

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

19	ES	11	NUMERO	10	A1
		21	<b>445156</b>		
		22	FECHA DE PRESENTACION		

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO 549.730	32 FECHA 13.Febrero.75	33 PAIS USA
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL <b>B65H</b>	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
54 TITULO DE LA INVENCION  "LINEA DE TRANSMISION POR FIBRAS OPTICAS MEJORADA Y METODO PARA FABRICARLA".		
71 SOLICITANTE (S)  STANDARD ELECTRICA, S.A.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE  Madrid, calle de Ramirez de Prado, N° 5.		
72 INVENTOR (ES)  Gerhard Hans Nowak, Ingeniero norteamericano, domicilio: 8418 Abbots Hill Road, USA.		
73 TITULAR (ES)  STANDARD ELECTRICA, S.A.		
74 REPRESENTANTE  D. Manuel Gómez Santamaria		

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE IN-  
VENCION EN ESPAÑA POR: "METODO PARA FABRICAR UNA  
LINEA DE TRANSMISION POR FIBRAS OPTICAS", A NOMBRE  
DE STANDARD ELECTRICA, S.A., CON DOMICILIO EN MA-  
DRID, CALLE DE RAMIREZ DE PRADO, Nº 5.

-----

5 Este invento se refiere en su conjunto a mejoras en las líneas de transmisión de fibras ópticas y, más en particular, a una línea para ser usada en un cable de transmisión de señales ópticas, como puede ser un cable submarino.

10 Los elementos de fibras ópticas poseen ya en estos momentos una atenuación lo suficientemente baja para que puedan ser considerados; en lo que se refiere a la comunicación rutinaria por señales, al igual que los cables coaxiales. El problema que se tiene en la incorporación de las fibras ópticas a los cables es el de que son muy frágiles y

de que se desgastan y rompen con facilidad. Una indicación reciente indica también que cuando las fibras se someten a esfuerzos de tracción, por muy pequeños que sean éstos, se degradan considerablemente. Así, por ejemplo, una fibra de cristal óptico no deberá ser nunca sometida a un alargamiento de más de un 0,1%. El alargamiento de un cable típico electromecánico ligero, cuando es bajado al fondo del mar, es del orden del 0,1% y el de un cable electromecánico con armadura de acero, viene a ser, dado el peso de la armadura de acero, de un 1%. Se tiene, por tanto, que en su forma normal, una fibra óptica no puede ser incorporada a un cable convencional del tipo electromecánico sin que las características de transmisión de la fibra se sometan a una degradación. Se tiene, además que, dada la extrema fragilidad de las fibras así como su propensión a desgastarse y a romperse, no pueden ser sometidas al proceso normal de fabricación de los cables con los equipos habituales.

Existe, por tanto, el deseo, y ello constituye una de las finalidades del presente invento, de obtener un subconjunto de línea de transmisión de fibras ópticas que posea la suficiente resistencia y protección para que pueda ser introducida en el proceso de fabricación de cables con los equipos normales. Otra de las finalidades del invento es la obtención de una línea de transmisión de fibras ópticas diseñada de tal modo que la tensión y la abrasión de dichas fibras quede eliminado o, por lo menos, reducida substancialmente aún cuando dicha línea esté contenida en un cable que sea tratado del modo usual y, por consiguiente, sometido a unos esfuerzos apreciables.

De acuerdo con el principal aspecto del presente

invento, se provee con él un subconjunto de línea de transmisión de fibras ópticas para un cable de transmisión de señales ópticas. Dicha línea comprende una o más fibras ópticas dispuestas longitudinalmente en el interior de un miembro tubular flexible. Cada una de dichas fibras tiene una forma tal que su longitud axial es mayor que la longitud del miembro tubular cuando éste último está en estado de relajado, de tal modo que, cuando el miembro tubular esté sometido a una carga, quede la fibra prácticamente exenta de tensión axial. Se prefiere que las fibras ópticas tengan una forma helicoidal, si bien pueden tener otra forma que sea ondulada. El miembro tubular se rellena más o menos con alguna sustancia de índole parecida a la de un fluido, de modo que se restrinjan los movimientos longitudinales y transversales de las fibras en el interior de dicho miembro tubular. Esta línea de transmisión subconjunto puede ser sometida a esfuerzos y doblados de consideración sin daño para sus fibras debido a que dichas fibras, dispuestas helicoidalmente, se puedan alargar sin que reciban las mismas, ningún esfuerzo axial. Además se tiene que la sustancia de tipo de fluido que hay relleno en el miembro tubular mantiene a las fibras en su forma helicoidal e impide un movimiento lateral significativo de las mismas así como su desgaste por roce. La línea de transmisión subconjunto puede, por lo tanto, ser sometida al proceso en los equipos normales de extrusión y puede ser utilizada con otras líneas formando un calbe múltiple bien torciéndola con las otras o disponiéndolas paralelamente dentro de un alojamiento exterior.

La línea de transmisión del presente invento puede ser utilizada del modo convencional, como puede ser bajándola

al fondo de los océanos o en condiciones análogas, con lo que se somete a fuertes doblados y a grandes esfuerzos de tracción sin que por ello reciban las fibras estos esfuerzos longitudinales y pudiendo con ello ser efectuada la transmisión de las señales ópticas sin degradación.

De acuerdo con otro aspecto del invento se tiene que, en su fabricación sobre una o varias fibras arrolladas helicoidalmente alrededor de un núcleo que, tratado con un disolvente se convierte en una sustancia gelatinosa semifluida, se forma una delgada capa que estabiliza las fibras sobre el núcleo, siendo formado a continuación sobre el conjunto un miembro tubular el cual posteriormente se rellena con un disolvente que ablanda el núcleo y a la capa estabilizadora de las fibras, produciendo una sustancia semifluida, parecida a un gel, que sujeta las fibras dentro del alojamiento y hace que conserven su forma helicoidal.

En los dibujos que se acompañan,

- la Fig. 1 muestra un cable de fibra óptica en secciones transversales parciales que contiene una forma del subconjunto de línea de transmisión de fibras ópticas del presente invento con una sola fibra;
- la Fig. 2 es una sección en perspectiva de un segmento del subconjunto de línea de transmisión de la Fig. 1 en el que se ve la fibra óptica en su condición normal de relajamiento;
- la Fig. 3 es una sección similar a la de la Fig. 2 pero mostrando la forma de la fibra cuando la línea de transmisión se encuentra sometida a una carga;
- la Fig. 4 es una sección longitudinal fragmentada de otro subconjunto de línea de transmisión de fibra óptica de

acuerdo con el presente invento en el que se contienen varias fibras ópticas;

- la Fig. 5 muestra la línea de la Fig. 4 vista desde un extremo;
- 5 - las Figs. 6a a 6e muestran varias de las etapas de la fabricación del subconjunto de línea de transmisión de fibras ópticas del presente invento, y
- la Fig. 7 es una sección longitudinal fragmentada de una forma modificada de línea de transmisión de acuerdo con  
10 el invento.

Refiriéndonos a los dibujos con detalle, en los que puede observarse que la repetición de números de referencia es indicativa de piezas iguales o correspondientes de diversas figuras, vemos que la Fig. 1 muestra un cable de  
15 fibras ópticas, designado en su conjunto por 10, el cual contiene una forma de subconjunto de la línea de transmisión 11 del presente invento. La línea 11 comprende un miembro tubular flexible 12, el cual contiene una fibra óptica 14 que se extiende longitudinalmente por el miembro tubular. Los  
20 extremos del miembro tubular están cerrados por medio de unos tapones 16, los cuales pueden tener la forma de elementos de conector, para su unión a otros miembros de conector correspondientes de otra línea. Los extremos 18 de la fibra óptica sobresalen de los tapones 16. Sobre el subconjunto de línea  
25 de transmisión 11 hay una capa de armadura metálica 20 y una cubierta exterior 22 que puede ser formada con un plástico adecuado, quedando así terminado el cable 10. Las capas 20 y 22 están a lo largo de todo el cable.

El miembro tubular flexible 12 tiene una pared  
30 relativamente rígida y tenaz, bastante más fuerte que la

fibra 14, para que le sirva de protección a ésta. En todas las operaciones de manipulación del cable 10 y, por supuesto, cuando el cable es tendido y depositado en el fondo del océano, la capa 20 soporta prácticamente toda la carga a que está sometido el cable. Dicha capa 20 y el miembro tubular 12 dan protección a la fibra óptica contra todas las influencias nocivas exteriores, como el agua y la humedad, y las de naturaleza orgánica, como pueden ser las mordeduras de los peces, la acción de las bacterias, etc. Un material adecuado para el elemento tubular 12 que es el politeno. Para aumentar la resistencia de dicho elemento tubular 12 se pueden embutir en la pared del mismo unos refuerzos de metal o plástico con forma helicoidal, o bien unos alambres 24, tal como se ve en las Figs. 2 y 3.

De acuerdo con una característica importante del invento, la fibra óptica 14 va suspendida en el interior del miembro tubular 12 de tal modo que, cuando el cable 10 esté sometido a un esfuerzo, ya sea éste axial o de doblado, no se tiene tensión alguna a lo largo del eje de la fibra. Para conseguir esto, la fibra óptica va dispuesta en el interior del elemento tubular 12 de tal modo que su eje longitudinal, designado  $f$  en la Fig. 2, sea mayor (cuando el miembro tubular esté en situación de relajado) que la longitud del mismo, que en la Fig. 2 se designa por  $L$ . En la forma preferida del invento, la fibra óptica tiene una forma de hélice, con el eje de esta hélice concéntrico con el eje del elemento tubular 12. Es de hacer notar, sin embargo, que la finalidad del invento se puede también cumplir dándole a la fibra óptica otras formas diferentes, tal como puede ser una forma sinusoidal. Por supuesto que cualquier forma sinusoidal de la

fibra óptica será únicamente apropiada si la longitud del  
 eje de la fibra es mayor que la longitud del miembro tubular  
 12. Como puede ser fácilmente apreciado, cuando el miembro  
 tubular 12 se alargue, como consecuencia de ser sometido  
 5 a una carga axial, la longitud  $L'$  del mismo aumentará, como  
 se ilustra en la Fig. 3, haciendo disminuir el ángulo de paso  
 $\alpha$  de la hélice de la fibra así como haciendo que se reduzca  
 el radio de la hélice. En otras palabras, que el eje de la hé-  
 lice de la fibra aumenta axialmente y el diámetro de las vuel-  
 10 tas disminuye, con lo que a lo largo del eje de la fibra no  
 se aplica esfuerzo alguno cuando se somete el conjunto a un  
 esfuerzo de alargamiento. Esto mismo se cumple en el caso  
 de que el miembro tubular 12 sea sometido a deformaciones de  
 doblado. El ángulo de paso  $\alpha$  de la hélice de la fibra es  
 15 elegido de modo que, con el miembro tubular 12 sometido a  
 la máxima carga axial, el esfuerzo longitudinal a que se  
 somete la fibra sea cero.

Ha de preferirse que el diámetro de las vueltas  
 de la hélice 14 sea menor que el diámetro interior del  
 20 miembro tubular 12, para que la fibra pueda cambiar de posi-  
 ción lateralmente sin interferencia por parte del miembro  
 tubular. En otras palabras, que el radio del tubo puede ser  
 reducido en tanto en cuanto no llegue a comprometerse la hélice  
 de la fibra.

25 De acuerdo con otra característica del invento,  
 el miembro tubular 12 con una sustancia de tipo fluido 26  
 que restringe los movimientos longitudinales y laterales  
 de la fibra 14 en el interior del tubo. Conviene que dicha  
 sustancia con características de fluido sea una sustancia  
 30 gelatinosa semifluida. El peso específico de la sustancia

gelatinosa viene a ser el mismo que el de la fibra óptica, con lo que la fibra óptica no presentará tendencia a cambiar de posición de lado a lado ni longitudinalmente, en el supuesto de que el cable se suspendiese verticalmente. Tampoco es que sea necesario que el peso específico de la substancia semifluida sea exactamente el mismo que el de la fibra óptica pero sí conviene que sea bastante aproximado para evitar, en el caso de que el cable se suspenda verticalmente, cualquier movimiento de importancia de la fibra en el interior del miembro tubular 12. La substancia gelatinosa lubrica también a la fibra y evita el desgaste por el roce de una fibra con otra, en el caso de que haya más de una fibra. El índice de refracción del medio de relleno 26 deberá ser menor que el de la fibra óptica 14. Las materias adecuadas para ser usadas para ello son los productos proteínicos en forma de jalea.

Las Figs. 4 y 5 muestran otra realización del invento similar a la de la Fig. 1, con la diferencia de que la línea de transmisión subconjunto 11 se muestra aquí sin la armadura 20 ni la cubierta exterior 22 y de que la línea la constituyen varias fibras ópticas 14; en el dibujo se muestra tres fibras, como ejemplo, lo cual no quiere decir que no puedan ser éstas en un número mayor o menor. Las fibras están en el interior del miembro tubular 12 de la Fig. 4 separadas unas de otras. Las hélices formadas por ellas tienen un eje común y el diámetro de sus vueltas viene a ser el mismo, estando dichas vueltas alternadamente dispuestas y separadas entre sí. Como se ve en la Fig. 5, los extremos 18 de las fibras ópticas atraviesan el tapón 16 y salen al exterior.

A continuación nos referiremos a las Figs. 6a a; 6e que muestran los distintos pasos de la fabricación de la

línea de transmisión subconjunto 11 que se muestra en las Figs. 4 y 5. Este mismo método es el que se usa para la fabricación de la línea 11 de la Fig. 1, con la diferencia de que en ésta se emplea una sola fibra.

5 Las fibras ópticas 14 comienzan por ser dispuestas helicoidalmente sobre un núcleo 30, tal como se ve en la Fig. 6a, utilizando para ello técnicas similares a las del bobinado de hilos. Dicho núcleo está hecho de un material que  
10 tratado con un disolvente adecuado, se convierte en una sustancia gelatinosa semifluida 26. Nótese que las vueltas de las hélices de fibra 14 están dispuestas sobre el núcleo 30 separadas unas de otras. Como se ve en la Fig. 6b, sobre el núcleo 30, que soporta las fibras 14, se forma a continuación una capa 32, la cual sirve para estabilizar las fibras contra  
15 el núcleo. Esta capa 32 puede ser aplicada sobre el núcleo en forma de "spray" o con otro método. A continuación se forma sobre el núcleo 30 el elemento tubular 12, teniendo retenidas las fibras por el manguito 32, como se ve mejor en la Fig. 6c.; es preferible que el elemento tubular 12 sea extruído  
20 sobre el conjunto anteriormente formado. A continuación se montan los tapones 16 sobre los extremos del miembro tubular 12, tal como se ve en la Fig. 6d, atravesados por los extremos 18 de las fibras ópticas. Uno de estos tapones 16 tiene un orificio 34 que comunica con el interior del miembro tubular  
25 12. Dicho miembro tubular es puesto a continuación en posición vertical, para introducir por dicho orificio 34 en el interior del miembro tubular un disolvente, como se muestra en la Fig. 6e, el cual hace que el núcleo 30 y la capa 32 se reblandezcan convirtiéndose en la sustancia gelatinosa semifluida 26 que restringe los movimientos longitudinales y  
30

laterales de las fibras en forma de hélices del interior del miembro tubular. Una vez que el disolvente ha sido introducido, puede cerrarse el orificio 34 con un taponcito o con alguna sustancia de aplicación en caliente. Como la  
5 sustancia de relleno 26 conviene que no pase de ser semifluida, con una consistencia parecida a la de un gel, para que tienda a soportar las fibras en el interior del tubo 12, se puede apreciar la necesidad de que el disolvente que se utilice con el método del presente invento sea uno que no  
10 disuelva por completo al núcleo 30 y la capa 32. A modo únicamente de ejemplo apuntaremos que, si el material del núcleo 30 y de la capa 32 es una proteína (a base de glutéina o gelatina) el disolvente puede ser agua, en este caso conviene que al agua se le añada un 2% de cloruro de mercurio, para  
15 impedir el crecimiento de hongos.

La estructura de la línea de transmisión que se acaba de mencionar y el método de fabricación de la misma puede no ser totalmente satisfactorios para las hélices de fibras ópticas con un ángulo de paso relativamente pequeño, por ejemplo, de  $10^\circ$  o menor. Con este pequeño ángulo de  
20 paso las fibras pueden tener problemas de inestabilidad mecánica. Para reducir estos problemas al mínimo, en el interior del núcleo 30 se dispone una estructura de núcleo interno de tipo de esponja, que puede estar constituida  
25 por una malla o trenza de fibra orgánica. Como el núcleo interno no se disuelve, subsiste después de que el núcleo 30 ha sido tratado por el disolvente, constituyendo un substrato de soporte de las hélices de fibra de más solidez que la sustancia gelatinosa 26. Este substrato de soporte tiene  
30 en la Fig. 7 la referencia numérica 36, mostrándose en dicha

figura una sección de una línea de transmisión idéntica a la de la Fig. 4 con la excepción el substrato.

5 Aunque los métodos que han sido descritos no incluyen las etapas de formación de la armadura y de la capa exterior del tubo 12, para que la estructura del cable sea completa es de comprender que estas capas pueden ser aplicadas al tubo del modo usual, con el empleo de los equipos normales de fabricación de cable, haciéndolo preferiblemente a continuación de colocar los tapones 16 y antes de introducir el disolvente en el tubo para reblandecer el material del núcleo.

10 Debe observarse que con el presente invento se obtiene un subconjunto de línea de transmisión de fibras ópticas en él éstas quedan más o menos flotantes y sueltas con lo que pueden cambiar de posición lateralmente dentro del miembro protector 12 de la línea y extenderse longitudinalmente sin que las fibras se sometan a esfuerzos axiales. Como consecuencia de ello, la línea 11 se puede utilizar bien sola o junto con otras líneas, formando un cable múltiple sin que exista el riesgo de que las fibras ópticas se dañen al ser aplicado un esfuerzo axial o de doblado a su alojamiento. La substancia gelatinosa 26 que hay en el interior del tubo 12 mantiene a las fibras ópticas separadas de los movimientos de éstas, sin que haya lugar a que se desgasten ni se rompan y, cuando la línea 12 se dispone verticalmente, mantiene la disposición helicoidal de las fibras. Así se tiene que, con el presente invento, se hace posible la transmisión de señales ópticas por el cable 10 que incorpora la línea 11 de fibras ópticas sin que haya degradación de las señales ni deterioro de las fibras.

15  
20  
25  
30

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Estados Unidos el día 13 de Febrero de 1975, señalada con el nº 549,730 y se acoge, por tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

5

-----NOTA-----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

10

1.- Un método para fabricar una línea de transmisión por fibras ópticas el cual comprende los pasos de: bobinar helicoidalmente una fibra óptica alrededor de un núcleo formado con una materia que, tratado con un disolvente, puede transformarse en una sustancia gelatinosa semifluida, formación de un manguito sobre dicho núcleo para retener dicha fibra óptica sobre dicho núcleo, estando constituido dicho manguito por una materia que, al ser tratada con dicho disolvente se convierte en una sustancia gelatinosa semifluida, formación alrededor de dicho manguito de un miembro tubular de protección y relleno del interior de dicho miembro tubular con dicho disolvente para reblandecer dichos núcleo y manguito.

15

20

25

2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, con el que, alrededor de dicho núcleo, son bobinadas helicoidalmente varias fibras ópticas quedando separadas entre sí.

30

3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, al que corresponde el paso de montar los tapones en los extremos de dicho miembro tubular, siendo atravesados dichos tapones por los extremos de dichas fibras.

4.- Un método de acuerdo con la reivindicación 3, con el que dicho manguito se forma sobre dicho núcleo aplicándole a dicho núcleo y fibra un revestimiento de resina.

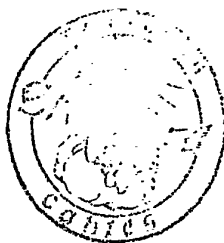
5                    5.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4 con el que dicho miembro tubular es extruido sobre dicho núcleo.

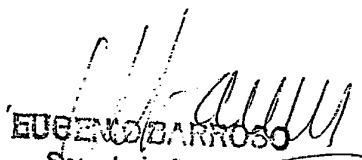
6.- Método para fabricar una línea de transmisión por fibras ópticas.

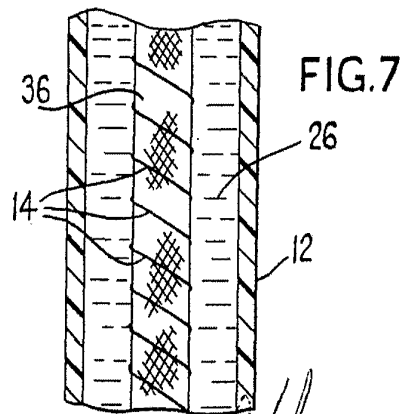
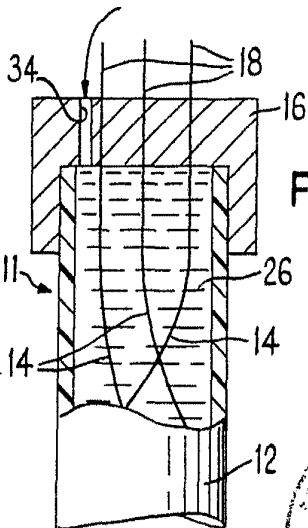
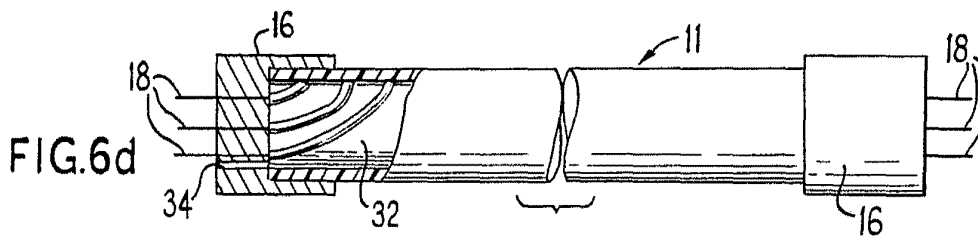
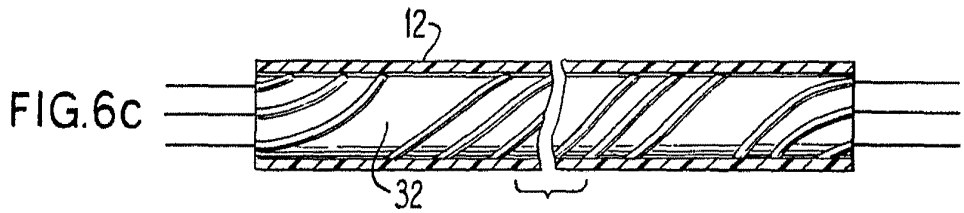
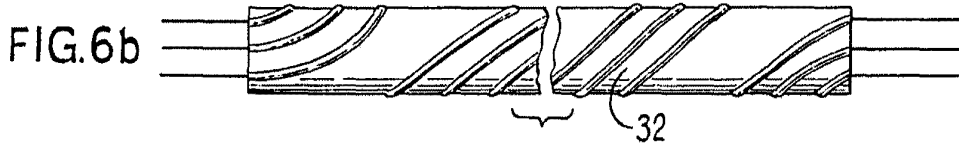
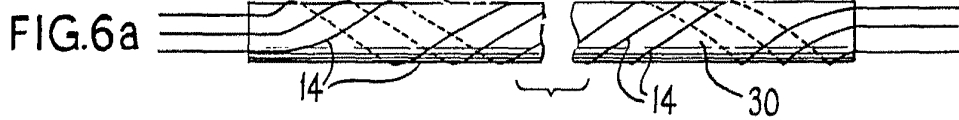
10                    Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta memoria consta de trece hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 10 de Mayo de 1964



  
EUGENIO BARROSO  
Secretario General



*Eugenio Barroso*  
**EUGENIO BARROSO**  
 Secretario General

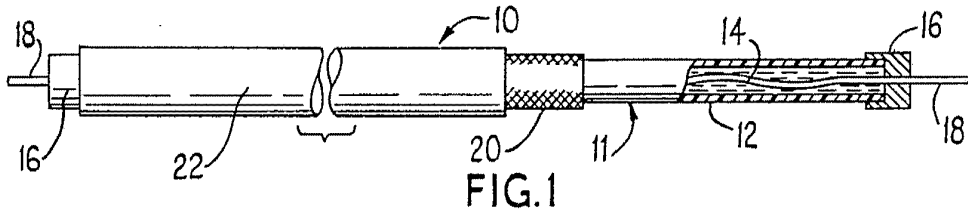


FIG. 1

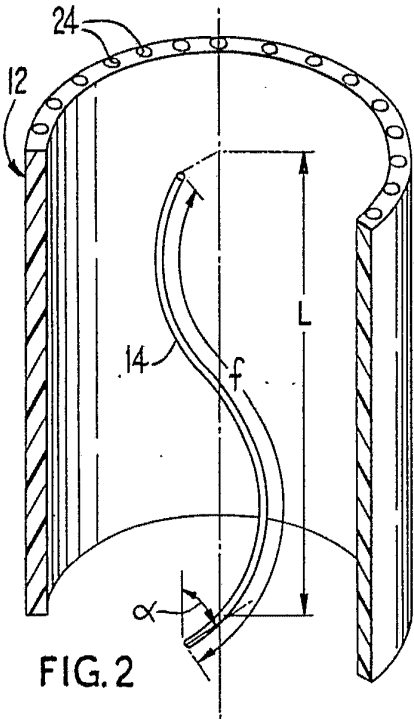


FIG. 2

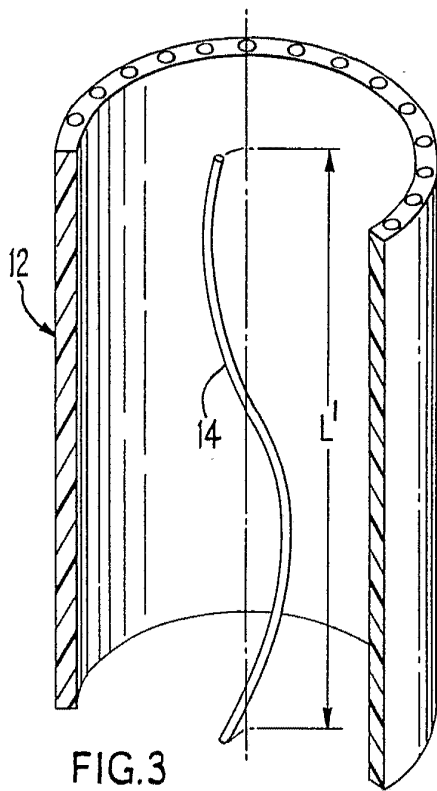


FIG. 3

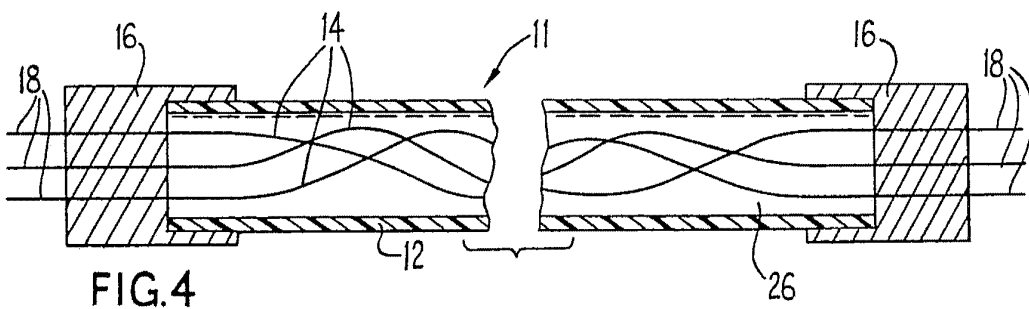


FIG. 4

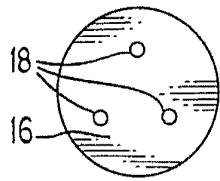
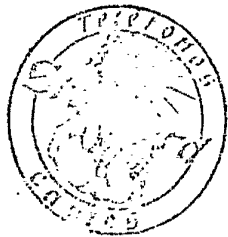


FIG. 5

EUGENIO BARROSO  
Secretario General