo y los lados de la caja sobre la parte superior del polietileno. Un alambre conecta este electrodo a tierra.

Después de que el suelo húmedo se empaca en el fondo de la caja (aproximadamente 6 pulgadas), se instalan cuatro muestras de control y ocho muestras autosellantes, aproximadamente con seis pulgadas de separación. Las dos muestras ajustadas son:

Muestras 1-4: alambre convencional de 600 V UD (muestras de control) todas en un daño de ranura en el centro de la muestra

Muestras 5-12: cable autosellante – todas con daño de ranura cerca al centro de la muestra

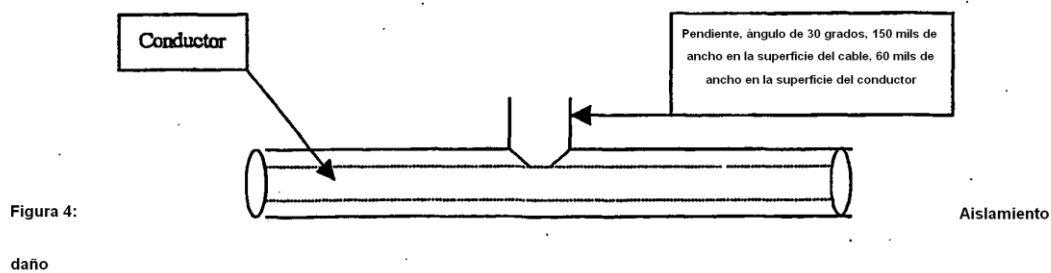
Inmediatamente antes que se coloquen las muestras en la caja, ellas dañaron el conductor. Se utiliza una condición de daño. Esta consiste de un corte ranura en el aislamiento por debajo del conductor, perpendicular al eje del cable.

Se utiliza un cuchillo de afeitar y una guía de ángulo para controlar el tamaño de la ranura. El tamaño y la forma de la ubicación del daño se muestran en la Figura 4. Se escalonan las ubicaciones del daño de tal manera que no están adyacentes una a la otra.

5 Las muestras autosellantes de 10 pies de largo se dañan primero en la mitad. Después de 5 minutos, se colocan en la caja con el daño enfrentado hacia arriba. Luego se cubren con tierra.

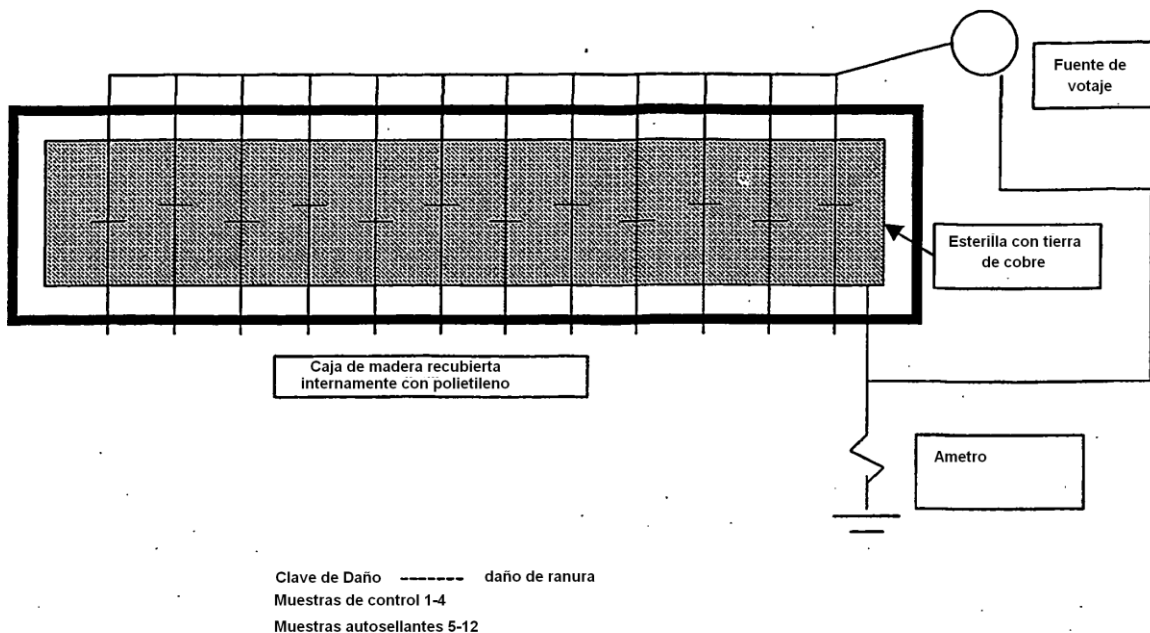
Las muestras de control son inicialmente de 2.5-pies de largo. Ellas también se dañan en la mitad, luego se instalan en la caja. No hay periodo de espera antes que se cubran con tierra.

10 Como se instala cada muestra, una termocupla tipo T con un glóbulo soldado se une a la superficie del cable, aproximadamente a una pulgada de la ubicación del daño. Una vez se instalan todas las muestras, se compacta el suelo. Después de 24 horas, se cortan los extremos de las muestras autosellantes de tal manera que ellas tienen las mismas longitudes de las muestras de control. El diseño de la prueba se muestra en la Figura 5.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Figura 5: Diseño de muestra en la caja rellena con suelo



Después que se completa la instalación, se cubre el suelo con polietileno para minimizar la evaporación del agua desde el suelo. Se aplica ca de 120 V continuamente a todos los conductores de muestra. El suelo se pone a tierra por vía de una esterilla a tierra que cubre el tanque. La recolección de los datos es como sigue:

- 5 1) Mediciones (Medido inicialmente, luego diariamente durante los 5 primeros días de trabajo, luego el lunes, miércoles y viernes de cada semana posteriormente).
 - a) Resistencia del conductor, cada muestra individualmente - Biddle DLRO, CQ # 1010 (Precisión esperada: $\pm 3\%$ de la lectura)
 - b) Escape a tierra @ 120 V, cada muestra individualmente - Fluke 87, CN 4007 (Precisión esperada: $\pm 3\%$ de la lectura)
 - 10 c) Temperatura de superficie de muestra - Yokagawa DC 100, CN 4015 (Precisión esperada: ± 2 grados C)
- 2) La prueba se ejecuta durante 91 días. Cuando ocurre degradación significativa sobre una muestra, esta se desconecta de la fuente de voltaje. La degradación significativa se define como:
 - a) Varios días con una corriente de escape mayor de 1 amp en una muestra individual
 - b) Resistencia del conductor en una muestra individual 10 veces mayor de la resistencia de inicio
 - 15 3) Se mide la resistividad eléctrica del suelo final y el contenido de humedad cuando se completa la prueba
 - 4) Se registran todas las mediciones y se grafican los datos de resistencia, escape y temperatura utilizando una hoja de cálculo de Excel
- 20 Durante los primeros 26 días de la prueba la resistencia del conductor y la corriente de escape en el suelo se incrementaron significativamente en todas las cuatro muestras de control. Se retiran cada una de la prueba (desconectadas del voltaje) en la medida en que la resistencia del conductor excede 1,000 micro-ohms.
- La resistencia del conductor y la corriente de escape al suelo para las ocho muestras autosellantes no cambia significativamente durante la prueba.
- 25 Se mide la resistividad eléctrica del suelo al final de la prueba al colocar una muestra del suelo en un tubo de PVC de 17 pulgadas de largo, 2 pulgadas de diámetro interno. Este se empaca a la misma densidad utilizada en el tanque de prueba. Se presionan electrodos de placa de cobre de dos pulgadas contra el suelo en cada extremo del tubo. Se aplica ca de 120 voltios a través de los electrodos y se mide la corriente resultante. Se utilizan la corriente y el voltaje para calcular la resistencia de la muestra, la cual luego se convierte para resistividad.
- 30 Se mide el contenido de humedad y la densidad al inicio y al final de la prueba. Para hacer la medición, se toma una muestra de suelo utilizando un tubo shelby de metal de 1/30 pies cúbicos. La muestra luego horneada hasta secado para calcular la humedad y la densidad. Se utilizan los pesos medidos para calcular el contenido de humedad.
- Se resumen las mediciones de resistividad, humedad y densidad en la Tabla 1.

Tabla 1			
Tiempo de medición	Resistividad Eléctrica (ohm-metros)	Contenido de humedad (% por peso)	Densidad de humedad (libras/pies ³)
Inicial	4.3	Cerca a saturación	126
Final	5.1	15.8	126

- 35 Las mediciones de resistencia de aislamiento, resistencia del conductor y temperatura de la muestra realizadas durante la prueba se muestran en las Figuras 6-8. Las muestras se identifican como S1, S2, S3, etc. Las primeras cuatro son control, las ocho restantes son autosellantes. Adicionalmente, C = Control, SS = Autosellante.

Durante los periodos de corriente con relativamente alto escape sobre las muestras de control la temperatura de estas muestras también son relativamente altas. Se muestran fotografías de las muestras bajo prueba en las Figuras 5, 6 y 7. A partir de las fotografías es obvio que las muestras de control experimentan corrosión significativa mientras que las muestras autosellantes no experimentan corrosión notable.

EJEMPLO 2

Se corre una prueba de carga cíclica sobre el cable con aletas de la presente invención y se compara con los cables técnica anterior sin aletas similares. Se prueban muestras de 50 pies. Las muestras tienen una temperatura de conductor de 50 ° C y se ciclizan en 8 horas un día y apagadas 16 horas, 7 días a la semana. Los cables se terminan con un conector mecánico. No se utiliza sello de ducto, cinta de enmascarar, cinta eléctrica, o similares. Las partes superiores de las muestras están aproximadamente 11 pies por encima del piso. Las muestras gradualmente se inclinan hacia el piso.

Muestra 1 (Invención)			
Semanas de Envejecimiento	Retroencogimiento en la parte superior	Retroencogimiento en la parte inferior	Retroencogimiento total (pulgadas)
Inicial	.0000	.0000	.0000
1	3035	1510	4545

Muestra 2 (Invención)			
Semanas de Envejecimiento	Retroencogimiento en la parte Superior	Retroencogimiento en la parte Inferior	Retroencogimiento Total (pulgadas)
Inicial	.0000	.0000	.0000
1	.1385	.1880	.3265

ES 2 386 345 T3

Muestra 1 - Telado (Técnica Anterior)			
Semanas de Envejecimiento	Retroencogimiento en la Parte Superior	Retroencogimiento en la Parte Inferior	Retroencogimiento Total (pulgadas)
Inicial	.8450	.2220	1.0670
1	4.6375	1.2010	5.8385
2	5.5390	.8220	6.3610
3	5.9350	.6735	6.6085
4	6.1110	.6150	6.7260
5	5.9065	.5850	6.4915
6	6.3725	.6020	6.9745
7	6.2960	.7320	7.0280
8	6.4500	.5340	6.9840
9	6.6855	.4350	7.1205

Muestra 2 - Sello del Ducto (Técnica anterior)			
Semanas de Envejecimiento	Retroencogimiento en la Parte Superior	Retroencogimiento en la Parte Inferior	Retroencogimiento Total (pulgadas)
Inicial	.2205	.2555	0.4760
1	3.1345	2.7980	5.9325
2	3.7155	2.7255	6.4410
3	4.7570	2.0195	6.7765
4	5.1600	1.5315	6.6915
5	5.4965	1.2150	6.7115
6	5.7300	1.1115	6.8415
7	5.6915	1.2420	6.9335
8	6.0065	1.0395	7.0460
9	6.1285	.8860	7.0145

Muestra 3 -Cinta de Enmascarar (Técnica anterior)			
Semanas de envejecimiento	Retroencogimiento en la parte superior	Retroencogimiento en la parte inferior	Retroencogimiento Total (pulgadas)
Inicial	.2270	.2195	0.4465
1	3.6490	1.6500	5.2990
2	3.5330	2.0550	5.5880
3	4.0990	1.6900	5.7890
4	4.3685	1.5315	5.9000

(continuación)

Muestra 3 -Cinta de Enmascarar (Técnica anterior)			
Semanas de envejecimiento	Retroencogimiento en la parte superior	Retroencogimiento en la parte inferior	Retroencogimiento Total (pulgadas)
5	4.4675	1.4650	5.9325
6	4.6870	1.3660	6.0530
7	4.6605	1.3435	6.0040
8	4.7635	1.2190	5.9825
9	4.9370	1.0500	5.9870

Más del 80% del retroencongimiento total del cable de la técnica anterior ocurre el la primera semana de la prueba.

5 Los resultados comparativos con la presente invención muestran una reducción dramática en el retroencogimiento después de 1 semana de prueba. La reducción es de más del 92% cuando se compara con la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un cable eléctrico que comprende un conductor, una capa interna de material que comprende el conductor, caracterizado por una pluralidad de aletas que se extienden longitudinalmente hacia afuera de dicha capa interna, una capa de aislamiento externa, cuyo interior hace contacto por lo menos parcialmente las porciones superiores de la aleta formando por lo tanto las regiones del canal que consisten del espacio entre aletas y entre la capa interna y la capa de aislamiento externa, y un material dentro de las regiones del canal que suministran propiedades autosellantes al cable, dicho cable eléctrico se produce al formar la capa interna, las aletas, el material autosellante, y el aislamiento externo a través de una aplicación multicapa combinada al conductor.
2. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde el conductor se forma mediante una pluralidad de alambres trenzados juntos.
3. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde la capa interna, las aletas, y la capa externa son del mismo material.
4. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde la capa interna, las aletas, y la capa externa son de diferentes materiales.
5. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde la capa interna y las aletas son del mismo material y la capa externa es de un material diferente.
6. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde la capa externa y las aletas son del mismo material y la capa interna es de un material diferente.
7. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las aletas están comprendidas de más de 0 por ciento a menos de aproximadamente 100 por ciento del mismo material que la capa interna.
8. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las aletas están comprendidas de más de 0 por ciento a menos de aproximadamente 100 por ciento del mismo material que la capa externa.
9. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde la proporción de la altura al ancho de la aleta de las regiones del canal es de aproximadamente 0.1 a aproximadamente 2.0.
10. El cable eléctrico de la reivindicación 9 en donde la proporción de la altura al ancho de la aleta de las regiones del canal es de aproximadamente 0.25 a aproximadamente 1.00.
11. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las aletas están sustancialmente espaciadas igualmente alrededor de la circunferencia de la capa interna.
12. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las aletas están irregularmente espaciadas alrededor de la circunferencia de la capa interna.
13. El cable eléctrico de la reivindicación 1 que tiene por lo menos 2 aletas.
14. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde el grosor de la base sobre el cual se unen las aletas a la capa interna de por lo menos aproximadamente 10% del ancho de las aletas.
15. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las porciones superiores de las aletas se unen al interior de la capa de aislamiento externa.
16. El cable eléctrico de la reivindicación 15 en donde las porciones superiores de las aletas se unen al interior de la capa de aislamiento externa por un enlace polimérico.
17. El cable eléctrico de la reivindicación 16 en donde el enlace es entre por lo menos 50% de la porción superior de las aletas y la porción interior de la capa de aislamiento externa.
18. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las aletas son longitudinalmente sustancialmente rectas.
19. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las aletas sustancialmente forman un espiral longitudinal.
20. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde las aletas son sustancialmente oscilatorias alrededor del eje del cable.
21. El cable eléctrico de la reivindicación 1 en donde dicho material que suministra propiedades autosellantes es un dieléctrico.
22. El cable eléctrico de la reivindicación 21 en donde dicho material es fluible a aproximadamente 25° C.

23. El cable eléctrico de la reivindicación 22 en donde dicho material tiene un valor de penetración de aguja de 100 gramos mayor de 1 centésimo de un milímetro a 25° C.
24. El cable eléctrico de la reivindicación 22 en donde dicho material es un material polimérico.
25. El cable eléctrico de la reivindicación 24 en donde dicho material es un isómero.
- 5 26. El cable eléctrico de la reivindicación 25 en donde dicho material es poliisobuteno.
27. Un método para elaborar un cable eléctrico aislado que mitigue los efectos de los vacíos, punciones, o grietas formadas en el aislamiento antes de la instalación del cable, durante la instalación del cable, y después que se coloca el cable en servicio que comprende las etapas de:
- (a) formar un conductor;
- 10 (b) suministrar una capa interna de material al exterior del conductor;
- (c) suministrar una capa de material de aislamiento externo que circunde el material de la capa interna; caracterizado por las etapas adicionales de:
- (d) formar una pluralidad de aletas que se extienden externamente entre el material de la capa interna y el material de la capa externa, estableciendo de esta manera regiones del canal que consisten de espacio entre aletas y entre el material de la capa interna y el material de la capa externa; y
- 15 (e) suministrar in material en las regiones del canal que suministran propiedades autosellantes;
- en donde el material de la capa externa incluya el conductor, la capa interna, las aletas, y el material que tiene propiedades autosellantes al poner en contacto la porción superior de las aletas, y en donde se efectúan simultáneamente las etapas b, c, d, y e.
- 20 28. El método de la reivindicación 27 en donde las etapas (b), (c), (d), y (e) se efectúan en un paso al suministrar el material de la capa interna, el material de aleta, el material autosellante, y el material aislamiento externo como un flujo multicapa único al conductor.
29. El método de la reivindicación 27 en donde el conductor se forma mediante una pluralidad de alambres trenzados juntos.
- 25 30. El método de la reivindicación 27 en donde dicho material que tiene propiedades autosellantes es un dieléctrico.
31. El método de la reivindicación 30 en donde dicho material es fluible a aproximadamente 25° C.
32. El método de la reivindicación 31 en donde dicho material tiene un valor de penetración de aguja de 100 gramos mayor de 1 centésimo de un milímetro a 25° C.
33. El método de la reivindicación 32 en donde dicho material es un material polimérico.
- 30 34. El método de la reivindicación 33 en donde dicho material es un isómero.
35. El método de la reivindicación 34 en donde dicho material es un poliisobuteno.
36. El método de la reivindicación 27 en donde las aletas se forman al bloquear parcialmente el flujo del material autosellante.
37. El método de la reivindicación 27 en donde las aletas se forman al combinar las capas internas y externas.
- 35 38. El método de la reivindicación 27 en donde las porciones superiores de las aletas se unen al interior de la capa de aislamiento externa.
39. El método de la reivindicación 27 en donde las aletas están comprendidas de más de 0 por ciento a menos de aproximadamente 100 por ciento del mismo material que la capa interna.
- 40 40. El método de la reivindicación 27 en donde las aletas están comprendidas de más de 0 por ciento a menos de aproximadamente 100 por ciento del mismo material que la capa externa.
41. Un cable eléctrico producido mediante el método de la reivindicación 27 que tiene, por 15,2 m (50 pies) de cable, menos de aproximadamente 12,7 mm (0.5 pulgadas) de retroencogimiento de las capas internas y externas posterior a lograr un corte circular completo de dichas capas y envejecimiento de una semana.

42. Un cable eléctrico producido mediante el método de la reivindicación 41 que tiene, por 15,2 m (50 pies) de cable, inicialmente menos de aproximadamente 5.1 mm (0.2 pulgadas) de retroencogimiento de las capas internas y externas después de efectuar un corte circular completo de dichas capas.

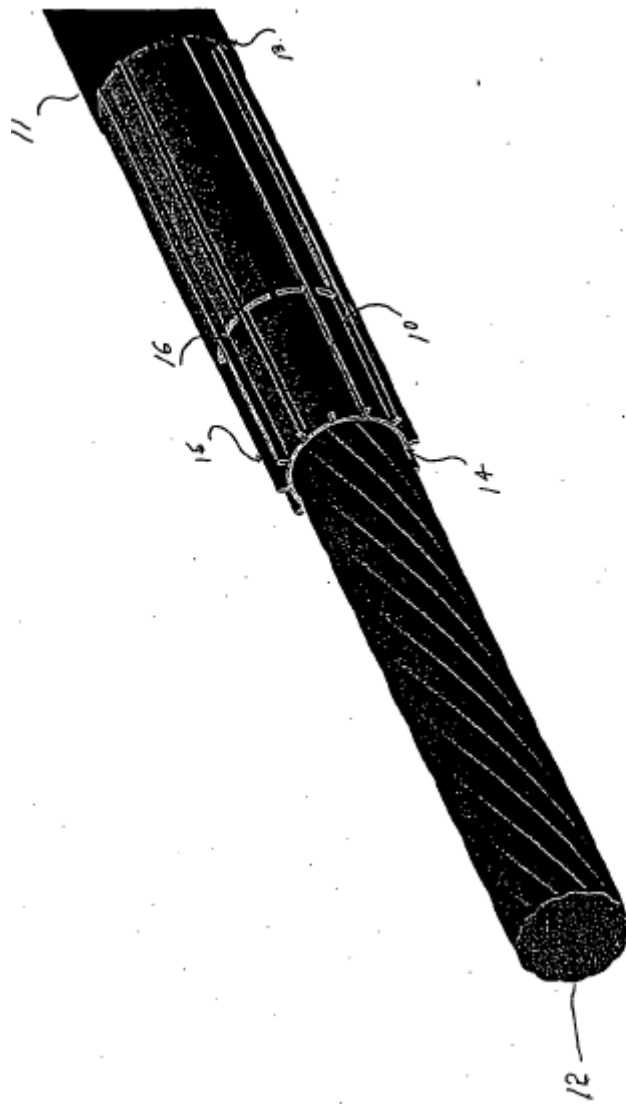


Fig. 1

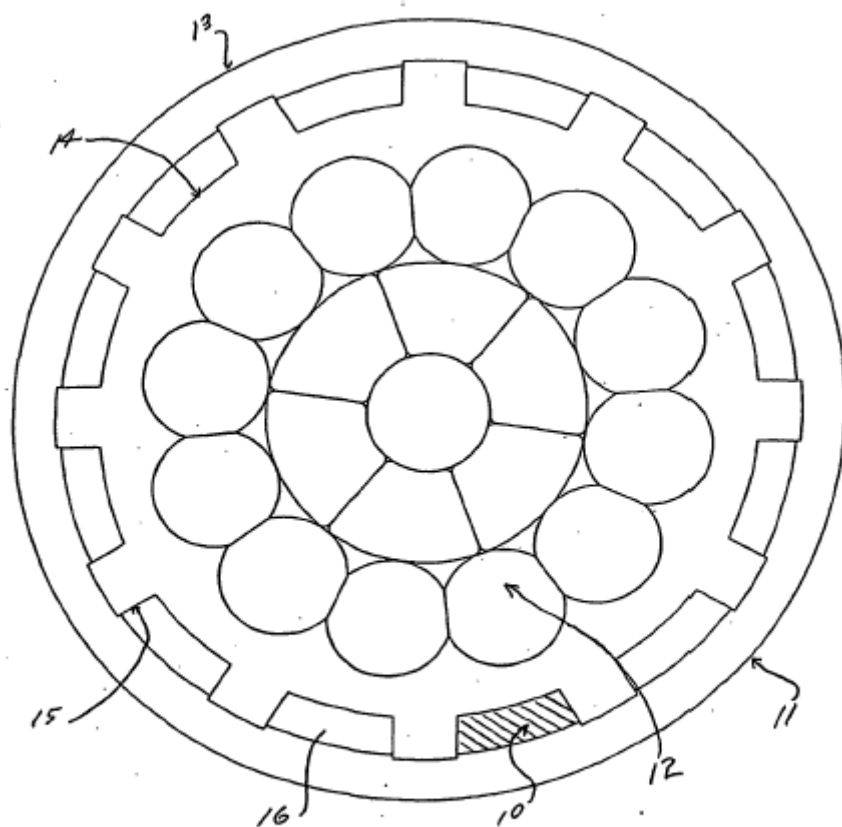


FIG. 2

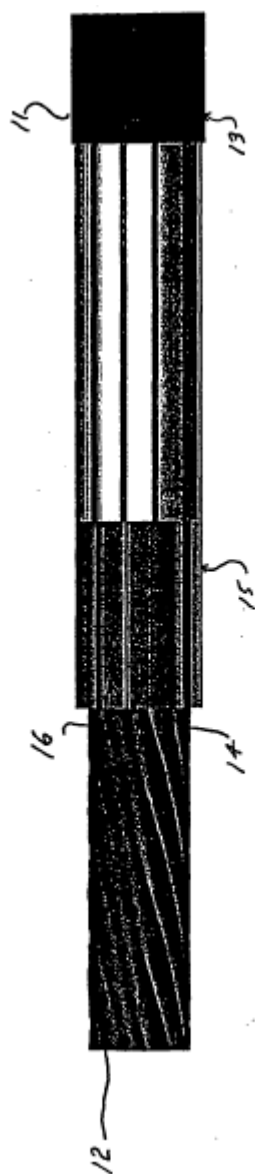


FIG. 3

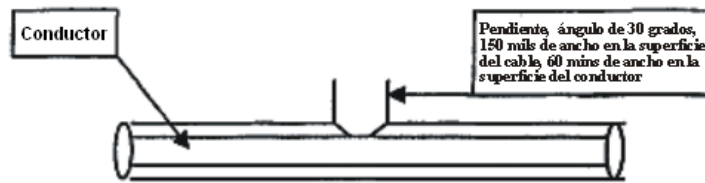
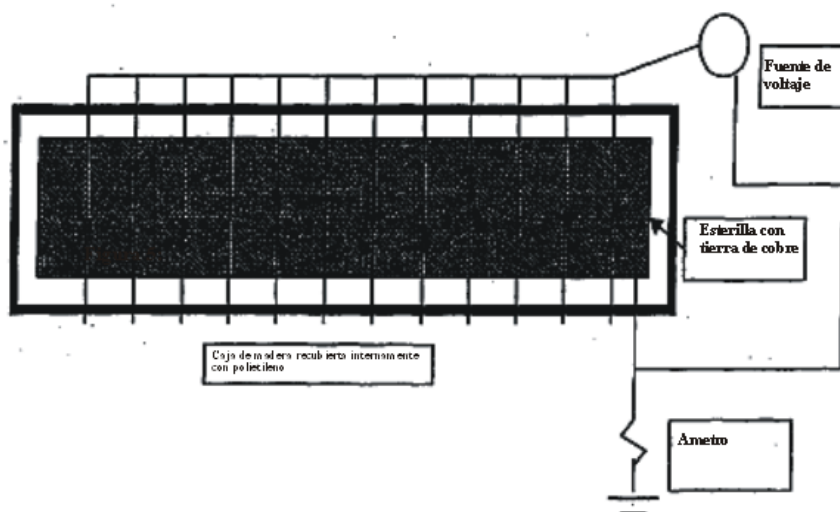


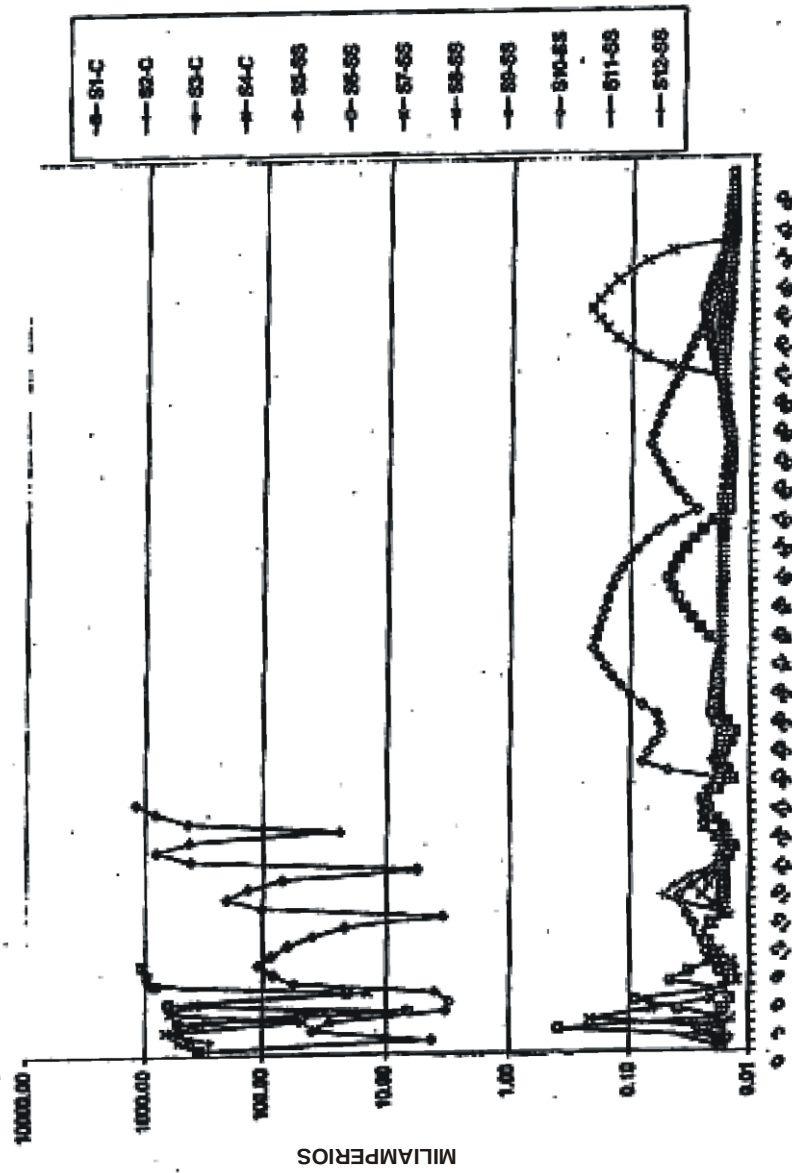
FIG. 4



Clave de Daño:----daño de ranura
Muestras de control 1-4
Muestras autosellantes 5-12

FIG. 5

PROYECTO #00122
CORRIENTE DE ESCAPE (MILIAMPERIOS)



DÍAS

Figura 6. Mediciones de Corriente de Escape de Muestra de Cable

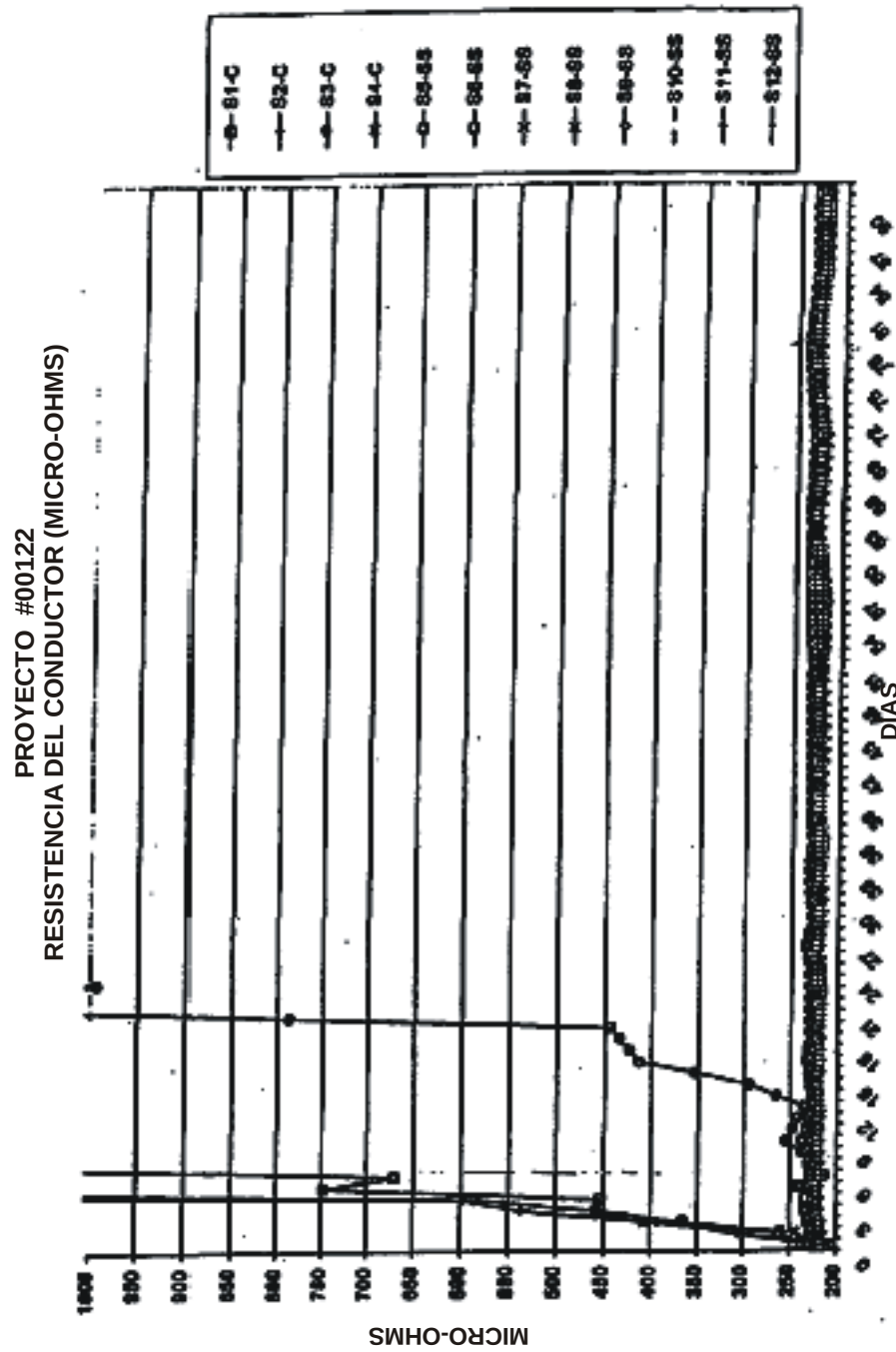


Figura 7. Mediciones de Resistencia de conductor de Muestra de Cable

PROYECTO #00122
PERFIL DE TEMPERATURA

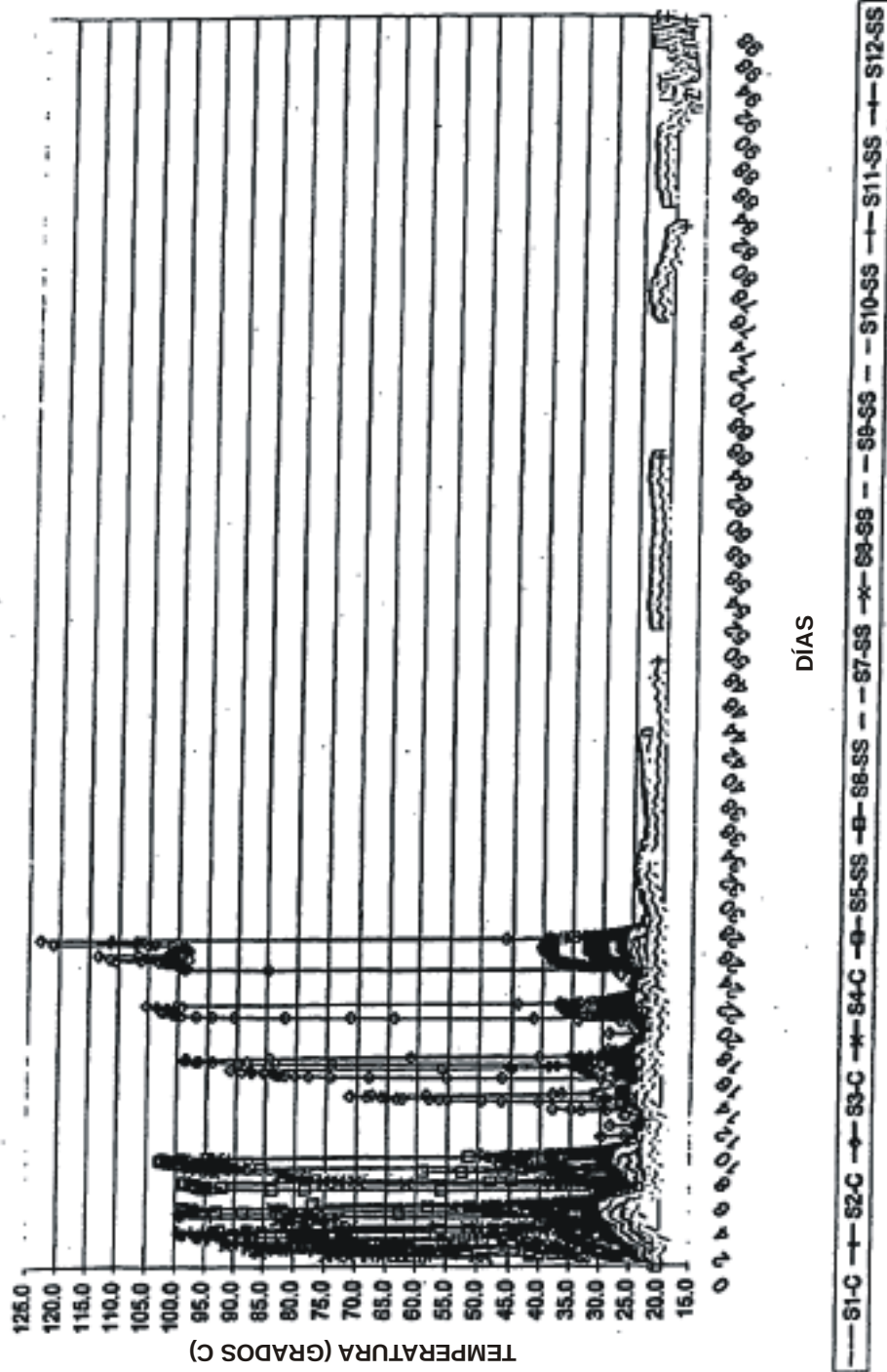


Figura 8. Mediciones de Corriente de Escape de Muestra de Cable

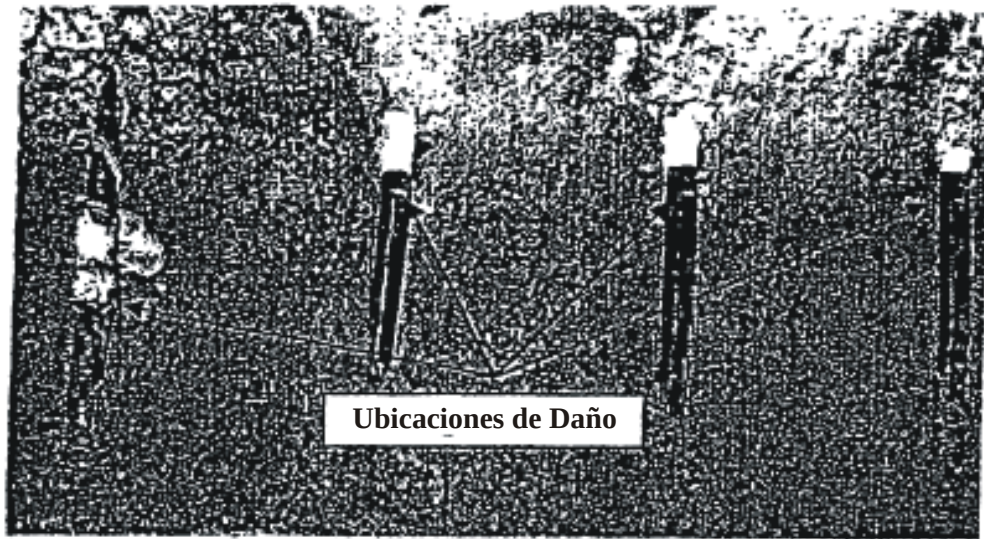


Figura 9: Izquierda a Derecha Muestra 4 (Control) y Muestras 5-7 (Autosellante) después de 91 días en prueba

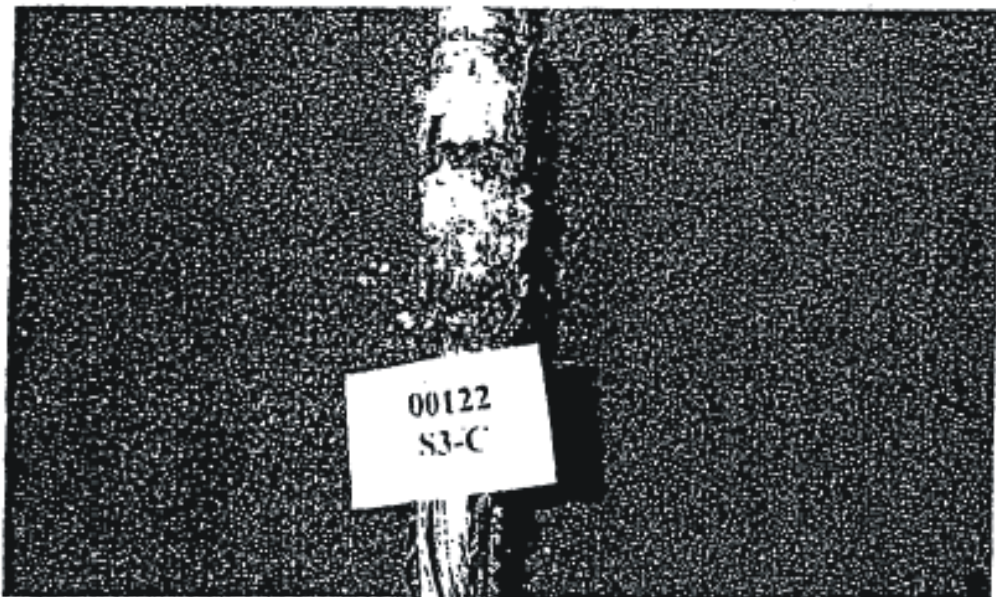


Figura 10: Muestra 3 (Control) con corrosión significativa después de 91 días en la prueba

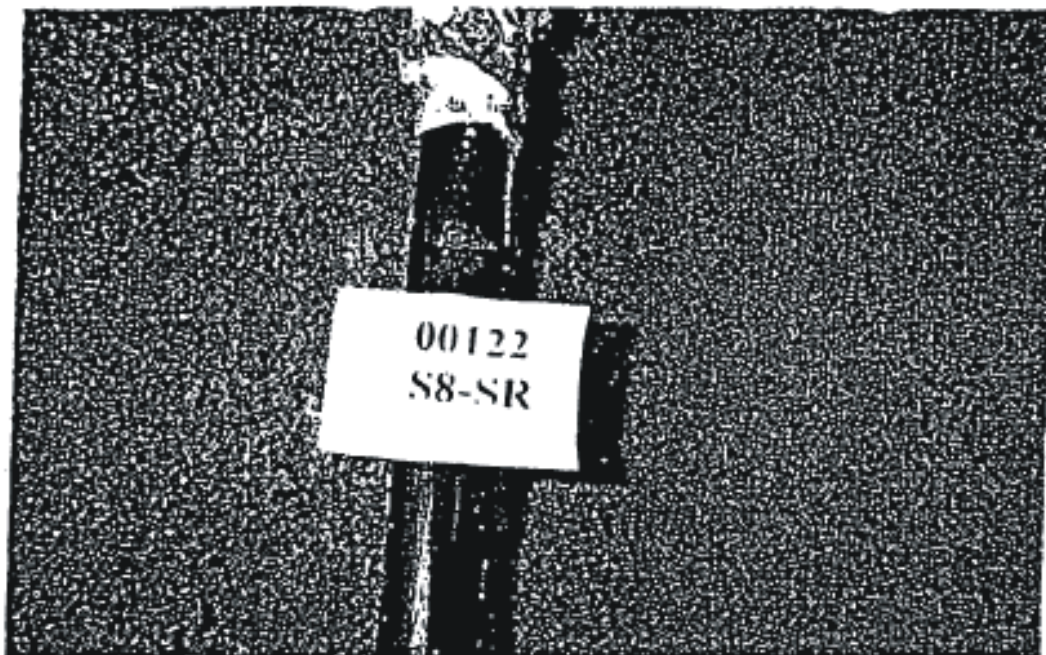


Figura 11: Muestra 8 (Autosellante) Corrosión no visible después de 91 días en la prueba

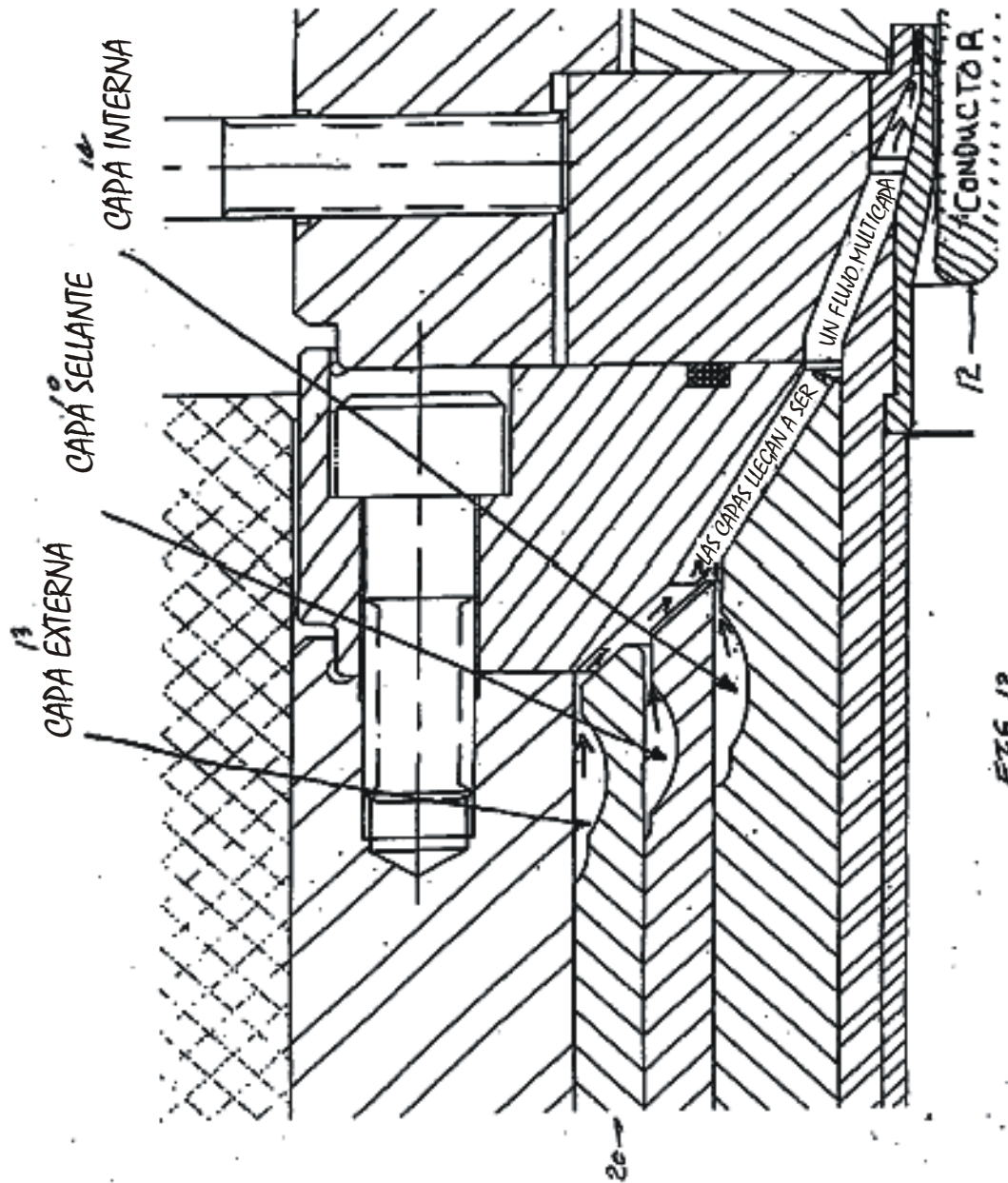


FIG. 12

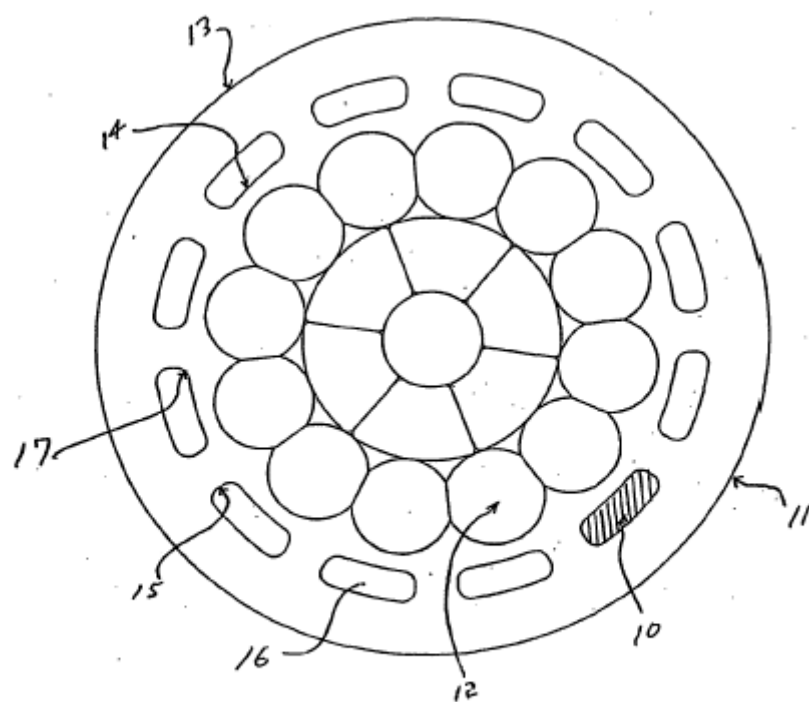


FIG. 13