



ESPAÑA

(10) ES	(11) NUMERO	(10) A I
(12) FECHA DE PRESENTACION	454478	
	22 DIC. 1976	

3.ª COPIA
PATENTE DE INVENCION

(20) PRIORIDADES: (21) NUMERO	(22) FECHA	(23) PAIS
642.852 737.752	22 de Diciembre de 1.975 2 de Noviembre de 1.976	Norteamerica id.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01R; H01B	

(64) TITULO DE LA INVENCION

Procedimiento y aparato para medir la eficacia de relleno de la operación de llenado del volumen interno de un cable en la fabricación de cables impermeables.

(71) SOLICITANTE (S)

WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPORATED, entidad norteamericana,

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

residente en 195 Broadway, New York 10007, EE.UU. de A.

(72) INVENTOR (ES)

JAMES ALPHUS HUDSON, JR. RAYMOND ALEXANDER LEVANDOSKI, ALLEN KYLE LONG.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

D. Jaime Gomez-Acebo y Modet.

20 FEB. 1978

La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para medir la eficacia de relleno de la operación de llenado en la fabricación de cables impermeables, según el cual se mide la capacitancia entre un par exterior de conductores y se mide la capacitancia entre un par interior de conductores y se comparan las capacitancias.

Los cables de telecomunicaciones, en especial los que se tienden subterráneos, se impermeabilizan convenientemente para evitar las dificultades de transmisión resultantes de la introducción de humedad en el cable. En general, dicha impermeabilización se realiza durante la fabricación del cable llenando el volumen interno del cable con un compuesto de relleno apropiado como, por ejemplo, petrolato o una mezcla de petrolato y polietileno. Para poder conseguir los resultados deseados, el material de relleno deberá ocupar de preferencia prácticamente todo el volumen del cable que no está ocupado por los conductores y otros componentes, incluyendo los intersticios entre pares de conductores trenzados. Se conocen diversos métodos y aparatos para rellenar cables, por ejemplo por las patentes Estadounidenses 3.832.215, 3.854.444, 3.850.139, 3.789.099, 3.876.487 y 3.733.225.

El procedimiento de relleno normal comprende la introducción del compuesto de relleno después que se ha formado el alma y antes de colocar sobre el alma el aglutinante final y la cubierta o blindaje. En esta estadio de la fabricación, el alma es relativamente compacta y resulta difícil introducir el compuesto de relleno, pero para evitar la entrada de humedad, cuando ulteriormente se utiliza el cable, se exige que exista un elevado porcentaje de relleno en el volumen total rellenable preferiblemente distribuido de un modo uniforme en toda la sección transversal del cable.

Se han ideado numerosos medios para tener la seguridad de

conseguir el porcentaje requerido de material de relleno en un cable, lo cual es una indicación de la eficacia de la operación de rellenado. Uno de dichos medios comprende cortar un extremo de un cable acabado y someter uno de sus extremos a la acción de agua bajo una presión conocida. Si fluye más de una cantidad determinada de agua por el otro extremo, el cable es inaceptable. Otro medio comprende pesar un trozo corto de cable rellenado. Como se conoce el peso sin rellenar, y como se puede determinar el peso de la cantidad apropiada del material de relleno para dicha longitud, el peso del trozo de cable rellenado deberá ser por lo menos igual a la suma de los dos para ser aceptable.

Otro método para determinar la aceptabilidad del cable relleno comprende medir la capacitancia de un cierto número de pares de conductores exteriores en un cable acabado, midiendo después la capacitancia de un número de pares de conductores interiores, y comparando las dos mediciones. La diferencia entre las dos mediciones, dividida por la medición exterior proporciona una medida de la eficacia del relleno que se puede comparar entonces con valores predeterminados empíricamente para asegurar si el cable es aceptable o no.

En los métodos de la tecnología anterior para determinar la eficacia del relleno, de los cuales se han citado anteriormente ejemplo, las operaciones se realizan sobre un cable acabado, por lo que si se ve que la eficacia de relleno es inadecuada, la parte completa del cable se debe tirar al desperdicio o intentar rellenar más el cable. En aquellos procedimientos con los cuales se realizan mediciones o pruebas en un trozo corto de cable, no hay medio de determinar y el resto del cable es igual que la muestra aprobada, por lo que se corre un riesgo calculado dependiendo de los resultados de la prueba. En aquellos procedimientos por los cua

les se prueba, la longitud del cable, como por ejemplo en el método de medición de la capacitancia, se puede producir una indicación de inaceptabilidad solamente de un trozo de cable defectuosos, muy corto, que podría cortarse si se conociera su ubicación a lo largo de la longitud del cable.

5.

Este último problema es común virtualmente a todos los procedimientos de la tecnología anterior, o sea, no hay medio de saber con seguridad en que punto a lo largo de la longitud del cable la cantidad de relleno ha quedado por debajo de un mínimo aceptable. Un inconveniente adicional de los métodos de pruebas de la tecnología anterior es que se realizan sobre cables acabados y los cables inaceptables se debe tirar a desperdicio o volverse a rellenar, lo cual exige un tiempo y gastos extras.

10.

Los problemas anteriores se resuelven con el procedimiento y el aparato del presente invento, que se caracterizan por que el procedimiento comprende las fases de verificar de una forma continua el cambio de capacitancia de un par exterior de conductores según pasa el cable a través de la sección de rellenado; verificar continuamente el cambio de capacitancia de un par interior de conductores según pasa el cable a través de la sección de rellenado; comparar los cambios verificados de capacitancia entre sí para asegurar la eficacia de relleno de la operación, y proporcionar una indicación de la ubicación a lo largo de la longitud del cable de los puntos o regiones donde se producen desviaciones en la eficacia del relleno.

15.

20.

25.

Mediante las operaciones anteriores se pone de relieve la ubicación de regiones de relleno inaceptables, cuyas regiones dan por resultado una reducción en la eficacia de relleno de la operación. La eficacia de relleno, en este contexto, es simplemente la relación del volumen realmente rellenado con respecto a un volumen

30.

total rellenable o, en términos de sección transversal, la relación de distribución real de relleno en el área en sección transversal respecto a la sección transversal rellenable.

5. Debido a la verificación continua del cambio de capacitancia según se realiza en las fases anteriores, empleando el presente invento se puede controlar la operación de relleno para remediar los defectos en la operación y asegurar virtualmente el mantenimiento de una eficacia de relleno aceptable durante la fabricación. Por lo tanto, el método del invento puede comprender las fases adicionales de generar señales de control en respuesta a desviaciones en la eficacia de relleno para variar un parámetro de la operación de relleno y corregir dichas desviaciones. Estos parámetros comprenden la temperatura y presión del compuesto de relleno, y la velocidad lineal del cable en movimiento según pasa a través de la sección rellenedora.
- 10.
- 15.

El invento, y su modo de operación, se comprenderán más plenamente en la descripción detallada que sigue y en los dibujos adjuntos, en los que:

20. La figura 1 ilustra una parte del alma del cable, equipo rellenedor, contador de metraje y equipo verificador en forma esquemática.

La figura 2 ilustra el equipo de verificación en forma esquemática y las interconexiones con el alma del cable.

25. La figura 3 ilustra la circuitería de medición de la capacitancia.

La figura 4 ilustra una circuitería codificadora, un transmisor y un receptor y la circuitería descodificadora utilizada para poner en práctica el invento.

30. La figura 5 ilustra formas de onda presentes en diversos puntos de la circuitería de medición.

La figura 6 ilustra un diagrama de pasos de programación de un ordenador para poner en práctica el invento; y

La figura 7 ilustra un gráfico de la eficacia de relleno para un tipo particular de cable.

5. Con relación a la figura 1, se ilustra en esta figura una parte de un alma de cable 1, cuya mayor parte se ilustra en un carrete de desenrollamiento 2, que gira sobre un eje 14. El alma 1 se ilustra pasando a través de una cámara de relleno indicada de un modo general por el N° 3. El alma 1 avanza desde la cámara de relleno 3, sobre un contador de metraje 4 y después se enrolla sobre un carrete devanador, no ilustrado, movido por un dispositivo de transmisión apropiado 10. Entre la cámara de relleno 3 y el contador de metraje 4 pueden tener lugar otras diversas operaciones de fabricación, como por ejemplo la ligadura final aplicada en espiral al alma, un blindaje de aluminio aplicado sobre la ligadura, y una cubierta aislante extruida sobre el blindaje, ninguna de las cuales se ilustra, aún cuando todas son operaciones perfectamente conocidas en la fabricación de cables para telecomunicación.

10. En las figuras 1 y 2, se podrá ver que el alma del cable 1 comprende, en esta modalidad, una pluralidad de pares trenzados de conductores aislados 6. Un par de conductores exteriores trenzados 7 se conecta por un par de conductores 8 a la entrada de un circuito de medición de la capacitancia, codificador y transmisor, que está indicado de un modo general como el conjunto 9, y que se describe con detalle con relación a las figuras 3 y 4. La circuitería del conjunto 9 se conecta por conductores de salida 11 a una bobina de acoplamiento de entrada 12 que gira con el carrete 2.

25. La bobina de acoplamiento de entrada 12 se asocia con una bobina de acoplamiento de salida 13 que se fija sobre el eje 14.

30.

La bobina 13 se conecta por conductores 16 a un receptor y decodificador indicado de un modo general como conjunto 17, y que se describe con detalle con relación a la figura 4.

5. De una manera similar, un par ulterior trenzado de conductores aislados 18 (vease la figura 2) se conecta por un par de conductores 19 a la entrada de un circuito de mención de la capacidad, codificador y transmisor, indicado de un modo general como conjunto 21, y que es similar a la circuitería descrita en el conjunto 9 de las figuras 3 y 4. La circuitería del conjunto 21 se
10. conecta por conductores de salida 22 a la bobina de acoplamiento giratoria 12, descrita anteriormente. Las señales procedentes de los conductores 22 se acoplan a través de la bobina 12 a la bobina de acoplamiento fija 13, y a través de los conductores 23 a un receptor indicado de un modo general como conjunto 24, y que es
15. similar al que se describe con detalle en el conjunto 17 de la figura 4.

- Se verá además que las salidas de los receptores 17 y 24 se alimentan a un ordenador o procesador 26 que puede ser un ordenador digital para uso general, para la finalidad que se describirá con detalle más adelante.
- 20.

- La circuitería de verificación de la capacitancia contenida en los conjuntos 9 y 17 y representada en las figuras 3 y 4, representa una modalidad para conseguir un alto grado de precisión un alto grado de precisión en el proceso de verificación. No obstante, se comprenderá que se pueden emplear otros dispositivos de circuito para verificar cambios de capacitancia, dependiendo del grado de precisión y velocidad de la respuesta deseada. A pesar de que la descripción siguiente está dirigida a circuitos de los conjuntos 9 y 17 para verificar el cambio de capacitancia entre los
25. conductores 7, una circuitería prácticamente idéntica está repre-
- 30.

sentada por los conjuntos 21 y 24 para verificar el cambio de capacitancia entre los conductores 18. Como las bobinas 12 y 13 son comunes a ambas ramificaciones de verificación, la circuitería de los conjuntos 21 y 24 funciona a frecuencia diferente a las de los conjuntos 9 y 17.

5.

A medida que progresa la operación de relleno, la capacitancia mutua del par de conductores 7 aumentará porque el aire entre los conductores 7, que tiene una constante dieléctrica de 1,0, es reemplazado por el compuesto de relleno, que tiene una constante dieléctrica materialmente diferente de la del aire como, por ejemplo, de 2,2. Además, a medida que aumenta la longitud del alma del cable, la capacitancia aumenta también en función a la longitud. El equipo de verificación funciona basado en el principio que en condiciones de funcionamiento normales, el par exterior de conductores 7 estará rodeado aproximadamente por un 100 % de compuesto de relleno porque se encuentran en el exterior del alma del cable 1 según pasa a través de la cámara de relleno 3.

10.

15.

En el circuito de la figura 3, una fuente de voltaje de referencia 31 genera una señal de salida, preferiblemente de corriente continua, por ejemplo de 5 voltios positivos, que se alimenta a un amplificador inversor 34 por el conductor 32, y a un contacto 42 de un interruptor bidireccional y monopolar 39. La señal de salida del amplificador 34 se alimenta por el conductor 37 al otro contacto 38 del interruptor 39. El interruptor 39 puede adoptar un cierto número de formas apropiadas como, por ejemplo, un dispositivo de estado sólido. Los voltajes alimentados a los contactos 42 y 38 se representan en la figura 5 por las referencias 33 y 36, respectivamente.

20.

25.

30.

El contador 43 del interruptor 39 alimenta voltaje de referencia positivo (33) o negativo (36) a un amplificador compensa

5. dor 46 por el conductor 44. Según resultará evidente más adelante, se puede hacer que aparezca una onda, como la indicada por la referencia 45 en la figura 5, en el conductor 44 y el conductor de salida 47 del amplificador 46 por accionamiento periódico del interruptor 39. La señal de salida del amplificador 46 se alimenta a la entrada negativa de un amplificador que diferencia (generador de corriente constante) 48, cuya señal de salida se alimenta a través de un resistor de carga 49 a los conductores 7, cargando se entonces la capacitancia existente entre los mismos (y descargándose). El amplificador 48 añade una pequeña cantidad de ganancia a la entrada de voltaje de referencia, por lo que la capacitancia se puede cargar a voltajes mayores o menores que los voltajes de procedencia positivos y negativos, respectivamente.

10. La carga (y descarga) de las capacitancias se deriva por un amplificador compensador 51, que sirve para aislar la circuitería de carga de capacitancia de los efectos de carga de otras partes del circuito. La señal de salida del amplificador 51, representada por la curva 55 en la figura 5, se alimenta por el conductor 66 a la entrada positiva del amplificador 48 por lo que, a medida que el amplificador 48 verifica la diferencia entre sus dos entradas de voltaje, proporciona a través del resistor 49 una carga e descarga de corriente constante de la capacitancia de los conductores 7.

15. La salida del amplificador 51 se dirige también a través del conductor 52 a un divisor de voltaje, compuesto por los resistores 53 y 54, cuya salida, representada por la curva 59 en la figura 5, se alimenta a una entrada de cada par de comparadores 57 y 58. Los comparadores 57 y 58 reciben también en sus entradas los voltajes de referencia positivo y negativo, respectivamente, por los conductores 41 y 37, según se ilustra. Además, la salida del

20.

25.

30.

amplificador 51, representada por la curva 55 de la figura 5, se alimenta a una entrada de cada uno de un par de comparadores 63 y 64, cuyas otras entradas reciben los voltajes de referencia positivo y negativo por los conductores 41 y 37, reespectivamente.

5. La salidas de los comparadores 57 y 58 se alimentan a un circuito basculador 61, cuya salida se utiliza para controlar el interruptor 39. Cuando la onda de entrada 59 (figura 5) al comparador 57 es igual o mayor que el voltaje de referencia positiva en el conductor 41, el comparador 57 produce una señal de salida para colocar el basculador 61 y, a su vez, activar el interruptor 39, por lo que el contactor 43 se une al contacto 38 y el voltaje de referencia negativo se alimenta al amplificador 46. Por el contrario, si la onda de entrada 59 (figura 5) es igual o más negativa que la señal de entrada en el conductor 37 al comparador 58,
10. el comparador 58 genera una señal para invertir el basculador 61 y por lo tanto el interruptor 39, alimentando de este modo el voltaje de referencia positivo al amplificador 46. Por la acción que se acaba de describir, se genera la onda 45 de la figura 5 y se alimenta al amplificador de diferencia 48.
15. Se verá que la circuitería descrita hasta este punto verifica la carga de la capacitancia de los conductores 7 hasta que la carga alcanza un nivel de referencia específico y entonces hace que la capacitancia se descargue y se vuelva a cargar en dirección opuesta a un nivel de referencia específico. Para obtener una valoración apropiada del cambio de capacitancia, es conveniente verificar el periodo de tiempo de los ciclos de carga y descarga.
20. Esto se realiza en la modalidad de las figuras 3 y 4 mediante comparadores 63 y 64 y su circuitería correspondiente.
25. Según se ha descrito anteriormente, la señal de salida del amplificador compensador 51 sigue la carga y descarga de la ca
- 30.

- pacitancia del par de conductores 7, estando representada la onda resultante por la curva 55 de la figura 5, y alimentan su señal de salida a los comparadores 63 y 64. La salida de los comparadores 63 y 64 se alimentan a las dos entradas de una puerta NY 67, según se ilustra. En ausencia de cualquier señal en cualquiera de sus entradas, la puerta NI 67 suministra una señal de activación de una manera conocida, pero cuando aparece una señal en una u otra entrada, la puerta se pone en derivación, o indica de otro modo un estado de desconexión o desactivación. Cuando la señal alimentada al comparador 63 desde el amplificador 51 es menor que la señal en el conductor 41, el comparador 63 no produce señal de salida. De igual manera, cuando la señal procedente del amplificador 51 al comparador 64 es mayor que la señal en el conductor 37, el comparador 64 no produce señal de salida. En estas condiciones, la puerta NI 67 da una indicación de conexión o activación. No obstante, cuando la señal de entrada o comparador 63 procedente del amplificador 51 iguala o supera a la señal en el conductor 41, el comparador 63 produce una señal de salida que conmuta a la puerta NI 67 a desconexión. Por la misma razón, cuando la señal procedente del amplificador 51 al comparador 64 es igual o menos que la señal en el conductor 37, el comparador 64 produce una señal de salida que desconecta la puerta 67. Así, cuando la onda 55 de la figura 5 se alimenta a los comparadores 63 y 64, la señal de salida resultante de la puerta NI 67 está representada por la onda 68 de la figura 5, dándose la longitud o duración del ciclo de carga por el periodo T. Se comprenderá que a medida que se rellena el cable, el periodo T aumentará debido a la mayor capacitancia y, por lo tanto, los mayores tiempos de carga y descarga, lo cual reduce las pendientes de las ondas 55 y 59.
- En la figura 4 se verá que la señal de salida de la puer-

5. ta NI 67 se alimenta a una entrada de una puerta Y 69, cuya otra entrada recibe señales alimentadas desde un reloj oscilador de cristal 70. La señal de salida a la puerta 69 se alimenta a un contador binario 71. Se verá que durante cada periodo T de la onda 68 de la figura 5, v.g., cuando la puerta NI 67 da una indicación de conexión, se alimenta una serie de impulsos digitales a la frecuencia del reloj al contador 71, que cuenta los impulsos y salidas a un registrador de corrimiento 72 en números binarios indicativos de la longitud del periodo de T. Un circuito temporizador y de control 10. 73, que recibe señales por el conductor 65 desde el basculador 61, repone el contador 71 en cada cambio de estado del basculador 61, y al mismo tiempo vacía el registrador de corrimiento 72 en una corriente de datos en serie a un divisor de módulo variable 74. Así, el ciclo de contaje del contador 71 se hace que coincida con 15. los ciclos de carga y descarga de la capacitancia que se verifica. Además, el propio contaje indica la longitud del ciclo de carga o descarga y cambia (aumenta) a medida que avanza la operación de relleno.

20. El divisor de módulo variable 74 recibe una señal de entrada del reloj 70 así como del registrador de corrimiento 72 y produce un par de frecuencias de salida, por ejemplo de 6,25 KHz y 5,68 KHz, una de las cuales representa los unos binarios de la señal procedente del registrador y la otra representa los ceros binarios de la misma señal. La salida del divisor 74 se hace pasar a través de un filtro de paso bajo 76 a una bobina de acoplamiento giratoria 12 como señales indicativas de la capacitancia de carga de 25. los conductores 7.

30. En este estadio de la operación del sistema de verificación ilustrado en la figura 1, se han creado señales de audiofrecuencia que indican la capacitancia de cambio de los conductores 7

- a medida que avanza la operación de relleno, De igual manera, se habrán generador señales similares por parte de la circuitería del transmisor 21 para indicar la capacitancia de cambio de los conductores 18. Se puede operar con estas señales para conseguir las comparaciones deseada y, por lo tanto, una medición de la eficacia de relleno de diversos modos. El resto de la circuitería de la figura 3 ilustra una modalidad para conseguir los resultados deseados.
- 5.
- Las señales de audiofrecuencia en la bobina 12 son captadas por la bobina 13 y alimentadas por los conductores 16 a un filtro de paso de banda 77. El filtro 77 funciona para pasar aquellas frecuencias indicativas de las capacitancia y cambios de capacitancia de los conductores 7. Un filtro similar en el receptor 24 pasa solamente aquellas frecuencias indicativas de la capacitancia y cambios de capacitancia de los conductores 18.
- 10.
- La señal filtrada se alimenta a un convertidor 78 que genera una salida de voltaje que tiene una magnitud determinada por cuya frecuencia (6,25 KHz o 5,68 KHz) se alimenta a su entrada. La salida del convertidor se alimenta a un comparador de voltaje 79 que genera un número binario indicativo de voltaje que se ha recibido en su entrada, y su salida binaria se alimenta a un registrador de corriente 81. El comparador 79 y el registrador de corrimiento 81 reciben de una forma continua la transmisión de datos en serie asincrónicos del transmisor.
- 15.
- La señal de salida del comparador 79 se alimenta también a un circuito lógico de sincronización 83 que reconoce cuando aparece presente una palabra de señal completa en el registrador de corrimiento 81 y lo indica a un circuito de bloqueo de dato 82 conectado a la salida del registrador 81, para almacenar la palabra. El circuito de bloqueo genera entonces una señal de orden de lectura que se alimenta a través del conductor 85 al ordenador 26, y el
- 20.
- 25.
- 30.

ordenador lee y almacena la señal de entrada procedente del circuito de bloqueo alimentada por los conductores 86. Las señales binarias recibidas por el ordenador 26 por los conductores 86 son indicativas del cambio de capacitancia entre los conductores 7 a medida que avanza la operación de relleno. El contador de metraje 4 (figura 1) alimenta también señales por los conductores 88 al ordenador 26. Al mismo tiempo, las señales que representan el cambio de capacitancia entre los conductores 18, se alimentan al ordenador 26 por los conductores 87. La señal procedente del ordenador 4 es preferiblemente una indicación de impulso por distancia como, por ejemplo, un impulso por cada 305 mm de cable 1 que pasa por el mismo.

La operación de las fases de cómputo realizadas por el ordenador 26 se comprenderá mejor tomando como referencia la figura 6, que es un diagrama del proceso de programación del ordenador. Según se indicó anteriormente, las señales alimentadas a la bobina 12, junto con las señales de metraje, contienen los datos necesarios para computar la eficacia de relleno de la operación. La circuitería del receptor 17 (figura 4) se diseña para preparar esta información para ser utilizada por el ordenador 26, pero se comprenderá que podrían realizarse las operaciones siguientes por otros medios distintos a un ordenador, si así se deseara.

En el diagrama de programación de la figura 6, la casilla 91 representa las entradas de datos al ordenador 26. El ordenador 26 determina entonces el aumento de capacitancia por unidad de longitud de cable 1 elaborado, o la pendiente, para el par de conductores exteriores trenzados 7 y para el par de conductores interiores trenzados 18, dividiendo el cambio de capacitancia por el cambio de metraje elaborado de cable relleno, según se indica en la casilla 92 de la figura 6.

5. El ordenador 26 compara entonces la pendiente derivada de la capacitancia del par exterior de conductores trenzados 7 a un valor dependiente predeterminado y calcula el porcentaje de diferencia de capacitancia entre los dos, si la hubiera. El valor dependiente predeterminado se cifra tomando como base un cable relleno que tenga un promedio de capacitancia mutua de 52 nanofaradios por kilómetro de longitud. Esto se representa en la casilla 93 de la figura 6.

10. El ordenador 26 realiza también los mismos cálculos con respecto al par interior de conductores trenzados 18, para determinar el porcentaje de diferencia en capacitancia, pero comprando con el valor dependiente de capacitancia del par exterior, según se indica en la casilla 94 de la figura 6.

15. El ordenador 26 se utiliza entonces para determinar o calcular la eficacia del relleno del par exterior de conductores trenzados 7, según se indica en la casilla 96 de la figura 6.

20. La eficacia de relleno se determina a partir de la diferencia de capacitancia mutua y está en función a dos variables importantes. La primera variable que se ha de considerar es la separación geométrica de los dos conductores aislados 7 entre sí y con respecto a los otros conductores aislados 6 en el cable 1. La segunda variable es la constante dieléctrica del material aislante que rodea a los conductores y penetra en los intersticios comprendidos entre los mismos.

25. No obstante, desde un punto de vista práctico, se puede suponer que la variable de la separación geométrica permanecerá relativamente constante en todo el proceso de relleno del cable y, por lo tanto, se puede suponer constante en los cálculos. Esto deja entonces ver que la constante dieléctrica del material aislante que rodea a los conductores se tome en consideración pero debe cal

30.

cularse en términos de capacitancia mutua.

5. La eficacia de relleno, según se ha mencionado anteriormente, se define como una indicación del área de sección transversal rellenable que ha relleno con compuesto impermeabilizante, si se compara con el área de sección transversal total que podría rellenoarse para dar un resultado del 100 % de relleno.

Además, la parte de área rellenable rellenoada con el compuesto, con relación al área total rellenoable está en función a la constante dieléctrica del área total rellenoable.

10. Así, la eficacia de relleno se puede determinar empleando la ecuación siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Eficacia} &= (E_F - E_{PJ}) (1 + 2 E_{PJ}) \quad 100 \% \\ \text{de} & \quad 1 - \frac{\quad}{\quad} \\ \text{Relleno} & \quad \frac{(E_F + 2E_{PJ}) (1 - E_{PJ})}{2} \end{aligned}$$

- 15.

Donde: E_F = Constante dieléctrica del área rellenoable del cable

E_{PJ} = Constante dieléctrica del compuesto de relleno puro.

- 20.

Midiendo entonces el cambio de esta constante dieléctrica se puede determinar la cantidad de compuesto de relleno que se ha añadido.

25. No obstante, este cambio no se puede medir directamente, sino que se debe utilizar una ecuación que relaciona este cambio con el cambio total en la capacitancia mutua, que se puede medir.

Dicha ecuación es:

$$\Delta E_F = \frac{\Delta E (RE_{F_{Max}} - RE_I + E_L - E_{F_{Min}})}{(E_I - RE_I)}$$

30. Donde: $E_{F_{Max}}$ = Valor máximo de E por 100 % rellenoado

$E_{F_{Min}} = \text{Aire} \approx 1,00$

$E = \text{Constante dieléctrica general}$

$E_I = \text{Constante dieléctrica del aislamiento de los conductores}$

5.

$R = \frac{\text{Capacitancia mutua sin relleno}}{\text{Capacitancia mutua con el 100 \% de relleno}}$

Si el valor, o ecuación, de E_F se sustituye la ecuación expuesta anteriormente, se puede resolver la eficacia de relleno.

No obstante, la primera ecuación expuesta se puede simplificar aún más empleando un tipo específico de cable.

10.

Por ejemplo, para probar un tipo de cable en su fabricación, por ejemplo de conductores aislados con polipropileno y teniendo el cable una capacitancia mutua de 52 nanofaradios por kilómetro, le ecuación será:

15. Eficacia de relleno = $100 - 50 \frac{1}{\frac{19,4}{\% \Delta E}} - 0,224 \%$

Donde: $\Delta E = \text{Diferencia de capacitancia entre el par exterior y un valor predeterminado o diferencia de capacitancias interior y exterior (casillas 93 y 94, figura 6)}$.

20.

Con el cable del ejemplo presente, el porcentaje de ΔE se limita ala escala de 0-16.

Todos los cálculos anteriores se indican realizados en las casillas 96 y 103, figura 6.

25.

La figura 7 es una curva que ilustra la ecuación anterior de la eficacia de relleno en función al porcentaje de diferencia en capacitancia mutua, para el tipo de cable mencionado anteriormente.

30.

Según se ha expuesto anteriormente, en condiciones normales de operación se supone que el par exterior trenzado de conductores 7 recibe un 100 % de relleno. Si este es un hecho que ocu-

re cuando la pendiente se calcula en la casilla 93, figura 6 se calculará la eficacia de relleno siendo el cálculo resultante igual a un máximo del 100% en la casilla 6. No obstante, si esto no ocurre se calculará la eficacia de relleno, casilla 96, figura 6. Si el resultado es menor que el valor predeterminado, el ordenador 26 suministrará señales por el par de conductores 98, figura 1, para controlar una válvula 99 en la cámara de relleno 3 con el fin de aumentar la presión del compuesto de relleno en un intento de alcanzar el estado de llenado predeterminado en el par exterior trenzado de conductores 7. Esto se ilustra como casilla 101 en la figura 6. La válvula 99 puede ser una válvula de flujo digital como el modelo 6-607 D de Digital Dynamics, Inc, de Sunnyvale, California.

Además, el ordenador 26 puede enviar señales por un par de conductores 102, figura 1, para aumentar la temperatura de la cámara de relleno 3 y hacer que el compuesto de relleno sea menos viscoso. Además, el ordenador puede generar señales para controlar el dispositivo de transmisión 10 a través de los conductores 110 con el fin de alterar la velocidad lineal del cable en avance 1.

Evidentemente, el ordenador 26 puede generar señales para controlar una u otra, o la combinación, o todas las variables mencionadas anteriormente, según verifica de una forma continua la eficacia de relleno relativa.

El ordenador 26 calcula también la eficacia de relleno en el par interior trenzado de conductores 18, empleando las ecuaciones expuestas anteriormente, según se indica en la casilla 103 figura 6, El valor calculado puede que no sea el mismo que el calculado para el par de trenzado exterior de conductores 7 (casilla 96, figura 6), puesto que las pendientes pueden ser dife

rentes (veáanse las casillas 93 y 94, figura 6).

5. En el caso de que el valor calculado se determine en un valor inferior a una exigencia predeterminada como se determina en la casilla 104, figura 6, el ordenador 26 generará señales para controlar las variables, casillas 106, figura 6. Estas señales serán similares a las generadas en la casilla 101, figura 6, para controlar de un modo similar la presión de la temperatura de compuesto de relleno o la velocidad lineal del cable I.

10. Durante el funcionamiento del equipo, el ordenador 26 enviará señales por un par de conductores 107 para hacer que los resultados de la verificación continua de la eficacia de relleno se registren en un dispositivo registrador 108. El registro puede ser una serie de lecturas de valores reales imprimiéndolas con valores de metraje correspondientes de alma de cable 1, o puede ser un trazado de datos y metraje, como el calculado en las casillas 96 y 103, figura 6.

15. Como variante, se puede obtener la eficacia de relleno del cable, pero no con tanta precisión como se ha descrito anteriormente, midiendo el cambio de capacitancia de un solo par trenzado de conductores, preferiblemente cerca del centro del cable, como es el par trenzado 18. Las señales indicativas de dicha capacitancia se manejarían de un modo similar al descrito anteriormente y se introducirían en el ordenador 26. El ordenador 26 tendría almacenado también en memoria un cambio normal de capacitancia para el tipo particular de cable sometido a la operación de relleno, y elaboraría el cambio debido por ejemplo empleando las casillas 93, 96, 97, 101 y 108, figura 6.

20. 25. 30. Descrita suficientemente la naturaleza del invento,

asi como la 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.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento y aparato para medir la eficacia de relleno de la operación de llenado del volumen interno de un cable en la fabricación de cables impermeables, que tienen una pluralidad de conductores en su interior, procedimiento, caracterizado porque comprende las fases de: verificar continuamente el cambio de capacitancia de un par exterior de conductores a medida que pasa el cable a través de una cámara de relleno; verificar continuamente el cambio de capacitancia de un par interior de conductores según pasa el cable a través de la cámara de relleno; y comparar los cambios verificados de capacitancia del par exterior y el par interior entre si para asegurar la eficacia de relleno de la operación de llenado.
10. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por la fase adicional de proporcionar una indicación de la ubicación a lo largo de la longitud del cable de aquellas regiones donde se producen desviaciones en la eficacia de relleno.
15. 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por la fase adicional de comparar el cambio de capacitancia verificado del par exterior de conductores con un valor de referencia predeterminado.
20. 4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado por la fase de generar señales de control en respuesta de desviaciones en la eficacia de relleno para variar un parámetro de la operación de relleno y mantener las desviaciones dentro de límites aceptables.
25. 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la presión del material de relleno se varia para
- 30.

mantener la desviación dentro de límites aceptables.

6.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la temperatura del material de relleno se varía para mantener la desviación dentro de límites aceptables.

5. 7.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque las señales de control regulan la velocidad del movimiento del cable a través de la cámara de relleno.

10. 8.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores caracterizado porque para verificar la cantidad de relleno que se introduce en un cable a medida que el cable avanza a través de la cámara de relleno, se realiza mediante las fases de verificar el cambio de capacitancia de un par trenzado de conductores en el cable, y comparar los cambios verificados de capacitancia con un valor normal predeterminado de cambio de capacitancia.

15. 9.- Aparato para la realización del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-7, caracterizado porque incluye un primer dispositivo para medir de una forma continua el cambio de capacitancia de un par exterior de conductores en el cable según pasa a través de una cámara de relleno;

20. un segundo dispositivo para medir continuamente el cambio de capacitancia de un par interior de conductores en el cable según pasa a través de la cámara de relleno; y medios asociados con el primer y el segundo dispositivos para generar señales indicativas de los cambios de capacitancia de los conductores a medida que

25. se producen los cambios.

30. 10.- Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque se utilizan medios para determinar la eficacia de relleno incluyendo medios para comparar el cambio de capacitancia del par exterior de conductores con el cambio de capacitancia del par interior de conductores.

5.

11.- Aparato según la reivindicación 10, caracterizado porque los medios mencionados en último lugar comprenden además medios para generar señales de control en respuesta a desviaciones en la eficacia de relleno para variar un parámetro de la operación de relleno y mantener la desviación dentro de límites aceptables.

10.

15.

20.

12.- Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque se dota de medios que incluyen una fuente de voltaje para cargar y descargar continuamente la capacitancia de un par de conductores entre límites de voltaje superior e inferior, un dispositivo comparador que responde a la carga de la capacitancia al alcanzar un límite de carga, para generar una señal e invertir el voltaje alimentado a la capacitancia; un segundo dispositivo comparador para proporcionar una indicación del momento en que la carga en la capacitancia supera los límites de voltaje superior e inferior; medios para generar un tren de impulsos en ausencia de la indicación desde el segundo dispositivo comparador; y medios para contar los impulsos generados entre las indicaciones, indicando el número de impulsos los tiempos de carga y descarga de la capacitancia.

25.

30.

13.- Aparato según la reivindicación 12, caracterizado además porque se disponen medios para cargar y descargar continuamente la capacitancia de un segundo par de conductores entre límites de voltaje superior e inferior; un tercer dispositivo comparador que responde a la carga de capacitancia del segundo par de conductores al alcanzar un límite de carga, para generar una señal e invertir el voltaje alimentado a la capacitancia; un cuarto dispositivo comparador para proporcionar una indicación del momento en que la carga en la capacitancia del segundo par de conductores supera los límites de voltaje superior e infe

- rior; medios para generar un segundo trén de impulsos en ausencia de dicha indicación procedente del cuarto dispositivo comparador; y medios para contar los impulsos generados entre las indicaciones, indicando el número de impulsos los tiempos de carga y descarga de la capacitancia del segundo par de conductores.
- 5.
- 14.- Aparato según la reivindicación 13, caracterizado porque se dispone medios para convertir los impulsos en señales indicativas de la capacitancia de cambio del par exterior de conductores y el par interior de conductores; y medios para com
10. parar las señales representativas de la capacitancia de cambio del par exterior de conductores con las señales representativas de la capacitancia de cambio del par interior de conductores y determinar la eficacia de relleno de la operación de relleno.
- 15.- Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque los medios mencionados en último lugar comprenden medios para generar señales de control y variar un parámetro de la operación de relleno con el fin de mantener la eficacia de relleno dentro de límites aceptables.
- 15.
- 16.- Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque los medios mencionados en último lugar comprenden medios que proporcionan una indicación de desviaciones en la eficacia de relleno.
- 20.
- 17.- Aparato según la reivindicación 16, caracterizado porque comprende medios para verificar el avance del cable a través de la cámara de relleno y proporcionar una indicación del lugar a lo largo del cable donde se producen desviaciones en la eficacia de relleno
- 25.

18.- Procedimiento y aparato para medir la eficacia de relleno de la operación de llenado del volumen interno de un cable de la fabricación de cables impermeables, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

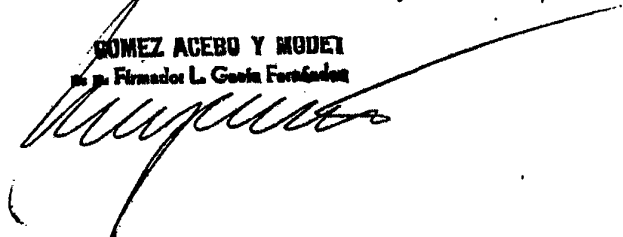
Esta Memoria consta de veinticuatro hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 22 DIC. 1976

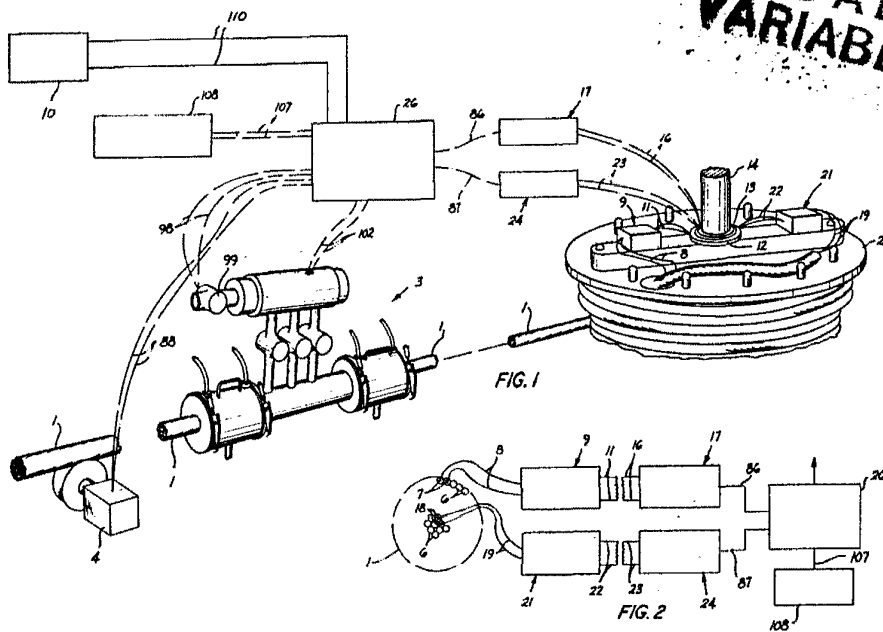
WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED,

GOMEZ ACEBO Y MUDEI

por el Firmador L. Gómez Acebo y Mudei



ESCALA VARIABLE



22 DIC. 1976

[Handwritten signature]

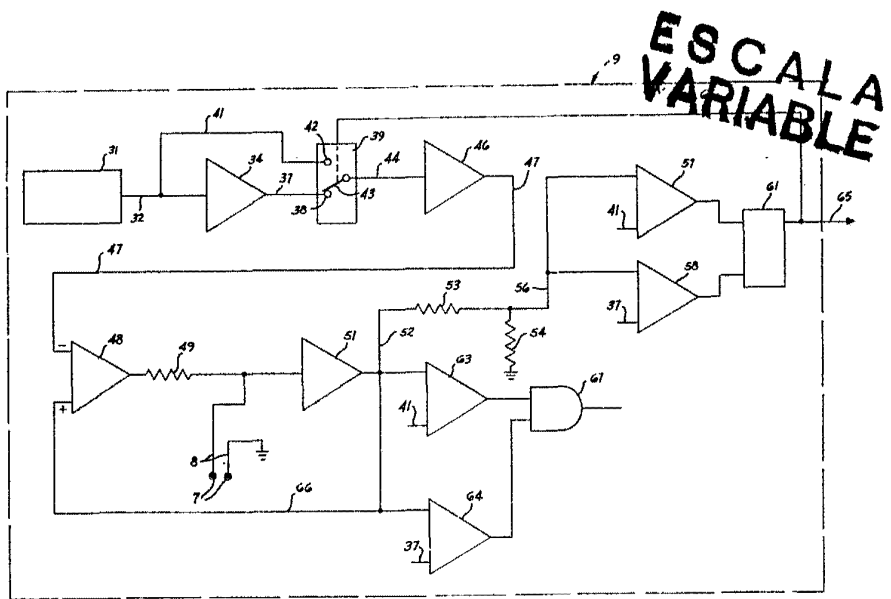


FIG. 3

~~SECRET~~

Western Electric Company
1948

[Handwritten signature]

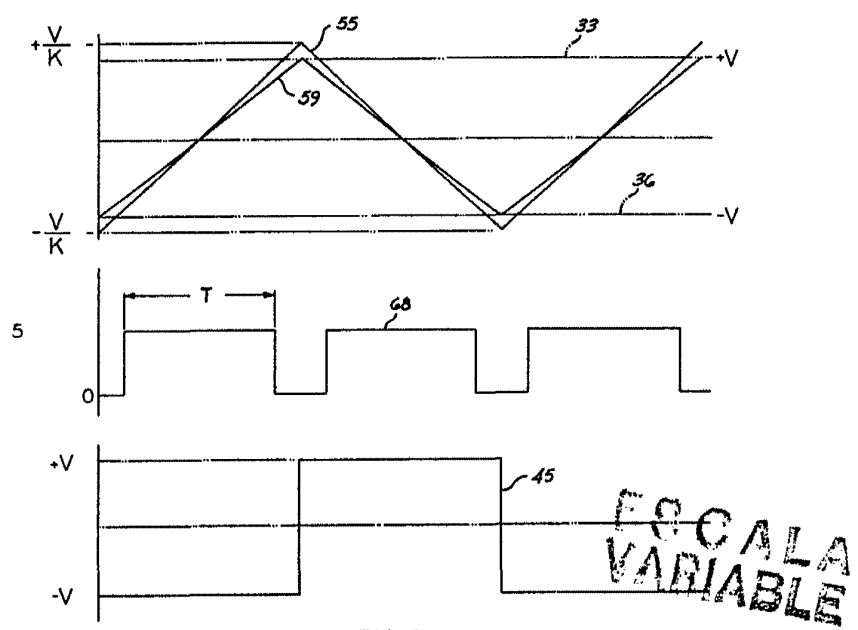


FIG. 5

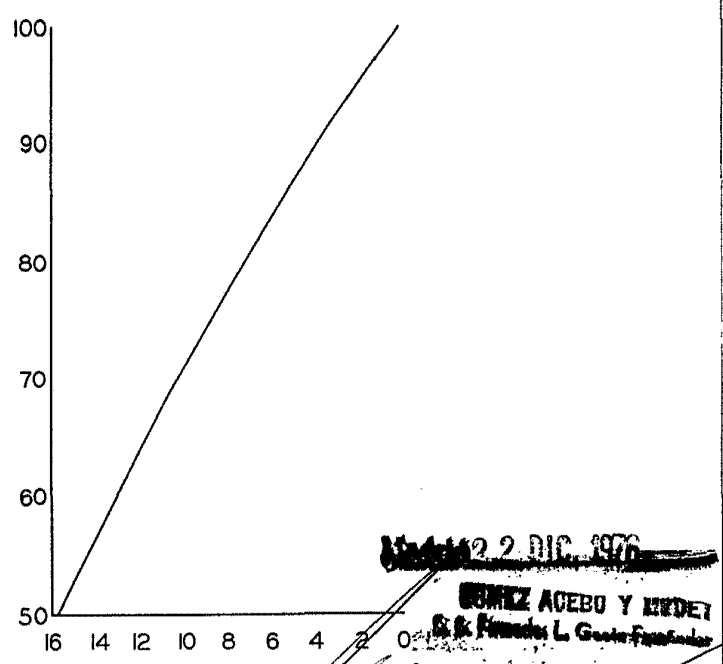


FIG. 7

[Handwritten signature]

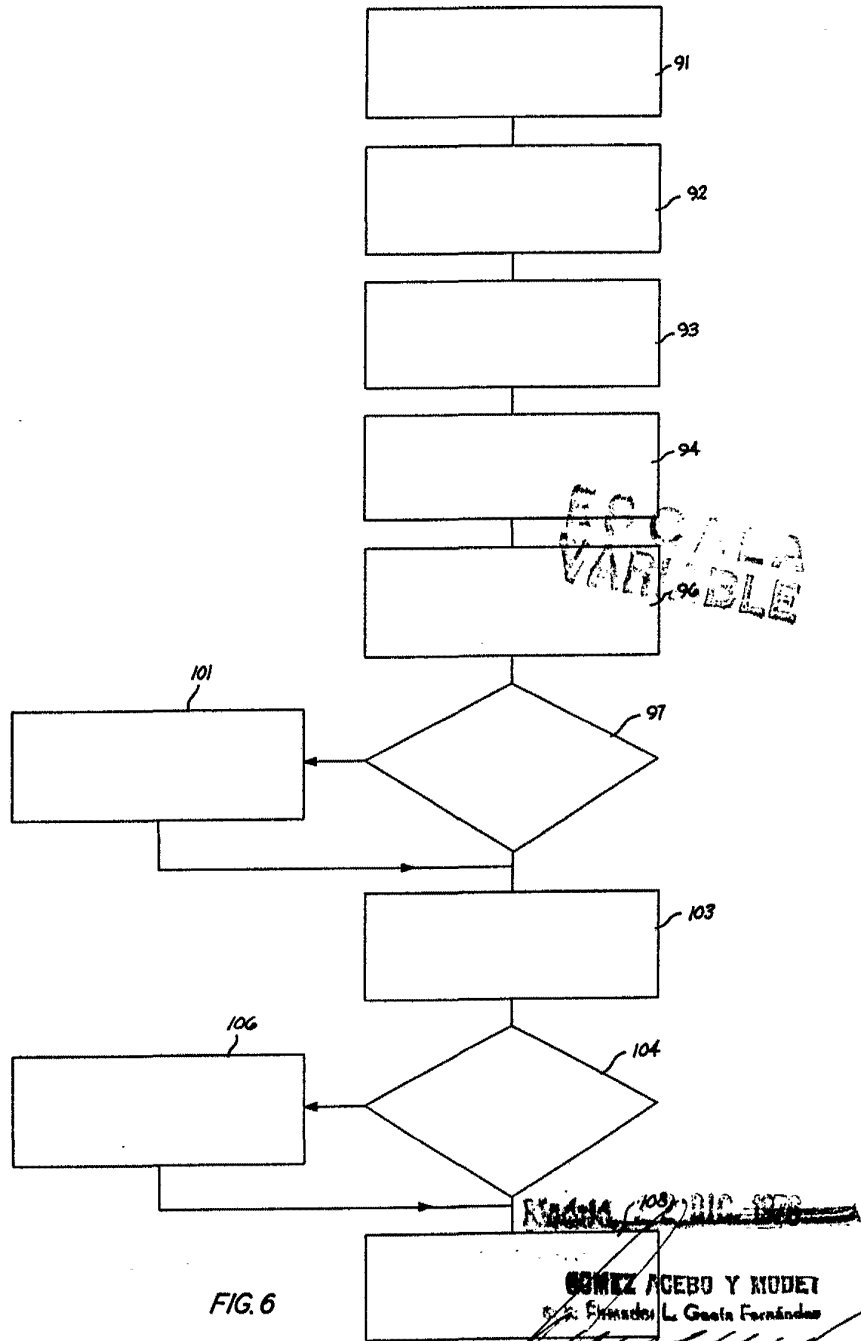


FIG. 6