

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

⑩ ES	⑪ NUMERO	455.644	⑩ A1
	⑫ FECHA DE PRESENTACION		

PATENTE DE INVENCION

③① PRIORIDADES:	③② FECHA	③③ PAIS
③① NUMERO		
655.360	5.2.76	EE.UU. de A.

④⑦ FECHA DE PUBLICIDAD	⑤① CLASIFICACION INTERNACIONAL	⑥② PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H01B	

⑥④ TITULO DE LA INVENCION
PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR CABLE DE DOBLE CUBIERTA.

⑦① SOLICITANTE (S)
WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
195 Broadway, New York 10007, EE.UU. de A.

⑦② INVENTOR (ES)
MATTHEW RAYMOND DEMBIAK., WAYNE MCCALL NEWTON

⑦③ TITULAR (ES)

⑦④ REPRESENTANTE
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO.

POOR
QUALITY

Este invento se refiere a cable de doble cubierto y a un procedimiento para su fabricación y, de un modo más particular, a un cable que tiene una capa metálica ondulada sobre el alma y una cubierta exterior de material que puede resistir temperaturas elevadas con una cubierta interior interpuesta entre la capa metálica y la cubierta exterior, que puede resistir los efectos de impresión por las ondulaciones.

En zonas metropolitanas no es infrecuente tender los cables de comunicaciones en conductos subterráneos en lugares donde se sitúan conducciones de vapor de agua adyacentes a los conductos. La temperatura de las conducciones del vapor de agua, puede producir un efecto perjudicial sobre el cable de comunicaciones. Por esta razón, incumbe a los fabricantes de cables ofrecer un cable provisto de una cubierta protectora que pueda resistir las temperaturas que se pueden esperar en los conductos. En el pasado, se han utilizado en estos ambientes cables con blindaje de plomo y cubierta de polietileno. Este tipo de cable no solamente resultaba muy costoso, sino que además la capa exterior de polietileno, al quedar expuestas a temperaturas elevadas durante un largo periodo de tiempo, tiende a desarrollar resquebrajamiento. También se han utilizado cables con una cubierta de polietileno extruida sobre el un blindaje de acero de costura soldada. No obstante, en los cables de esta última construcción, la costura soldada no es generalmente continua. Como los cables de éste tipo suelen estar sometidos a una ligera presión gaseosa, v.g., de $0,7 \text{ Kg/cm}^2$, las discontinuidades en la costura cerrada hacen que la presión gaseosa se ejerza sobre la cubierta de polietileno, con lo que se da lugar a una degradación posiblemente rápida.

Un diseño de la tecnología anterior incluye un alma de

5. cable que tiene una capa metálica ondulada con la finalidad de resistir las tensiones debidas a flexión del cable durante la instalación y tiene una cubierta compuesta por material de polibutileno. Se ha averiguado que el material de polibutileno puede resistir las temperaturas que pueden esperarse en un sistema de conductos subterráneos. No obstante, se ha averiguado también que el polibutileno tiene una capacidad reducida de resistencia a los esfuerzos a causa de las impresiones de ondulaciones de la capa metálica. Como resultado de todo esto no es infrecuente que la cubierta exterior se resquebraje durante la instalación del cable. En éste caso, cuando el cable se dobla en una configuración curvada con un radio bastante pronunciado, la impresión de las ondulaciones hace que el espesor reducido de la cubierta del cable no pueda resistir las tensiones experimentadas. Este problema se agudiza aún más cuando la instalación se realiza en tiempo frio, porque las propiedades mecánicas del polibutileno comienzan a cambiar por debajo de una temperatura de aproximadamente 4°C.

20. Uno de los problemas que surgen al aplicar una sola cubierta de polibutileno directamente sobre la capa metálica, se relaciona con el tiempo de curación del polibutileno que puede ser normalmente del orden de 14 dias. Al cabo de 4 dias por ejemplo, la densidad cambia de 0,88 gramos/cc a 0,91 gramos/cc. Si la cubierta de polibutileno se adapta a las ondulaciones, se contrae y se separa de las ondulaciones de un modo carente de uniformidad a lo largo del contorno de las ondulaciones.

25. Además, después de haberse extruido la cubierta sobre la capa metálica ondulada y haberse enfriado, el cable se saca del carrete produciéndose un atirantamiento del cable. La curación de la cubierta de polibutileno, después que el cable se ha

30.

enrollado sobre el carrete, junto con la presión de capas sucesivas, hace que las ondulaciones de la capa metálica penetren aún más en el polibutileno si el polibutileno queda en contacto directo con la capa metálica ondulada. Esta impresión de ondulaciones exageradas dá por resultado adelgazamiento localizados de la cubierta adyacente a las crestas de las ondulaciones, con una tensión consiguiente del polibutileno en la zona de penetración. Desgraciadamente, esta impresión adicional de los cables resistentes al vapor de agua con cubierta única de la tecnología anterior, se produce después que el cable se ha enrollado sobre el carrete y, por lo tanto, después de las pruebas de espesor de la cubierta realizadas en la cadena de producción. Esto conduce a la situación anómala en la cual las pruebas indican un espesor de cubierta aceptable de un cable, que en el lugar de uso tiene una cubierta delgada inaceptable.

Además, si, como suele ser el caso, el cable descrito se enrolla sobre un carrete durante el período de curación de transición del polibutileno, se dice que el cable desarrolla una "fijación de carrete". La instalación y correspondiente flexión del cable lo de "fijación en el carrete" exige más esfuerzo con mayor probabilidad de deformación de la cubierta. Además, la cubierta depositada por extrusión sobre el alma del cable establece una línea de soldadura que tiende a producir una división longitudinal de la cubierta. Los efectos perjudiciales causados por una cubierta de polibutileno contigua al protector metálico ondulado, pueden agravar esta tendencia a la división longitudinal mencionada.

Debido a la demanda de éste tipo de cable en grandes zonas metropolitanas, y la importancia que tiene el mantener la integridad del cable durante la instalación y después se

han realizado esfuerzos hacia la fabricación de un cable que no solamente pueda resistir las temperaturas elevadas en este ambiente, sino que pueda mantener también la integridad estructural del cable durante su flexión e instalación.

5. Teniendo presentes estos y otros objetos, el presente invento contempla un cable que comprende el alma, una capa metálica ondulada rodeando al alma, cuya capa metálica tiene superficies principales encaradas hacia el interior y hacia el exterior, estando la superficie principal encarada hacia el interior en dirección al alma, y una cubierta extruída de material polímero que rodea al alma cuya cubierta extruída comprende una capa interior en íntimo contacto con la capa metálica e interpuesta entre la capa metálica y una capa exterior extruída en íntimo contacto con la capa interior, construyéndose la capa exterior de un material que puede resistir la exposición a temperaturas de por lo menos 100°C y teniendo el material de la capa interior una sensibilidad al efecto de entalladura sustancialmente menor que la del material de la capa exterior, para mantener prácticamente la integridad estructural del cable a pesar de la impresión de las ondulaciones por la capa metálica, teniendo además la capa interior un espesor que es por lo menos ligeramente mayor que la profundidad que las ondulaciones de la capa metálica.
- 10.
- 15.
- 20.

25. De un modo más particular, un cable fabricado según los principios del invento, comprende un alma compuesta por una pluralidad de conductores aislados, un primer blindaje metálico ondulado que rodea al alma, cuyo blindaje tiene superficies encaradas hacia el interior y hacia el exterior, estando encarada hacia el alma la superficie principal encarada hacia el interior, y un segundo blindaje metálico ondulado superpuesto
- 30.

5. sobre el primer blindaje metálico, cuyo segundo blindaje metálico tiene superficies principales encaradas hacia el interior y hacia el exterior, estando encarada al primer blindaje la superficie principal encarada hacia el interior, formando partes longitudinales de las superficies encaradas principales una costura longitudinal que se suelda y un compuesto de relleno aplicado sobre el segundo blindaje para llenar parcialmente sus ondulaciones. Una primera cubierta polímera de material extruido se superpone al segundo blindaje relleno en íntimo contacto con el mismo, teniendo la capa interior un espesor que es por lo menos ligeramente mayor que la profundidad de las ondulaciones del segundo blindaje, fabricándose la capa interior de un material polímero que puede ser, por ejemplo un polietileno que tiene una sensibilidad al efecto de entalla de un valor suficientemente bajo para que se mantenga la integridad estructural del cable a pesar de la intrusión de las ondulaciones del blindaje metálico en la capa de polietileno, y una capa exterior extruída sobre la capa interior y en íntimo contacto con la misma, fabricándose la capa exterior de un material como el polibutileno, que puede resistir la exposición a temperaturas de por lo menos 100°C, estando la capa exterior en íntimo contacto pero sin estar enlazada químicamente con la capa interior.

10. 15. 20. 25. Otras características del presente invento resultarán evidentes en la descripción detallada que sigue de ciertas modalidades específicas del mismo, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

30. La figura 1, es una vista en perspectiva de un cable construído según los principios del presente invento, e ilustra un alma, dos capas metálicas, una capa de cubierta interior y

una capa de cubierta exterior superpuesta a la capa de cubierta interior.

5.

La figura 2, es una vista del cable de la figura 1, tomada a lo largo de las líneas de corte transversal 2-2.

La figura 3, es una vista detallada a mayor escala de una parte del cable ilustrado en la figura 1, y representa la intrusión del blindaje metálico ondulado en la capa interior de la cubierta con la capa exterior de la cubierta extruída sobre la capa interior.

10.

Las figuras 4A y 4B son vistas en alzado que ilustran dispositivos típicos para cables en instalación en conductos subterráneos.

15.

La figura 5, es una vista esquemática en alzado de una cadena de fabricación que se puede emplear para fabricar el cable según los principios de éste invento y que se representa en la figura 1.

20.

Refiriéndonos ahora a las figuras 1 y 2, se ilustra un cable, indicado de un modo general por el número 10, fabricado según los principios de éste invento. Los cables de éste tipo se conocen con el nombre de "STEAMPETH" y se instalan en conductos que pueden estar normalmente adyacentes a conducciones de vapor de agua en zonas urbanas subterráneas. El cable 10 comprende un alma, indicada de un modo general por el número 11 que comprende una pluralidad conductores aislados individualmente 12-12. El material de aislamiento de los conductores es normalmente pasta de madera o un material de plástico como, por ejemplo, polipropileno. Una cinta de envoltura del alma 13 se aplica helicoidalmente alrededor del alma 11 normalmente se fabrica de papel para almas de conductores aisladas con pasta de

25.

madera o un poliéster REEMAY que en una marca registrada, por

30.

ejemplo, para almas de conductoras con aislamiento de plástico.

5. Rodeando al cable hay una capa metálica, indicada de un modo general por el número 14, que está compuesta, por ejemplo, por un material que puede ser aluminio y que se ondula y después se le dá forma tubular alrededor del alma del cable 11. Las ondulaciones de la capa metálica 14 son transversales a la línea central del alma del cable y pueden variar respecto a su profundidad y al número de ondulaciones por distancia lineal a lo largo del blindaje del cable. En línea generales,
10. el blindaje de aluminio 14 se enrolla longitudinalmente alrededor del alma del cable 11 de modo que los cantos longitudinales formen una costura 16 esencialmente de unión a tope con un ligero espacio de separación. Según se podrá ver en la figura 1 una tira 17 de material como, por ejemplo, una cinta de papel, se inserta bajo la costura 16 para actuar como barrera térmica
15. para proteger al alma 11 durante las fases ulteriores del proceso de fabricación. La tira de cinta 17 puede ser también un laminado de aluminio-papel kraft, Mylar conocido como AKM.

20. El cable 10 comprende también una capa metálica ondulada 18 que tradicionalmente se fabrica de acero para dar al cable protección mecánica. Las partes marginales longitudinales de la capa de acero ondulada 18 mantienen en general una relación de superposición entre sí para formar una costura de solape o costura superpuesta 19. Las partes de superposición de la
25. capa 18 se sueldan preferiblemente para formar una barrera eficaz contra la entrada de humedad. La capa metálica ondulada 18 se cubre con un material de relleno 20 para evitar la corrosión que evita la corrosión de la capa de acero 18 y la difusión de humedad en el alma del cable 11 inundando la costura soldada que puede tener aberturas ocasionales en la misma.
- 30.

5. Normalmente, en el cable, la profundidad de las ondulaciones es del orden del 1,07 mm. Según se podrá ver en la figura 3 un compuesto de relleno termoplástico (conocido comúnmente como TPC) y preferiblemente de un material de alfalto-alquitrán se aplica sobre la capa metálica ondulada exterior 18 para rellenar parcialmente sus ondulaciones.

10. Normalmente, el compuesto de relleno llena aproximadamente la mitad de la profundidad de las ondulaciones. Se ha averiguado que también se pueden emplear una jalea de petróleo de polipropileno atáctico para el compuesto de relleno.

15. El cable 10 comprende también una capa de cubierta interior, indicada de un modo general por el número 21, que se superpone a la capa metálica recubierta 18 en íntimo contacto con la misma. La capa interior de la cubierta 21 se fabrica de material polímero como, por ejemplo, un polietileno de baja densidad y elevado peso molecular, con una densidad relativa de aproximadamente 0,92, que tiene características excelentes de resistencia y en otros tipos de cables de comunicaciones comprende la cubierta solamente. Dicho material se puede obtener en

20. mercado, por ejemplo, de E.I. DuPont de Nemours and Company bajo la denominación ALATHON 1250, procedente de Dow Chemical Company bajo la denominación PE 862, de la Unión Carbide Company con la denominación DFDC 0506 o procedente de Sinclair-Koppers Company con la denominación DYLAN 3900W. Normalmente, el polietileno de baja densidad tiene un índice de fusión de aproximadamente 0,26, una concentración de carbono de 2,55%, una relación de inchamiento de 1,19 y una fluencia a la tracción de

25. 90 Kg/cm² y un alargamiento al punto de rotura de 780%.

30. La capa interior de la cubierta 21 se debe aplicar sobre la capa metálica 18 de modo que la distancia medida radialmente

5- a partir del eje longitudinal del cable 10 hasta la superficie encarada hacia el exterior de la capa interior de la cubierta sea por lo menos ligeramente mayor, v.g., una pequeña fracción de un milímetro, mayor que la distancia correspondiente hasta la parte exterior de las ondulaciones. Este requisito ha de cumplirse siempre en el ambiente de fabricación debido a las restricciones de una operación de extrusión. Una capa de cubierta de una pequeña fracción de milímetro de espesor no es una meta alcanzable actualmente debido a la probabilidad de que se produzcan aberturas en la misma. Tradicionalmente la superficie encarada hacia el exterior de la capa interior de la cubierta será aproximadamente del orden de 0,7 a 1 mm más allá de la cresta de ondulación en los cables de tamaños de los que trata esta patente.

10. 15. Es importante que el material de la capa interior de la cubierta 21 puede mantener su integridad a pesar de una incrustación en la misma de las crestas del blindaje metálico ondulado 18 (vesse la figura 3). La incrustación de las crestas de las ondulaciones en el plástico continuo se conoce comúnmente como impresión de ondulaciones. En el pasado, cuando se utilizaba una sola cubierta compuesta, por ejemplo de polibutileno, no hará infrecuente experimentar resquebramiento de la cubierta periódicamente a lo largo del cable, correspondiendo los lugares defectuosos a los lugares de impresión acentuada en el proceso de elaboración y por lo tanto, de cubierta delgada.

20. 25. La práctica común ha consistido en medir la resistencia a la impresión por las ondulaciones mediante una propiedad relacionada con la sensibilidad al efecto de entalla del material. La sensibilidad al efecto de entalle a una temperatura dada se define como la relación de la profundidad de entalla,

30.

5. crítica, v.g., , profundidad de la entalla/ espesor de la muestra sin entallar, en un material, que hace que el alargamiento al punto de rotura del material se reduzca sensiblemente cuando se somete a una prueba de acción normal. A medida que la relación de profundidad crítica de la entalla se vuelve menor, el material se conoce como más sensible al efecto de entalla. Juzgando en términos de comportamiento como compuesto para cubiertas, un material es sensible al efecto de entalla si se rompe fácilmente a una profundidad de entalla correspondiente a menos del 15% del espesor de la muestra.

10. En una de dichas pruebas, por ejemplo, de material polímero cristalino se cortan de placas moldeadas por compresión muestras para microtensión según A.S.T. M. (American Society for Testing Materials) D-1708. Estas muestras se entallan ejerciendo presión con una cuchilla de acero carburado en una superficie de muestra, siendo la entalla perpendicular al eje largo de la muestra. La cuchilla empleada para formar la entalla en las muestras tiene un radio de filo de 0,076 mm y un ángulo comprendido de 60°.

15. Se ha averiguado que el material de polibutileno del cable de cubierta simple de la tecnología anterior, a pesar de poder resistir temperaturas elevadas, posee en si una sensibilidad al efecto de entalla que es sensiblemente mayor, y menos aceptable, que la que se requiere para poder mantener la integridad estructural de las cubiertas durante su flexión e instalación. El polietileno de baja densidad es un material idóneo para utilizarse en la fabricación de la capa interior de la cubierta 21 No solamente se tiene fácilmente disponible en las instalaciones de fabricación del cable debido a su gran

20.

25.

30.

5. empleo como material para cubiertas simples, sino que sus propiedades físicas son idóneas para esta aplicación. La formación de entalla del polietileno da por resultado una degradación mucho menor en la capacidad de alargamiento del polietileno que el material de la cubierta de la tecnología anterior, v.g., polibutileno, que se imprime con facilidad en el ánima.

10. Las sensibilidades al efecto de entalla comparativas del polibutileno y el polietileno se demuestran con relación a los resultados ilustrados en la tabla I de las pruebas de alargamiento realizadas en una muestra de 1,90 mm de espesor a temperatura ambiente de aproximadamente 20°C, se comprenderá que el porcentaje de alargamiento ha de interpretarse como que una muestra se puede estirar en la magnitud citada antes de llegar al punto de rotura.

15. TABLA I

<u>Partidas</u>	<u>Alargamiento %</u>	
	<u>Polibutileno</u>	<u>Polietileno</u>
Sin formar en <u>ta</u> <u>lla</u>	390	625
entalla de 0,25 <u>mm</u>	280	-
entalla de 0,51 <u>mm</u>	20	608
entalla de 0,63 <u>mm</u>	-	563
entalla de 0,76 <u>mm</u>	-	140

25. El alargamiento y por lo tanto la sensibilidad al efecto de entalla de una muestra se efectúan por el material y la relación de profundidad entalla. Se observará por la tabla I que el polibutileno experimenta un cambio notable en la sensibilidad al efecto de entalla al pasar de una profundidad de entalla de 0,25 mm o 13,4% de la profundidad de la muestra hasta una

30.

- profundidad de entalla de 0,51 mm o 26,5%. Esto contrasta de una forma pronunciada por el polietileno en el cual existe una baja sensibilidad al efecto de entalla más allá de una intrusión del 33% de entalla. En una muestra de 1,67 mm de espesor de polibut
5. tileno a temperatura ambiente de aproximadamente 20°C, una entalla de 0,25 mm hizo que la muestra tuviera un alargamiento de aproximadamente el 70%. Se ha averiguado que la sensibilidad al efecto de entalla se ve afectada también por la temperatura. A pesar de que la temperatura ambiente durante la instalación
10. es importante, la temperatura del cable 10 ha de considerarse también. Por ejemplo, un cable 10 en un carrete de suministro puede haber estado expuesto por la noche a temperaturas muy bajas y encontrarse realmente a una temperatura del orden de -7°C a -39°C en las primeras etapas de una instalación y a una temperatura ambiente matinal de 4°C.
- 15.

- Además, el efecto de la temperatura en la sensibilidad al efecto de entalla varía con el material polímero del que se fabrica la cubierta. Por ejemplo el porcentaje de alargamiento al punto de rotura para el polietileno no se ve afectado sensiblemente hasta que existen temperaturas del orden de -18°C. Por el contrario, el porcentaje de alargamiento al punto de rotura para el polibutileno se reduce sensiblemente por debajo del que tiene a 4°C. Por ejemplo, a pesar de que el porcentaje de alargamiento al punto de rotura en el polibutileno sin entalla es de
20. aproximadamente 310°C en una gama de temperaturas de 4°C a 127°C, el porcentaje de alargamiento se reduce a aproximadamente 225%
25. a -7°C.

- Por último, el cable tiene una capa de cubierta exterior superpuesta a la capa interior 21 y en íntimo contacto con la
30. misma, indicada de un modo general por el número 26, y de un ma-

terial generalmente diferente al material con el que se fabrica la capa interior. Como el cable 10 se ha de tender en un ambiente que normalmente se encuentra adyacente a conducciones de vapor de agua subterráneas (no ilustradas) en instalaciones de zonas metropolitanas, la cubierta exterior 26 ha de poder resistir temperaturas elevadas que pueden llegar a ser del orden de 100°C.

5.

El material de la capa exterior de la cubierta 26 debe poseer ciertas características para poder resistir el deterioro por temperaturas en las proximidades de 100°C. De un modo específico, el material de la capa exterior de la cubierta 26, deberá aguantar convenientemente la rotura y la deformación excesiva de finidas en términos de un aumento de diámetro de menos del 15% a una temperatura de aproximadamente de 100°C por un mínimo de 20 años, conteniendo 0,7 kg/cm² de presión gaseosa por cable. Además,

10.

para evitar la división longitudinal de la cubierta exterior 26 durante su flexión, el material de la capa exterior de la cubierta del cable debe tener un alargamiento mínimo a través de las líneas de soldadura de extrusión de aproximadamente 200% a 20°C. Se ha averiguado que la cubierta 26 de un cable 10 fabricado según los principios de este invento, tiene un alargamiento a través de la línea de soldadura del orden de 250-350%.

15.

20.

En los polímeros cristalinos convenientemente útiles para ambientes de vapor de agua, un límite elástico a 100°C proporciona una prueba útil para elegir materiales de los que se pueden fabricar la capa exterior de la cubierta 26. Para evitar una hinchazón indeseable, un material aceptable para la cubierta exterior 26 no puede tener un límite elástico por debajo de 35 Kg/cm² a 100°C.

25.

30.

El polietileno, por ejemplo, no es apropiado como material para la capa exterior de la cubierta, particularmente, en

cable con presión gaseosa en ambientes de temperaturas elevada. El polietileno se reblandece a una temperatura de aproximadamente 76°C y comienza a hincharse alrededor del alma 11, lo cual puede producir una adherencia indeseable a las paredes de un conducto

5. 27, véase la figura 4A, en el cual se instala el cable 10. Este alargamiento del polietileno puede continuar hasta que se produce la rotura. Debido a que la integridad de la costura soldada no es del todo perfecta, se produce una pérdida de presión gaseosa.

Se ha averiguado que el polibutileno, por ejemplo, es un

10. material que da al cable protección contra las temperaturas elevadas. El polibutileno, aunque blando cuando se aplica al cable 10, experimenta una transformación convenientemente a una estructura cristalina durante un estado de curación que abarca, por ejemplo, un periodo de aproximadamente 14 días. Se ha averiguado que la curación llega a ser del 90% al cabo de 10 días. Se cree que la estructura cristalina da al polibutileno capacidad para resistir la

15. exposición a la acción del vapor de agua.

Un material de polibutileno que ha demostrado ser idóneo para utilizarse en la fabricación de la capa exterior de la cubierta

20. 26 es el que vende Witco Chemical Company de Fairfield, New Jersey, por ejemplo, con la denominación WITRON 4121. Este material es una resina de polibutileno de calidad para tubos que tiene un índice de fusión de 0,4.

El polibutileno es convenientemente útil para mantener

25. una presión gaseosa normalmente del orden de 0,7 Kg/cm² en el interior del cable 10 a temperaturas de por lo menos 110°C. Esto es directamente atribuible a su excelente límite elástico, v.g., 56-63 Kg/cm² a una temperatura de 100°C. A título comparativo, el polietileno tiene un límite elástico de aproximadamente 1,4 Kg/cm²

30. a 100°C.

Un cable de doble capa de cubierta 10 fabricado según los principios de este invento, y concebido para utilizarse de la forma expuesta de un modo específico, puede comprender del orden de 900 a 2700 pares de conductores con un tamaño del orden de 0,64

5. 0,40 mm de diámetro. Normalmente, la capa exterior de la cubierta 26 tiene un espesor aproximadamente del orden de 1,65 a 2,03 mm. El diámetro exterior del cable en cuestión 10 puede ser del orden de, por ejemplo 25 a 75 mm.

10. Las dos capas de la cubierta 21 y 26 dan al cable 10 convenientemente características de resistencia idóneas así como protección en ambientes especiales. La costura hermética 19 de la cubierta de doble capa 21 y 26 es eficaz para mantener una presión gaseosa en el interior del cable 10 que normalmente es del orden de 0,7 Kg/cm² aproximadamente.

15. La nueva construcción de este cable da al cable 10 características que son necesarias no solamente con respecto a instalación, por ejemplo, sino también con respecto a ambientes desusados con los que se tienen que enfrentar los cables de este tipo, que se conocen con la denominación STEAMPETH. O sea, el cable 10
20. debe tener característica de resistencia que se requieren para mantener la integridad de la cubierta del cable durante la instalación del cable tendiéndose el cable, normalmente, en conductos subterráneos 26-27 (vease las figuras 4A y 4B) con la consiguiente flexión del cable, y cuyo cable ha de tener una protección suficiente para resistir temperaturas elevadas de ambientes especiales.
25. El cable 10, fabricado según los principios de este invento, posee propiedades de resistencias apropiadas a pesar de la impresión de las ondulaciones inherentes en la estructura.

30. La impresión de las ondulaciones en el material de plástico, contíguo al blindaje de acero 18 afecta perjudicialmente a

- la capacidad del cable 10 para resistir las fuerzas inducidas en el mismo durante la instalación en conductos subterráneos 27-27. Según se ilustra en la figura 4A, un carrete de cable 31 montado en un desenrollador 33 se sitúa adyacente a un agujero de hombre 32. Las secciones sucesivas del cable 10 se desenrollan convenientemente en una configuración conocida como forma de "C" según se ilustra en la figura 4A, de modo que las partes del cable en tensión y compresión en el carrete experimenten tensión y compresión, respectivamente, durante la instalación. No es infrecuente, no obstante, que el cable 10 se desenrolle en el carrete de abastecimiento 31 en la disposición ilustrada en la figura 4B y que se conoce en la profesión como doblez en "S". En este caso se induce una flexión inversa en el cable 10 según se desenrollan secciones sucesivas del carrete 31. Por lo tanto, las partes del cable 10 encaradas hacia el exterior que se encontraban en tensión en el carrete 31 se somete a fuerzas de compresión y las partes en compresión se someten a fuerzas de tensión. En aquellos cables 10-10, por ejemplo, donde la impresión de las ondulaciones ha dado por resultado una capa delgada de material muy sensible a la entalla, como por ejemplo, cables de polibutileno de cubierta simple, esta flexión inversa tiende a deformar el cable indeseablemente. Esta tendencia se reduce prácticamente en el cable de cubierta de doble capa 10 que se fabrica según los principios de este invento. Además, el cable de doble capa 10 proporciona una recuperación rápida de dicha tendencia.

Un cable 10 fabricado según los principios de este invento, se puede instalar con éxito a temperaturas del cable de aproximadamente -1°C y a temperaturas ambientes que pueden ser del orden de $+4^{\circ}\text{C}$. No obstante, la grave abrasión ocasionada por el material de la cubierta del cable a ponerse en contacto con el con-

ducto 27 puede dar lugar a fallos durante la instalación de los cables 10-10 a temperaturas de -1°C . Se ha averiguado que estos fallos se eliminan aun en presencia de una grave abrasión si el cable 10 se encuentra a una temperatura de aproximadamente 4°C durante la instalación.

5.

Se recordará que la formación de la cubierta por extrusión sobre el alma del cable puede establecer una línea de soldadura que tiende a producir división longitudinal de la cubierta. Los efectos perjudiciales causados por una cubierta de polibutileno no contigua al blindaje metálico ondulado pueden agravar esta tendencia citada a la división longitudinal. La recolocación de la cubierta de polibutileno 26 y su aislamiento de las ondulaciones, junto con el empleo de un material notablemente menos sensible al efecto de entalla, v.g. polietileno de baja densidad, en contacto con las ondulaciones, evita cualquier agravación de esta tendencia.

10.

15.

La impresión de las ondulaciones se agrava inconvenientemente debido al proceso de fabricación del cable 10. Refiriéndonos ahora a la figura 5, se ilustra un aparato, indicado de un modo general por el nº 50, para formar la cubierta sobre el alma 11. Normalmente, las secciones sucesivas del alma 11 se sacan de un carrete de suministro 51 y se hacen avanzar mediante cabrestantes 52-52 en dirección a la salida a través de una sección 53, donde una cinta de aluminio ondulado 55 se enrolla longitudinalmente alrededor del alma para formar el blindaje 14 después de lo cual se inserta la barrera térmica 17. Posteriormente, el alma 11 y el blindaje 14 se hacen avanzar a través de una sección 54, en la cual se enrolla una cinta de acero 56 longitudinalmente para formar la costura de solape 19 que se suelda. El aparato para formar la cinta ondulada 55 y 56, para enrollar las cintas alrededor del

20.

25.

30.

alma y para soldar las partes superpuestas de la cinta de acero son del tipo normal. Vease, por ejemplo, las patentes EE.UU. 2.758.189, 2.801.316 y 2.925.485.

5. El alma en cintada 11 puede llevarse hasta un transportador de alma (no ilustrado) y llevarse hasta una sección de abastecimiento (no ilustrada) de otra cadena para elaboración adicional. En una modalidad de preferencia, el cable parcialmente completo 11 se hace avanzar a lo largo de la misma cadena de producción en tandem entre un par de rodillos 57-57 y después a través de un aparato recubridor, indicado de un modo general por el número 10. 60, que aplica un compuesto de relleno que puede ser, por ejemplo, una capa de asfalto-alquitrán, sobre el blindaje metálico ondulado 18 para llenar parcialmente sus ondulaciones.

15. El cable parcialmente completo 11 se hace avanzar a través de un cabezal 61 de una extruidora, indicada de un modo general por el número 62, que aplica un recubrimiento de polietileno de baja densidad sobre el blindaje metálico ondulado 18. Según se podrá ver en la figura 3, partes de las ondulaciones del blindaje metálico 18 se introducen en la capa interior de polietileno 21. El alma de capas simple se hace avanzar preferiblemente una corta distancia a temperatura ambiente y después a través de una cubeta de agua 63 para enfriar la cubierta.

25. En la fase siguiente de una modalidad de preferencia del proceso de elaboración, el cable parcialmente completo 10 se hace avanzar a través de una segunda extruidora, indicado de un modo general por el número 70, en tandem con la extruidora 62, que aplica una capa exterior de polibutileno 26 sobre la capa interior de polietileno 21. El cable de cubierta de doble capa 10 se mueve a través de una segunda cubeta de agua 11, pasando por el cabestrante 52 y enrollándose en un carrete 75. El material de

30.

polibutileno se extruye a una temperatura más elevada que el polietileno., por ejemplo, una temperatura de molde de 246°C contra una temperatura de 218°C cuando se trata de polietileno.

5. A velocidades de producción de aproximadamente 15,2 m/minuto, el cable 10 puede exigir aproximadamente 3 metros de avance por la cubeta de agua antes de que se enfríe el material de la cubierta de polibutileno partiendo de un estado semifundido. Además, a medida que avanza el cable 10 a lo largo de un trayecto por la cubeta de agua 71, se podrá observar que el cable no queda colocado linealmente sino que forma combas entre puntos de sustentación, como son las aberturas de la cubeta y el fondo de la misma. Esto puede dar lugar a ligeras ondulaciones en la superficie de la cubierta 26. Estando el material de la cubierta de polibutileno todavía en estado semifundido, la comba produce una mayor impresión de las ondulaciones, v.g., 0,63 mm sobre la parte inferior del cable mayor que en la superior, v.g. 0,13 mm. Además, la impresión acentuada formada por las combas es periódica. Los efectos perjudiciales de la cubeta de enfriamiento 71 se mitigan empleando una cubeta sensiblemente más profunda que lo normal de modo que la cubierta 26 se haya enfriado prácticamente antes de formar comba en contacto con el fondo de la cubeta.
- 10.
- 15.
- 20.

- A pesar de que la capa interior de la cubierta 21 podría extruirse sobre el alma blindada, recogerse y después hacerse avanzar a lo largo de otra cadena de producción en la cual se extruiría la capa exterior de la cubierta 26, es preferible realizar la extrusión en tandem de las dos capas de la cubierta. La recogida del alma con cubierta de polietileno 11 con impresión de la misma antes de aplicar la capa exterior de la cubierta 26 produciría un cierto estiramiento de las partes encaradas hacia fuera de la capa interior especialmente en las espiras interiores de
- 25.
- 30.

- menor diámetro en el carrete enrollador (no ilustrado). Entonces, cuando el alma blindada simple 11 se hace pasar a través de la cadena de producción de la capa exterior de la cubierta, el cable parcialmente completo, situado linealmente tiende a producir deformación de la capa interior de la cubierta 21. Esto se evita por extrusión en tandem, que ofrece también evidentes economías de fabricación. A pesar de que la modalidad preferible del cable 10 comprende una capa interior de la cubierta 21 fabricada de material de polietileno de baja densidad y una capa exterior de una cubierta 26 fabricada de polibutileno, el invento no queda restringido a estos materiales. No queda dentro del alcance de este invento proporcionar un cable en el cual la capa interior de la cubierta 21 y la capa exterior de la cubierta 26 se fabriquen de materiales que difieran de los de la primera modalidad. Lo importante es que el material de la capa exterior de la cubierta 26 pueda resistir las temperaturas elevadas expuestas, teniendo la capa interior de la cubierta 21 resistencia para permitir que se mantenga la integridad de la cubierta del cable a pesar de su impresión y de las tensiones inducidas en la misma durante la instalación del cable en conductos subterráneos. Por otro lado, la capa interior de la cubierta 21 debe presentar una superficie exterior lisa para ulterior aplicación de la capa exterior de polibutileno 26. La capa interior de la cubierta 21 se fabrica preferiblemente con un material de baja sensibilidad al efecto de entalla como, por ejemplo, polietileno.

Se ha averiguado que en un cable 10 fabricado según los principios de este invento, las capas de polietileno y de polibutileno de la cubierta por ejemplo, no se enlazan químicamente entre sí. Puede surgir la cuestión de si se utiliza el cable en una instalación difícil, v.g, con un trayecto tortuoso, se pudiera

- desplazar la capa exterior de la cubierta 26. Las pruebas han demostrado que se debe ejercer una tracción superior a 272 kg antes de que la doble capa de la cubierta 21 y 26 comience a desplazarse de la capa de acero ondulada 18. Además se necesita una tracción de casi 454 Kg para que se produzca deslizamiento entre la capa interior de la cubierta 21 y la capa exterior de la cubierta 26. Durante la curación del polibutileno, su transformación cristalina hace que la capa exterior de la cubierta 26 se contraiga y se acople apretada con la superficie encarada hacia fuera de la capa interior de la cubierta 21. El empleo de compuesto de relleno de jales de polipropileno-petróleo puede reducir esta última fuerza en un 43% a 24°C. Esto se puede resolver empleando un compuesto de relleno termoplástico.
- 5.
- 10.

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.
- 15.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para fabricar cable de doble cubierta, caracterizado porque dicho procedimiento comprende las fases de: hacer avanzar un alma de cable a lo largo de un trayecto de avance; aplicar una tira metálica ondulada alrededor de secciones sucesivas del alma del cable en avance con una costura soplada, teniendo la tira superficies principales encaradas hacia el interior y hacia el exterior, estando encarada hacia el alma del cable la superficie principal encarada hacia el interior; extruir una capa de cubierta de un primer material polímero sobre el alma y la tira metálica con el primer material polímero en íntimo contacto con la superficie principal encarada hacia fuera de la tira metálica, de modo que la distancia desde la línea central longitudinal del cable hasta la superficie encarada hacia fuera del primer material polímero sea por lo menos ligeramente mayor que la distancia desde la línea central hasta las partes exteriores de la tira metálica ondulada; y extruir una capa de cubierta de un segundo material polímero sobre la capa interior de la cubierta, pudiendo el segundo material polímero resistir temperaturas de por lo menos 100°C sin perjudicar la integridad del cable, teniendo el primer material polímero una relación de profundidad de entalla crítica sensiblemente mayor que la del segundo material polímero para mantener sustancialmente la integridad estructural del cable a pesar de la impresión de ondulaciones del primer polímero por la tira metálica.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa de la cubierta del primer material polímero se enfría por lo menos por aire antes de la extrusión de la capa del segundo material polímero sobre la misma.

ME

3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el cable sobre el que se ha aplicado la capa del primer material polímero se hace avanzar a través de agua antes de extruir la capa del segundo material polímero.

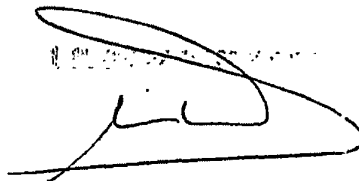
5 4.- Procedimiento para fabricar cable de doble cubierta, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 24 hojas escritas a máquina por una sola cara.

10 FEB. 1978

Madrid,

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to be a cursive representation of the letters 'W' and 'E'.

ME

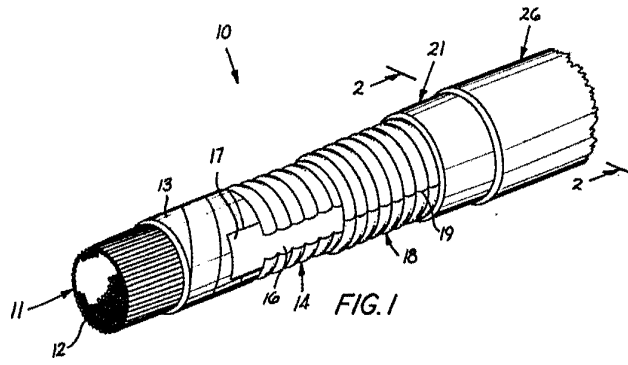


FIG. 1

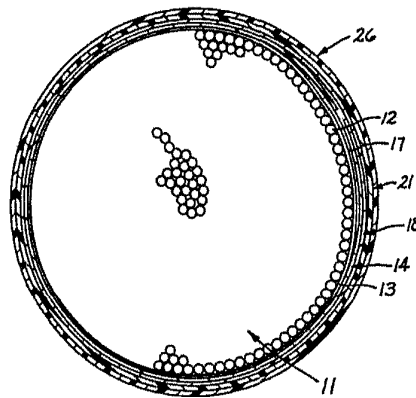


FIG. 2

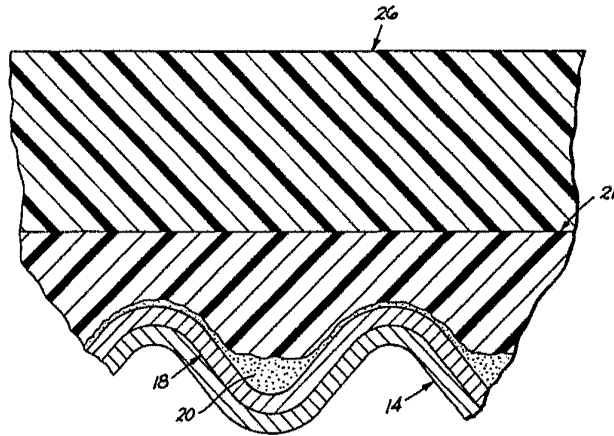


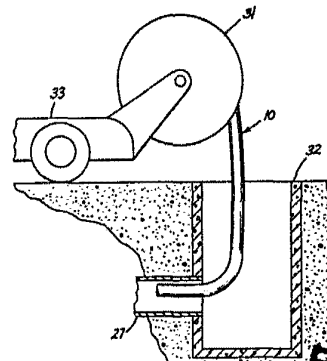
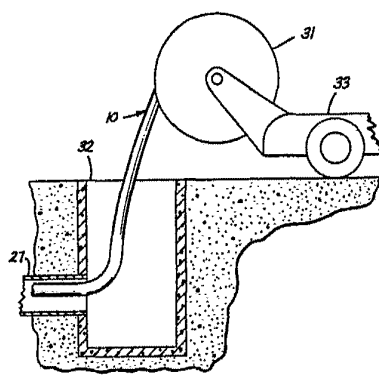
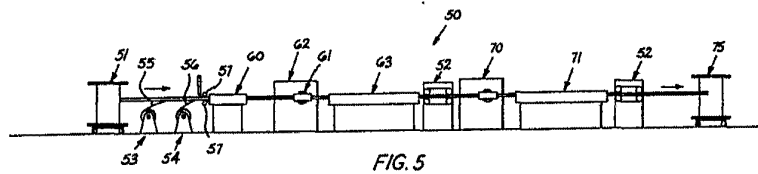
FIG. 3

ESCALA
VARIABLE

- 4 FEB. 1977

Madrid

RODRIGUEZ ACEBO Y BARRAL
Ingenieros de L. Gasto Fundador



ESCALA VARIABLE

4 FEB 1977

MANEZ ACEBO Y NOBETI
Ingenieros