



07

Nº 1 7 95

E. Baguley, A.W. Gent, F.D. Barnes, T.F. Gretton
Caro. 17.5.1.1

1 8 3 7 1 4

1 8 3 7 1 4

MEMORIA DESCRIPTIVA

PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA

POR: "MEJORAS EN O RELATIVAS A EMPALMES O

TERMINACIONES PARA CABLES

ELECTRICOS DE CONDUCTORES CONCENTRICOS"

A NOMBRE DE STANDARD ELECTRICA, S.A., DOMICILIADA EN

MADRID, CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº. 7

Este invento se refiere a cables de conductores
coaxiales o cables de conductores pareados equilibrados para la
transmisión de corrientes eléctricas de señalización de alta fre-
cuencia y particularmente a medios para hacer empalmes para tales
cables.



EL fin del invento es proveer un empalme, o dispositivo terminal que no cause la ocurrencia de reflexiones apreciables a cualquier frecuencia dentro de la banda de frecuencia que se ha de transmitir.

183714

10

Un dispositivo terminal es sólo una forma especial de empalme en el que un equipo terminal adecuadamente diseñado reemplaza a uno de los cables y en la siguiente descripción se utilizará la palabra empalme para designar empalmes entre dos longitudes de cable o dispositivos terminales que unen un cable a un equipo terminal, Cuando sea necesario hacer referencia concreta a un dispositivo terminal se describirá como tal.

15

20

Es bien sabido que a medida que aumenta en ancho la banda de frecuencia que se ha de transmitir sobre un cable de telecomunicación de alta frecuencia, el aumento consiguiente en la frecuencia más alta que se ha de transmitir pueda requerir la consideración de la longitud eléctrica de los empalmes pues pueden introducir irregularidades de impedancia que conducen a reflexiones no deseables de las corrientes de señal. La longitud física de los empalmes, en común con las longitudes de los empalmes en cables utilizados para transmitir bajas frecuencias, puede ser bastante pequeña, por ejemplo menos de doce pulgadas.

25

Cuando el empalme tiene una longitud eléctrica pequeña pero apreciable a la frecuencia más alta que se ha de transmitir, tiene que diseñarse de modo que pueda conectarse al cable sin que cause reflexión apreciable de la señal transmitida. Es también bien

30



183714

sabido que un método de conseguir esta carencia deseada de reflexiones es construir el empalme de tal modo que en todos los puntos a lo largo de su longitud, la impedancia característica del mismo es igual a la impedancia característica del cable a que está conectado.

35

La impedancia característica del cable o de las componentes de los empalmes que se han de describir es la impedancia, calculada por medio de fórmulas bien conocidas desde los parámetros eléctricos apropiados. En el caso de las altas frecuencias de las que trata esta descripción, la impedancia característica en ohmios está definida con suficiente exactitud como igual a $\sqrt{\frac{L}{C}}$ en donde L y C son respectivamente la inductancia en Henrios y la capacidad en faradios por unidad de longitud del cable o componente del empalme.

40

45

En general por razones mecánicas o físicas, la estructura dieléctrica de los empalmes será diferente de la de los cables de alta frecuencia. Por ejemplo, tales cables de alta frecuencia están comúnmente contruidos con dieléctrico de aire y es necesario proveer un dispositivo terminal que esté protegido para evitar la entrada de humedad en el extremo del cable. En algunas formas de construcción el material dieléctrico puede ser averiado por el calor y por esta razón es necesaria una construcción diferente en los empalmes de modo que no se averie el dieléctrico como consecuencia del ca-

50



55

ler aplicado durante la soldadura de los conductores.

183714

60

Es también conveniente en el caso de cables con dieléctrico de aire proveer barreras herméticas al agua a intervalos para limitar el deterioro producido por la entrada de agua en el cable como consecuencia de una avería mecánica accidental. Los empalmes entre longitudes adyacentes de cable proveen posiciones convenientes para tales barreras herméticas al agua.

65

70

75

El requisito de mantener constante la impedancia característica a pesar de la diferencia entre las propiedades eléctricas de las estructuras dieléctricas utilizadas en los empalmes y las de la estructura dieléctrica utilizada en los cables de alta frecuencia, puede hacer necesario que los miembros conductores de los empalmes tengan que adaptarse a formas que incluyen al cambio de dimensiones a través de sus longitudes, lo cual no se prestaría a la facilidad de ensamble o fabricación. El presente invento provee medios por los cuales se consigue contrarrestar el requerimiento de que el empalme tenga una impedancia constante a través de su longitud, sin reflexiones apreciables en la señal transmitida. En consecuencia los cambios que pueden ser necesarios en las estructuras dieléctricas en los empalmes pueden hacerse sin hacer indispensables los cambios en las formas y dimensiones de los conductores y pueden hacerse los cambios que pueden ser necesarios en las formas y dimensiones de los conductores sin imponer cambios



183714

80 en la estructura dieléctrica.

El invento provee un empalme para conectar dos longitudes de cable de señalización eléctrica de alta frecuencia de características eléctricas similares comprendiendo un número impar de componentes dispuestos sucesivamente, cuya estructura dieléctrica de cada uno difiere de la de dicho cable pero es uniforme a través de su longitud, siendo tales las propiedades eléctricas y longitudes de dichos componentes que la suma vectorial de todas las reflexiones que ocurren en empalmes entre componentes sucesivos y entre los componentes extremos y dicha longitud de cable es esencialmente cero en cualquier punto dentro de dicha longitud de cable.

La naturaleza del invento quedará mejor entendida por la siguiente descripción que comienza con un estudio matemático del problema y continúa con una explicación de como se aplican los resultados matemáticos y una descripción de varias formas de empalme de acuerdo con el invento que se darán después con relación a los adjuntos dibujos, en los cuales:

La fig. 1 es una sección longitudinal de un empalme en un cable coaxial.

100 La fig. 2 es una sección longitudinal de un dispositivo terminal para un cable pareado equilibrado.



La fig.3 es una sección longitudinal de un tipo de cable coaxial subterráneo.

La fig. 4 es una sección longitudinal de una pieza de polieteno intercalada utilizada en el cable mostrado en la fig. 3.

La fig.5 es una sección longitudinal de una forma sencilla de empalme en el cable mostrado en la fig. 3.

La fig.6 es una sección longitudinal de una forma más elaborada de empalme en el cable mostrado en la fig. 3.

183714

110 Los empalmes que se describen más adelante no tienen impedancia característica constante en toda su longitud si no que cada uno está compuesto de una serie esencialmente simétrica de 3, 5, 7 ó más componentes de diferente impedancia característica Z_1, Z_2, Z_3 etc. ohmios y que difieren en las longitudes eléctricas $0_1, 0_2, 0_3$, etc. radians, o las que los valores de las impedancias características y las longitudes eléctricas está proporcionadas de tal modo que la suma vectorial de las reflexiones que ocurren en los empalmes entre los componentes extremos de los empalmes y al cable, es sensiblemente cero a la frecuencia más alta que se ha de transmitir y puede hacerse tan pequeño que sea despreciable a todas las frecuencias dentro del ancho de banda que se desea transmitir. Esto es, el empalme no está libre de reflexiones en las uniones de sus diferentes componentes pero con un proporcionado apropiado se dispone que las reflexiones positivas en una unión en que ocurre una elevación

115

120

125



de impedancia son equilibradas por las reflexiones negativas de uniones en que ocurre una disminuci3n de impedancia.

130

183714

El primer requisito para conseguir este equilibrio de reflexiones es que los componentes, que deben ser impares, se dispongan sim3tricamente como se ha mencionado, por ejemplo, si hay cinco componentes deben incluir un central de impedancia caracteristica Z_1 y de longitud el3ctrica θ_1 radians, flanqueado por dos componentes iguales cada uno de impedancia caracteristica Z_2 y de longitud el3ctrica θ_2 radians y los dos componentes m3s exteriores deben cada uno tener una impedancia caracteristica Z_3 y una longitud el3ctrica θ_3 radians.

135

140

El segundo requisito es que por lo menos el componente central o un par de los componentes sim3tricos, deben tener una impedancia caracteristica mayor que la impedancia Z_0 del cable de alta frecuencia al que se ha de conectar el empalme y, adem3s, por lo menos el componente central y un par de los componentes sim3tricos debe tener una impedancia caracteristica menor que la impedancia caracteristica del cable Z_0 .

145

150

El tercer requisito es que las longitudes el3ctricas θ_1 , θ_2 , θ_3 etc. radians de los diferentes componentes deben estar proporcionadas correctamente con respecto a sus impedancias caracteristicas Z_1 , Z_2 , Z_3 etc. ohmios y a la impedancia caracteristica Z_0 ohmios del cable de alta frecuencia. La proporci3n correcta puede determinarse estableciendo las ecua-



183714

155

ciones de transmisión, en la forma bien conocida, para el empalme completo y dando esto una solución de las proporciones de θ_1/θ_2 , θ_2/θ_3 etc. en términos de las proporciones Z_1/Z_0 , Z_2/Z_1 , Z_3/Z_2 etc. para las condiciones límite esto es, que la impedancia del extremo transmisor Z_g del empalme sea igual a la impedancia característica Z_0 del cable de alta frecuencia al que está conectado el empalme o dispositivo terminal. La impedancia del extremo transmisor Z_g del empalme es la impedancia medida en un extremo del empalme completo cuando el otro extremo está terminado con una impedancia igual a Z_0 .

160

165

170

A modo de ejemplo, considérese el comportamiento a la frecuencia más alta que se ha de transmitir de un empalme de tres componentes que tiene un componente central de impedancia característica de Z_1 ohmios y una longitud eléctrica de θ_1 radians y un par de componentes exteriores cada una de impedancia característica Z_2 ohmios y longitud eléctrica de θ_2 radians, que se ha de conectar a un cable de alta frecuencia de impedancia característica Z_0 ohmios. Puede demostrarse que se obtiene la condición de reflexiones equilibradas cuando:

$$\tan \theta_1 = \frac{(r_{12} - 1/\rho_{12}) \sin 2\theta_2}{(r_{12} + 1/\rho_{12}) \cos 2\theta_2 + (r_{20} + 1/\rho_{20})} \dots\dots(1)$$

en donde los coeficientes de reflexión (ρ) se definen como sigue:



175

$$\rho_{12} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \text{ y } \rho_{20} = \frac{Z_2 - Z_0}{Z_2 + Z_0} \dots\dots\dots (2)$$

183714

180

Si el segundo requisito arriba indicado se cumple la ecuación (1) da un valor positivo para la tangente θ_1 con tal de que Z_1 sea mayor de Z_0 y Z_2 sea menor que Z_0 ó que Z_1 sea menor que Z_0 y Z_2 sea mayor que Z_0 y también con tal de que tanto θ_1 y θ_2 caigan en uno de los cuadrantes impares. Por una razón que se hará aparente más adelante, la solución que generalmente se requiere es aquella para la que los valores de θ_1 y θ_2 caen en el primer cuadrante, esto es, donde ni θ_1 ni θ_2 exceden de $\pi/2$. En otras palabras ningún componente del empalme deberá solamente ser de una longitud eléctrica mayor de un cuarto de longitud de onda.

185

190

La ecuación (1) provee una solución por la que se puede determinar la proporción θ_1 a θ_2 . En la práctica una longitud adecuada para uno de los componentes del empalme se selecciona por razones mecánicas. La impedancia característica y longitud eléctrica de este componente se computan entonces de los parámetros eléctricos conocidos y la longitud eléctrica de los otros componentes, necesarios para cumplir la ecuación pueden determinarse.

195

Cuando se cumplen las condiciones de la ecuación (1) la suma vectorial de todas las reflexiones que ocurren en las uniones entre las partes del sistema que tiene impedan-



183714

200

cia característica Z_0 , Z_1 y Z_2 será sensiblemente cero a la única frecuencia considerada, que se seleccionó como la frecuencia más alta que se requiera transmitir. Sin embargo será generalmente un requisito que la suma vectorial de las reflexiones a cualquier pequeña frecuencia que se ha de transmitir sea despreciablemente y esto conduce a un cuarto requisito de diseño.

205

El cuarto requisito es que la longitud eléctrica θ radians a la frecuencia más alta que se ha de transmitir no deberá exceder de un valor en radians que puede estar determinado por aquellos peritos en la materia considerando la naturaleza de la solución que da reflexiones equilibradas a la frecuencia más alta que se ha de transmitir y de

210

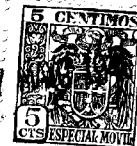
que la ecuación (1) es un ejemplo.

215

La longitud eléctrica θ de una línea de transmisión es el producto de su constante de fase B en radians por unidad de longitud y su longitud l en el mismo tipo de unidad de longitud y a alta frecuencias la constante de fase B varía en magnitud en proporción directa con la frecuencia. De esto se deduce que una solución de reflexiones equilibradas de la forma dada por la ecuación (1) es sólo rigurosamente aplicable a la única frecuencia para la que las longitudes

220

eléctrica θ_1 y θ_2 se determinan. Si θ_1 y θ_2 son lo bastante grandes para que las funciones trigonométricas tangentes θ_1 y seno $2\theta_2$ difieren apreciablemente de los valores de θ_1 y $2\theta_2$



183714

225

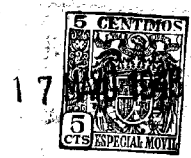
respectivamente y para que por $\cos 2\theta_2$ difiera apreciablemente de la unidad, entonces la solución puede no proveer una suma vectorial suficientemente pequeña de las reflexiones a todas las frecuencias más bajas de la banda que se ha de transmitir. No obstante es necesario evitar reflexiones apreciables en los empalmes a todas las frecuencias que se han de transmitir por sistemas de banda ancha y el invento es aplicable a tales sistemas, pues puede además demostrarse que la magnitud del vector resultante de las dos reflexiones causadas por cualquier componentes individual de un empalme del tipo aquí descrito, es proporcional a la frecuencia transmitida a través del mismo cuando la longitud eléctrica de dicho componente individual es una pequeña fracción de un cuarto de longitud de onda. Por lo tanto, equilibrando las reflexiones a la frecuencia más alta que se ha de transmitir se equilibran a la frecuencia a la que sus vectores resultantes son mayores en magnitud y se deduce que una pequeña separación de la condición de equilibrio a una frecuencia más baja resultante de las longitudes eléctricas de los componentes θ_1 , θ_2 etc. a la frecuencia más alta que se ha de transmitir siendo en exceso de la limitación establecida por $\text{seno } \theta = \text{tangente } \theta = \theta$ ó $\text{coseno } \theta = 1,000$ estará algo desplazada por ser un desequilibrio de reflexiones que son por sí mismas de amplitud mucho menor, La longitud eléctrica máxima permisible θ para el componente mayor del empalme a la frecuencia más alta que se ha de transmitir es aquella que limita la reflexión máxima desequilibrada

230

235

240

245



1 83714

250

a cualquier frecuencia más baja a la fracción máxima permisible de la onda incidente. Expresada en términos de la impedancia del extremo transmisor Z_s del empalme cuando está conectado a un cable de alta frecuencia de impedancia característica Z_0 esto representa que a la frecuencia más alta $Z_s = Z_0$ como se ha indicado antes y que a cualquier frecuencia en la banda ancha que se ha de transmitir, Z_s por debajo de esta frecuencia más alta:

255

$$Z_s = Z_0 (1 + a + j b) \dots\dots\dots (3)$$

260

Puede establecerse un límite de modo que la irregularidad de impedancia debida a reflexiones, z , no deba exceder, por ejemplo, de 0, 0001, en donde

$$z = \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots (4)$$

265

Si se diseña al empalme de esta forma teniendo presente las pequeñas magnitudes de las resultantes vectoriales individuales de los pares de reflexiones a las frecuencias más bajas, se encontrará que su componente más larga o par de componentes puede en la práctica tener una longitud eléctrica de θ ó 2θ a la frecuencia más alta unas dos o tres veces mayor de 0,045 radian; aunque los cosenos de ángulos mayores de 0,045 radian difieren de la unidad en más de una parte en mil y por encima de cuyo valor, en consecuencia, la solución de la ecuación (1) es sólo estrictamente aplicable a aquella frecuencia para la que se determinaron las longitudes eléctricas.

270



275 Para algunas aplicaciones puede encontrarse que se requiere un empalme de longitud mucho mayor por razones mecánicas y deberá observarse que el invento es aplicable a cualquier longitud, con tal de que comprenda una sucesión de grupos de componentes dispuestos simétricamente en la que cada grupo cumple los requisitos arriba indicados.

183714
280 Pueden deducirse ecuaciones similares a la ecuación (1) para empalmes que consisten en mayor número impar de componentes que tres pero el procedimiento es laborioso y cuando se entienden los principios incluidos será comúnmente preferible determinar valores adecuados para las diferentes longitudes eléctricas experimentalmente con la ayuda de diagramas vectoriales.

285 A fin de mostrar cómo pueden aplicarse los anteriores principios matemáticos a la construcción de empalmes, a continuación se describen cuatro ejemplos.

290 Haciendo referencia a la fig. 1, los extremos de dos cables coaxiales que se han de empalmar se muestran en 1 y 2 respectivamente y para el fin de la presente descripción los detalles de construcción de los cables coaxiales están indicados suficientemente claros en el dibujos en el que se muestra un conductor tubular exterior 3 cuyo diámetro interno puede ser aproximadamente de una pulgada. Dentro del conductor tubular exterior se muestra una estructura dieléctrica 4, y contenida dentro de la estructura dieléctrica y

295



300

sustentada por el mismo hay un conductor central interior 5 colocndo en relación coaxial con el conductor exterior. 3 El conductor central puede ser tubular o de forma cilíndrica maciza y para el fin del presente ejemplo puede considerarse que tiene un diámetro exterior de aproximadamente un cuarto pulgada.

1 83714

305

El dieléctrico 4 como se muestra en la fig. 1 está representado como un material transparente macizo a fin de simplificar el dibujo y la descripción pero en la práctica será comúnmente una estructura con separación de aire compuesta de discos de material de baja pérdida dieléctrica espaciado a intervalos regulares con sus superficies planas en ángulo recto con el eje del cable y que sustentan el conductor interior que pasará a través de orificios adecuados hechos en el centro de los discos. Alternativamente, puede emplearse una combinación de discos y un tubo de material de baja pérdida dieléctrica recubriendo la superficie interior del conductor tubular exterior, o la estructura dieléctrica puede consistir en una espiral de material de baja pérdida dieléctrica con o sin un tubo de material dieléctrico recubriendo la superficie interior del conductor exterior. El invento es igualmente aplicable a cualquiera de estas o a otra estructura dieléctrica.

315

320

Los dos conductores interiores 5 se muestran unidos por una varilla cilíndrica de cobre 7 que se introduce en los extremos abiertos de los conductores interiores (en es-



325 te caso se supone son tubulares) y fijamente soldada en posición. En algunos casos puede ser conveniente unir los dos conductores interiores por medio de un manguito tubular que encaja sobre los extremos de los conductores y se suelda en posición.

183714

330 Los dos conductores exteriores 3 se unen por medio de un manguito cilíndrico hueco de cobre 6 al que se sueldan. Firmemente fijado al centro de la varilla de cobre 7 hay un disco 8 de material dieléctrico mecánicamente robusto, por ejemplo, ebonita o caucho duro vulcanizado, que sitúa la varilla de cobre 7 coaxialmente con seguridad dentro del manguito 6. El disco 8 actúa también como barrera contra
335 el agua como se ha explicado y por lo tanto debe de ser de un espesor substancial por razones mecánicas, por ejemplo de 0,375 pulgada. Los cables coaxiales de una pulgada de diámetro interior pueden ser necesarios para transmitir señales eléctricas cubriendo una banda de frecuencia ancha que se
340 extiende hasta por ejemplo 40 megaciclos por segundo.

Puede mostrarse que si los cables coaxiales
2 tienen cada uno una impedancia característica Z_0 de 75 ohms (que corresponde a una permisibilidad dieléctrica de cable de 1,15) y si la sección corta del empalme de longitud l_1 ocupada por el disco 8 tiene una impedancia característica Z_1 de
345 46 ohms (correspondiente a una constante dieléctrica o permisibilidad de 3) entonces el disco 8, que es de 0,375



183714

350 pulgada de longitud, causará una irregularidad de impedancia debida a la reflexión $z = \sqrt{a^2 + b^2}$ de las ecuaciones (3) y (4) anteriores, de modo que z es igual a 0,013 a 40 megaciclos por segundo, esto es una irregularidad de 1,3 %. Tal irregularidad no sería tolerable en sistemas de transmisión de alta calidad y por lo tanto deberá ser equilibrada de acuerdo con este invento suprimiendo todo el material dieléctrico sólido en ambos lados del disco 8 la distancia apropiada l_2 como se muestra en la fig. 1, esto es hasta los planos 9 dentro de los dos extremos de cable. Esto da por resultado que las dos secciones de longitud l_2 del empalme tengan una impedancia característica Z_2 de 80 ohmios.

360 La disposición del empalme se ajusta por lo tanto a los tres primeros requisitos para reflexiones equilibradas y resolviendo numéricamente la ecuación (1) para $2\theta_2$, se encuentran que se requiere que las dos partes l_2 sean de 2,5 pulgadas de longitud. En este ejemplo, $2\theta_2$ tiene un valor de 0,11 radians y a este valor el coseno $2\theta_2$ difiere de la unidad en -0,6 % siendo 0,994. Es por lo tanto necesario comprobar el valor de la irregularidad de impedancia debida a reflexiones no equilibradas a una frecuencia inferior a 40 megaciclos por segundo, por ejemplo a 20 megaciclos por segundo, y para el empalme

370 descrito $z = \sqrt{a^2 + b^2}$ de la ecuación (4) se encuentra que es menor de 0,0001 a 20 megaciclos por segundo y por lo tanto puede considerarse el empalme satisfactorio. De esta forma puede hacerse un empalme esencialmente libre de reflexiones,



375

entre dos cables coaxiales subterráneos en el que los dos miembros conductores 6 y 7 del empalme no tienen cambio de dimensiones a lo largo de su longitud y en general el empalme puede hacerse esencialmente de acuerdo con la práctica aceptada para cables coaxiales subterráneos que funcionan a frecuencias mucho más bajas.

183714

380

Haciendo referencia a la fig. 2, se muestra en 11 el extremo del cable pareado equilibrado que se ha de terminar y para el fin del presente invento los detalles de construcción del cable están indicados en el dibujo con la suficiente claridad por los dos conductores interiores 13 y 14

385

soportados por un dieléctrico 15 que usualmente será una estructura con espacio de aire, dentro de una cubierta tubular exterior 16. Esta cubierta y la estructura dieléctrica 15 terminan en el plano 12 y los dos conductores interiores 13 y 14 sobresalen más allá de este plano 12 en una distancia de por

390

ejemplo una pulgada como se muestra.

395

Se ensambla entonces el dispositivo terminal forzando un disco 17 de material dieléctrico mecánicamente robusto, sobre los dos conductores 13 y 14 que sobresalen hasta que tropieza contra el extremo de la cubierta exterior 16 en el plano 12. Dos varillas cilíndricas de cobre 18 y 19 que tienen extremos huecos 20, se colocan entonces sobre los extremos que sobresalen de los conductores 13 y 14 respectivamente y al tropezar contra la superficie exterior del disco 17 se sueldan



1948

18.

183714

400

fijamente a los conductores interiores 13 y 14 respectivamente.

405

En los extremos 21 de estas dos varillas de cobre 18 y 19 se disminuye el diámetro y se rosca. Un segundo disco 22 de las mismas dimensiones y material que el disco 17 se coloca entonces sobre las partes roscadas 21 de las varillas 18 y 19 y se sujeta por medio de dos tuercas 23 y 24. Se pasa entonces un tubo de cobre 25 sobre los discos 22 y 17 hasta que encaja con la cubierta exterior 16 del cable 11 a la que se suelda fijamente. Se rosca entonces una anilla roscada interiormente 26, al extremo exterior roscado del tubo 25 hasta que descansa firmemente sobre la superficie exterior del disco 22 sellando así el conjunto de dispositivo terminal en evitación de la entrada de aire o humedad. Puede entonces colocarse una conexión adecuada desde cualquier equipo terminal al cable por medio de una clavija doble (no se muestra en el dibujo), que encaja en los taladros 27, 28 de las varillas 18 y 19.

410

415

420

Un dispositivo terminal de este tipo puede hacer esencialmente libre de reflexiones a todas las frecuencias hasta por ejemplo 40 megaciclos por segundo determinando la impedancia característica Z_2 y constante de fase B_2 a 40 megaciclos por segundo las dos partes de disco 17 y 22 cada una de las cuales es de longitud l_2 y similarmente Z_1 y B_1 de la parte con espacio de aire de longitud l_1 entre los discos 17 y 22. Con estos datos puede determinarse el valor correcto para la longitud l_1 , por medio de la ecuación (1) para un cable



183714

425 pareado equilibrado que tenga una impedancia característica Z_0 de cualquier valor entre los valores de Z_2 y Z_1 . Naturalmente, ha de quedar entendido que cualquier equipo terminal conectado a este dispositivo terminal deberá tener una impedancia de Z_1 . En una forma concreta de dispositivo terminal

430 según se muestra en la fig. 2, los valores de las impedancias características fueron $Z_0 = 151$ ohmios, $Z_1 = 162$ ohmios y $Z_2 = 93$ ohmios y para las constantes de fase $B_1 = 0,021$ radianes por pulgada y $B_2 = 0,037$ radianes por pulgada, todas a 40 megaciclos por segundo. Por razones mecánicas los discos 17 y 22 eran de $3/16$ pulgada de espesor, esto es $l_2 = 0,187$ pulgada y el valor correcto para l_1 para reflexiones equilibradas a 40 megaciclos por segundo se encontró ser 4,8 pulgadas. A 20 megaciclos por segundo el valor de la irregularidad de impedancia debida a reflexiones no equilibradas, z de la

435 ecuación (4) se encontró ser menos de 0,0001 y se consideró satisfactorio. En el ensamble del dispositivo terminal descrito se observará que las varillas de cobre 18 y 19 se pueden utilizar como piezas distantes para asegurar que se obtiene el valor requerido de la longitud l_1 .

445

Se ha de observar que aunque la fig. 1 se da como ejemplo de un empalme adecuado para un cable coaxial mientras que la fig. 2 ilustra un ejemplo para utilización con un cable pareado equilibrado no hay diferencia en el principio del mismo. Además, el ejemplo de la fig. 2 se describe como



450 un dispositivo terminal pero el mismo diseño, aparte de algunos detalles mecánicos menores, sería adecuado para conectar dos cables de alta frecuencia de impedancia característica Z_0 en vez de un cable de impedancia Z_0 y un equipo terminal de impedancia Z_0 .

1 83714

455 Además se observará que aunque en el ejemplo ilustrado en la fig. 1 el empalme comprende un componente central (el disco 8) de impedancia característica inferior a Z_0 , flanqueado por dos componentes simétricos cuya impedancia característica es mayor de Z_0 en el ejemplo ilustrado en la fig. 2, por el contrario, la impedancia característica de la parte central es mayor de Z_0 mientras que los dos componentes simétricos iguales (representados por los discos 17 y 22) tienen una impedancia característica menor de Z_0 .

460

465 Por los dos anteriores ejemplos quedará entendido (que están destinados a mostrar los principios matemáticos que pueden aplicarse) que el invento no está limitado a ningún tipo o forma determinada de cable eléctrico de alta frecuencia, ni a ninguna estructura mecánica de empalme determinada o conexión o dispositivo terminal.

470 Los siguientes ejemplos ilustran la aplicación práctica del ejemplo a un cable coaxial diseñado para transmitir señales hasta una frecuencia de 40 megaciclos por segundo.



475 La fig. 3 representa una sección longitudinal
de una corta longitud de cable. En este cable hay un conduc-
tor interior tubular 30 circundado por un conductor tubular
exterior 31. La estructura dieléctrica consiste en una suce-
sión de piezas de politeno 32, de las cuales se muestran de-
talles a escala ampliada en la fig. 4. Estas piezas forman un
480 cilindro cerrado en un extremo por medio de un disco de polite-
no 34 moldeado integralmente con una parte cilíndrica 35 de
la pieza. El disco está provisto por un orificio central 36
a través del cual pasa el conductor interior 30 y en el que
está sustentado el conductor central.

485 El extremo ^{cerrado} de la pieza está provisto de una ra-
mura de tales proporciones que el extremo abierto de una pieza
encaja con el entrante formado por la ramura de la pieza adya-
cente. De este modo la estructura dieléctrica del cable se apro-
xima a un tubo delgado continuo de recubrimiento de politeno
490 en la superficie interna del conductor exterior, con discos de
politeno sustentado el conductor interior a intervalos. En
las solicitudes de patente británicas números 30.791/45 y
1.831/46 y en la correspondiente española Nº. 176600 a la
primera citada se dan detalles de la construcción de tal
495 cable.

Quando es necesario hacer un empalme entre
dos longitudes adyacentes de cable de este diseño es conve-
niente, como se ha mencionado anteriormente, proveer una ba-

1 83714



500 rra hermética al agua suficientemente fuerte para resistir
la avería en el caso de que entre agua en una de las longitu-
des de cable, posiblemente a presión, y es también necesario
utilizar para la barrera materiales que no sean averiados
por el calor aplicado al soldar los conductores. Por esta
última razón es también conveniente el evitar que cualquie-
505 ra de las piezas de politeno esté en la inmediata proximi-
dad de los empalmes y a no ser que el espesor de la barrera y
la longitud de la parte del empalme que no contenga politeno
estén correctamente proporcionadas, ocurrirá una irregulari-
dad de impedancia suficientemente grande para producir re-
510 flexiones importantes.

183714

Al hacer un empalme entre dos longitudes de
tal cable los extremos que se han de unir se colocan uno a
lo largo del otro y se sujetan firmemente paralelamente con
un solapado suficiente para que haya varios discos en cada
515 una de las partes que solapan. La posición del primer disco
dentro del extremo de uno de los cables se determina después
introduciendo un calibre adecuado y se marca después la posi-
ción de este disco en el exterior del cable. La posición de
los discos siguientes se marca midiendo a lo largo del exte-
520 rior del cable, siendo conocida la separación entre discos.
Las posiciones de los primeros discos en el otro cable se mar-
can entonces similarmente en el exterior del cable. Una vez
que se ha hecho esto se encontrará ocasionalmente que los dis-



183714

525 cos en los dos extremos están alineados pero más generalmente
estarán en relación saltada. Usualmente no será posible
mover los extremos de los cables longitudinalmente a fin de
obtener una relación determinada. Cualquiera que sea la re-
lación entre las posiciones de los discos en los dos cables,
la operación siguiente es cortar pequeñas piezas del extre-
530 mo de cada cable de modo que los dos extremos de cable hagan
tope uno por el otro, haciéndose los cortes en tal posición
que la distancia desde el corte al primer disco en un cable
sea exactamente igual a la distancia desde el corte al pri-
mer disco en el otro cable. Se quitan entonces las partes de
535 politeno que puedan quedar en los extremos de las longitudes
de cable y la pieza de politeno siguiente en cada cable se
quita completa.

 Si las dos partes de pieza de politeno que
se quitaron primero de los extremos del cable después de
540 hacer los cortes se vuelven a introducir en forma debida en
los extremos de que se quitaron y se empujan hasta que encajan
con las que no se tocaron habrá una longitud que no contiene
politeno igual a la longitud de una pieza y que se extiende
hacia dentro desde cada extremo de cable (excepto en un caso
545 especial) la distancia desde el corte al primer disco en un
cable será igual a la distancia desde el corte al primer
disco en el otro cable. Los casos especiales a los que se ha
hecho referencia en el paréntesis anterior ocurrirán cuando



183714

550

los discos en los dos cables estén alineados y si los cortes se hiciesen a través de los mismos. Esto puede evitarse haciendo los cortes originales a la mitad de distancia entre discos en el caso especial. Si no se considera suficiente el tener una longitud que no contenga politeno en cada cable igual a la longitud de una pieza, puede obtenerse una longitud

555

mayor quitando otra pieza desde cada extremo y si se requiere reemplazándola con partes de piezas completas de cualquier longitud deseada, teniendo cuidado de conservar la espaciación normal de los discos en los cables y la simetría con respecto a los cortes. Similarmente, longitudes

560

más cortas en cada extremo podrían dejarse sin politeno por la supresión de una pieza en cada extremo reemplazándola por una parte adecuada de una pieza.

565

La fig. 5 ilustra un empalme entre dos longitudes de cables del tipo mostrado en la fig. 3 y que incluye los anteriores principios. En la fig. 5 los conductores interior y exterior de los dos cables se designan 30 y 31 respectivamente y las piezas de politeno completas se designan 32. En la figura sólo se muestran partes de las piezas completas.

570

Después de haberse cortado los cables y disponerse las piezas de politeno y parte de los mismos para proveer la longitud deseada sin politeno en cada lado del corte, como se ha descrito anteriormente, el conductor exte-



575 rior 31 se quita en una distancia adecuada en cada extremo del cable, normalmente aproximadamente la mitad de la distancia desde el corte original al comienzo del politeno.

Los extremos del conductor exterior se indican en 37.

1 83714

580 Se aplica después un manguito tubular 38 sobre los dos extremos del conductor interior 30 y se suelda en posición como se muestra. Montado centralmente y sujeto fijamente al manguito 38 está el disco de barrera 39 que forma la barrera hermética al agua y sirve para sostener el conductor interior en posición. El disco 39 está hecho de algún material dieléctrico fuerte que no sea fácilmente averiado por el calor como por ejemplo ebonita o caucho duro vulcanizado. Puede colocarse un anillo de caucho blando (no se muestra) en el borde del disco de barrera para asegurar la formación de una junta hermética al agua con el conductor exterior.

585

590

595 Cuando se han terminado los empalmes entre los conductores interiores de los cables, con los discos de barrera en posición, (se coloca el manguito 40 en posición (que previamente se ha deslizado sobre uno de los extremos del cable) de modo que solape los dos extremos 37 de los conductores exteriores, sobre los cuales encaja en forma deslizante, y se suelda en posición.



183714

600

605

610

Cuando ha sido posible hacer la parte cilíndrica 41 de la pieza interior de politeno en un lado del empalme y la parte cilíndrica quitada 42 en el otro lado del empalme, iguales entre sí y a la mitad de la especiación normal de los discos de politeno en los cables, la relación entre las longitudes eléctricas de los discos de barrera 39 y la parte del cable que no contiene politeno en ambos lados del disco de barrera, que cumplirá la ecuación (1) puede conseguirse y puede en consecuencia determinarse el espesor del disco en último caso se puede considerar que el empalme consiste en una parte central, el disco barrera, de impedancia característica Z_1 y longitud eléctrica θ_1 flanqueado por dos longitudes, con dieléctrico de aire solamente, de impedancia característica Z_2 y longitud eléctrica θ_2 . Los cables propiamente dichos por impedancia característica Z_0 empiezan en donde comienzan los manguitos de politeno.

615

620

Cuando las longitudes de cilindro de politeno 41 y 42 no son la mitad de la longitud de la pieza completa su impedancia característica efectiva diferirá de la de los cables de alta frecuencia y en consecuencia deberán ser considerados como dos componentes adicionales del empalme y hacerse un ajuste a las longitudes del componente central o de los componentes de espacio de aire para restablecer el equilibrio. Sin embargo, una forma modificada del empalme como se ilustra en la fig. 6 provee una solución para este último



caso que puede hacerse fácilmente para dar resultados tan próximo al ideal como se requiere.

1 83 71 4

635

640

645

650

655

En la fig. 6 los conductores interior y exterior 30 y 31 respectivamente se muestran unidos por medio de manguitos 38 y 40 y como en la fig. 5 el manguito 38 contiene el disco de barrera 39 como antes. El dieléctrico de politeno en cada extremo del cable comienza con sección cilíndrica 43 y 44 de longitudes iguales convenientes y discos de forma adecuada 45 y 46 de material similar al del disco de barrera 39 se prensan en los extremos del cable para encajar con los extremos de las partes cilíndricas 43 y 44 de las piezas de politeno como se muestran. Al cortar el cable en el primer caso es posible disponer que las partes cilíndricas 43 y 44 nunca son menores a la mitad de la longitud de una pieza completa y las longitudes que excedan de la mitad de la longitud de una pieza deberán tratarse como componentes adicionales del empalme como se ha explicado anteriormente y estos componentes pueden considerarse seleccionando un extensor adecuado para los disco 45 y 46. En el empalme completo mostrado en la fig. 6 hay por lo tanto 7 componentes, a saber; el disco de barrera colocado centralmente, las dos longitudes de espaciación de aire iguales una a cada lado del disco barrera y las dos partes del cilindro de politeno en exceso de la longitud ideal de media longitud de una pieza.

183714

17



183714

680 cuya estructura dieléctrica, de cada uno difiere de la dicho cable, pero es uniforme en toda su longitud, siendo tales las propiedades eléctricas de dichas longitudes de dichos componentes que la suma vectorial de todas las reflexiones que ocurren en las uniones entre componentes sucesivos y entre los componentes extremos y dichas longitudes de cable es esencialmente cero en cualquier punto dentro de dichas longitudes de cable.

690 2.- Mejoras en empalmes para conectar juntas dos longitudes de cable de señalización eléctrica de alta frecuencia de características eléctrica similares comprendiendo un número impar de componentes dispuestos sucesivamente, difiriendo la estructura dieléctrica de cada una de la de dicho cable pero siendo uniforme en toda su longitud, estando las longitudes de dichos componentes determinadas por una consideración matemática de las propiedades de la estructura dieléctrica de cada uno de dichos componentes y de dichas longitudes de cable de tal modo que la suma vectorial de todas las reflexiones que ocurren en la unión entre los componentes sucesivos del empalme y entre los componentes extremos del empalme y dichas longitudes de cable es sensiblemente cero en cualquier punto dentro de dichas longitudes de cable.

705 3.- Mejoras en empalmes de acuerdo con los puntos 1 ó 2 en los que cada uno de dichos componentes comprenden conductores de dimensiones transversales esencialmen-

183714

17



30.

183714

to iguales a las de los conductores de dicha longitud de cable estando dichos conductores colocados esencialmente en la misma relación uno con otro que lo están los conductores correspondientes en dichas longitudes de cable.

710

4.- Mejoras en empalmes de acuerdo con cualquiera de los puntos anteriores, en los que los componentes están dispuestos simétricamente extendiéndose sucesivamente desde cada extremo del componente central y en los que la impedancia característica y longitud eléctrica de cualesquiera componentes en un lado del componente central son iguales a la impedancia característica y longitud eléctrica respectivamente del componente que ocupa la posición correspondiente en el otro lado de dicho componente central.

715

720

5.- Mejoras en empalmes de acuerdo con el punto 4 en los que la impedancia característica del componente central es más alta que la impedancia característica de dichas longitudes de cable y en los que la impedancia característica de cada uno de por lo menos un par de componentes colocados correspondientemente a cada lado del componente central es más baja que la impedancia característica de dichas longitudes de cable.

725

6.- Mejoras en empalmes de acuerdo con el punto 4 en los que la impedancia característica del componente central es más baja que la impedancia característica

183714



57.

183714

730

de dichas longitudes de cable y en los que la impedancia característica de cada uno de por lo menos un par de componentes colocados correspondientemente a cada lado del componente central, es más alta que la impedancia característica de dichas longitudes de cable.

735

7.- Mejoras en empalmes de acuerdo con el punto 4 en los que la longitud eléctrica del componente colocado centralmente no excede de $\pi/2$ radians a la frecuencia más alta que se ha de transmitir y en los que la longitud eléctrica cualquier componente del empalme que no sea el componente central no excede de $\pi/4$ radians a la frecuencia más alta que se ha de transmitir.

740

8.- Mejoras en empalmos de acuerdo con el punto 5 en los que la longitud eléctrica del componente colocado centralmente no excede de 0,045 radians a la frecuencia más alta que se ha de transmitir y en los que la longitud eléctrica de cualquier componente del empalme que no sea el componente central, no excede de 0,0225 radians a la frecuencia más alta que se ha de transmitir.

745

9.- Mejoras en empalmes de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes, en los que una de las longitudes del cable de señalización de alta frecuencia que se ha de empalmar se reemplaza por un equipo eléctrico que presenta al empalme una impedancia igual a la impedancia característica de dicho cable.

750

183714



32.

755

10.- Mejoras en empalmes de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes construidos de modo que cumplan los requisitos de la ecuación (1) de la descripción.

183714

760

11.- Mejoras en empalmes de acuerdo con el punto 10 en los que las impedancias características y las longitudes eléctricas de los diferentes componentes del empalme, cumplen también los requisitos de las ecuaciones (3) y (4) de la descripción cuando se ha fijado un valor definido para la irregularidad máxima de impedancia permisible debida a reflexiones en el empalme a cualquier frecuencia que se ha de transmitir.

765

12.- Mejoras en empalmes de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes en los que el material dieléctrico empleado en la construcción de uno o más de tales componentes, es sólido.

770

13.- Mejoras en empalmes de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 11 en los que el material dieléctrico empleado en la construcción de uno o más de dichos componentes es totalmente gaseoso.

775

14.- Mejoras en empalmes de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 11 en los que el medio aislante empleado en la construcción de uno o más de dichos componentes, está parcialmente formado de material dieléctrico sólido y parcialmente de material dieléctrico gaseoso.

183714



33.

780

15.- Mejoras en empalmes según se han descrito con referencia a la fig. 5 ó a la fig. 6 de los adjuntos dibujos.

183714

16.- Mejoras en o relativas a empalmes o terminaciones para cables eléctricos de conductores concéntricos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta Memoria consta de treinta y tres hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 67 MAYO 1948

STANBEE ELÉCTRICA, S. A.

Secretario General



/NCE

183714

183714

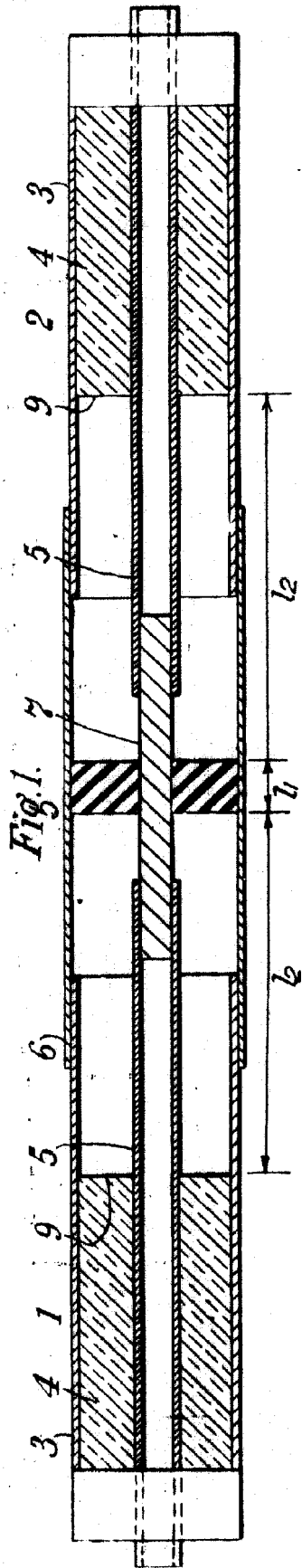


Fig. 1.

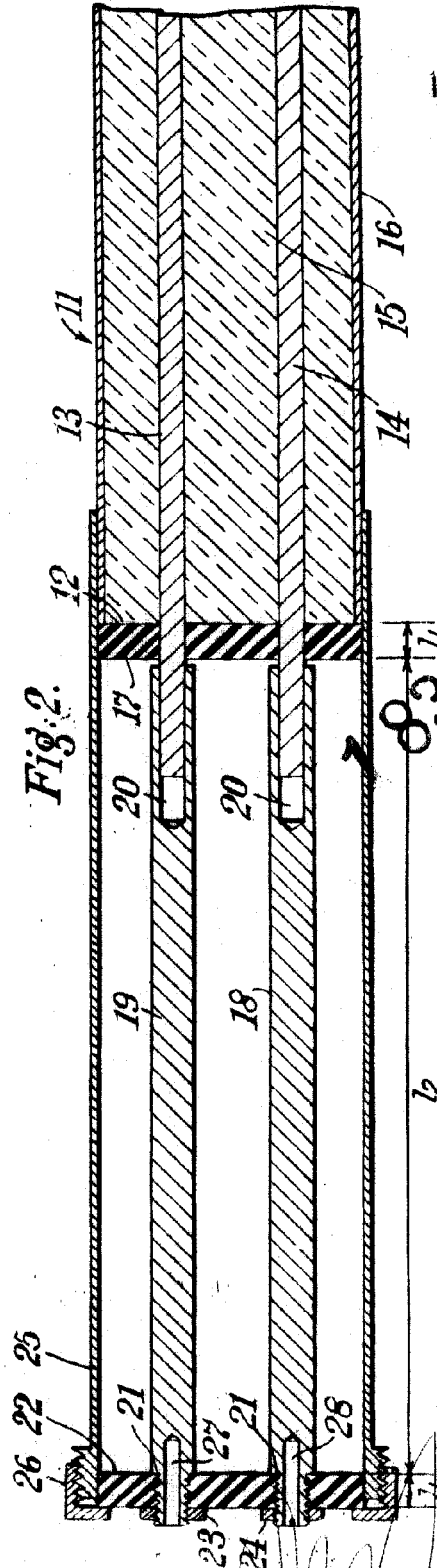
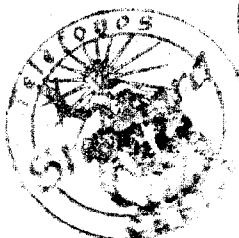


Fig. 2.



183714

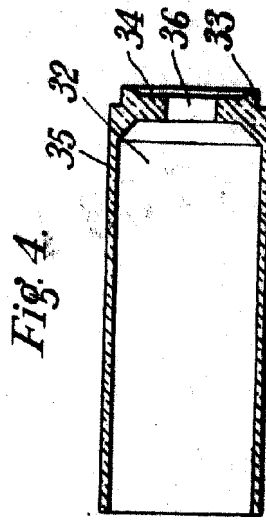
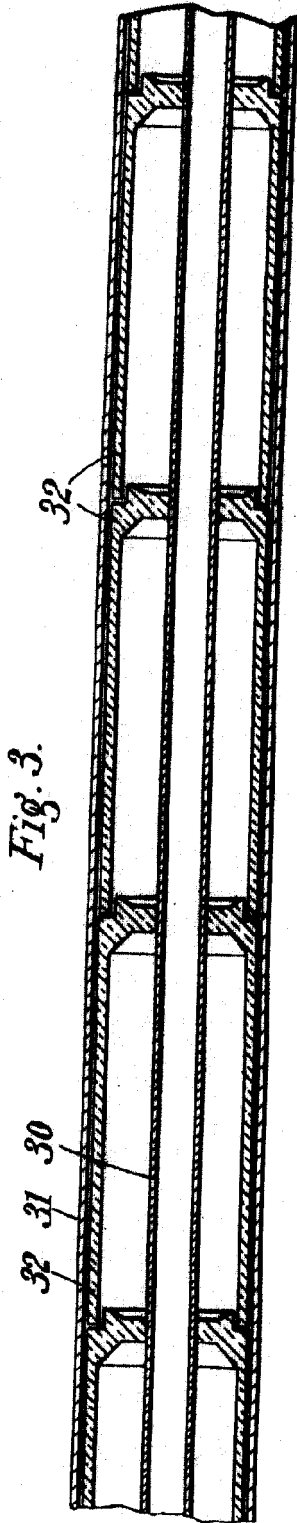


SECRETARIA GENERAL
 [Signature]

183714

183714

17M



STANDARD ELECTRICAL S. L.

Secretario General



18374

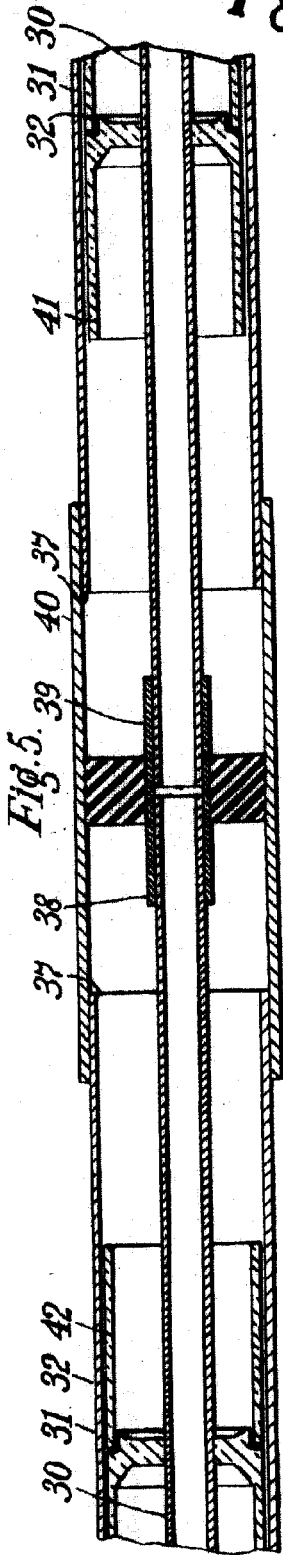


Fig. 5.

183714

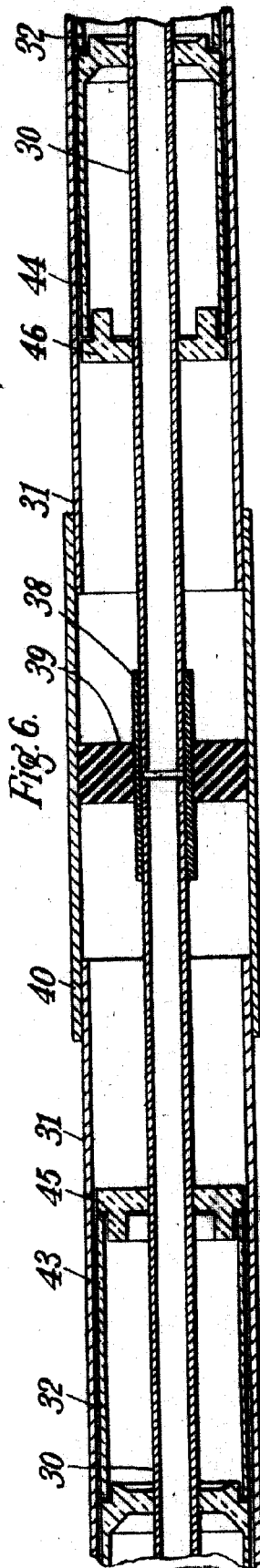


Fig. 6.

Hopm's

17M



STANDARD ELECTRICA, S. A.

Secretario General

