

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 044**

51 Int. Cl.:  
**G02B 6/44**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03760046 .7**

96 Fecha de presentación: **17.06.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1514147**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2005**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR UN CABLE ÓPTICO Y MÁQUINA ASOCIADA.**

30 Prioridad:  
**17.06.2002 FR 0207425**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.01.2012**

73 Titular/es:  
**AFL TELECOMMUNICATIONS GMBH  
BONNENBROICHER STRASSE 2-14  
41238 MÖNCHENGLADBACH, DE**

72 Inventor/es:  
**BONICEL, Jean-Pierre y  
GIRARDON, Noël**

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 372 044 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para producir un cable óptico y máquina asociada

5 La invención se refiere al ámbito de procedimientos para producir un cable de transmisión óptica, así como al ámbito de las máquinas que permiten llevar a cabo dichos procedimientos. Los cables de transmisión óptica incluidos en dicho ámbito están realizados a partir de uno o varios tubos, cada uno de los cuales incluye una o varias fibras ópticas dispuestas en su interior, por una parte, y a partir de elementos de refuerzo a base, por ejemplo, de hilos metálicos, por otra parte. El procedimiento según la invención resulta especialmente interesante para la realización de cables aéreos.

10 Según una primera técnica anterior, se conoce la producción de cables en los que el tubo de fibras ópticas ocupa una posición periférica. Este tipo de cable, bastante complejo, se realiza mediante una máquina planetaria. Un inconveniente de la máquina planetaria radica en su productividad, relativamente baja, como consecuencia de su reducida velocidad de rotación máxima.

15 Según una segunda técnica anterior, se conoce la realización de cables en los que el tubo de fibras ópticas ocupa una posición central. Este tipo de cable, más sencillo, se realiza, bien con la ayuda de una máquina planetaria, o bien con la ayuda de una máquina tubular, cuya productividad es superior a la de una máquina planetaria, ya que su velocidad de rotación es más elevada. La realización y el funcionamiento de una máquina tubular resultan más complejos y más delicados que los de una máquina planetaria, y estas máquinas suelen reservarse para unos tipos de tubo más complejos.

20 El documento US 5542020 describe un cable de fibras ópticas que posee una ventana de contracción térmica expandida, donde dicho cable de fibras ópticas comprende:

un elemento central de soporte alargado;

unos medios de definición de canal que sirven para definir al menos un canal que se extiende en general en dirección longitudinal, en la proximidad de dicho elemento de soporte central, en el que al menos dicho canal define un eje central y posee una longitud medida a lo largo del eje central; y

25 al menos una fibra óptica dispuesta en el interior de dicho canal, donde al menos dicha fibra óptica posee un coeficiente de dilatación térmica inferior al coeficiente de dilatación térmica respectivo de, al menos, uno de dichos medios de definición de canal y de dicho soporte central alargado,

30 y se caracterizado porque cada una de las fibras ópticas posee una longitud inferior a la longitud de dichos medios de definición de canal, medida a lo largo del eje central, una vez que el cable de fibras ópticas se monta de tal forma que cada fibra óptica presenta un promedio de desplazamiento de posición en la dirección que se extiende, generalmente en dirección radial, hacia el interior, a partir del eje del canal, en la dirección del elemento de soporte central, cuando se encuentra en un estado de relajación próximo a la temperatura ambiente, a fin de que, debido a esta circunstancia, se amplíe la ventana de contracción térmica de dicho cable de fibras ópticas.

El documento US 6389787 describe una línea de producción de componentes de cable, que incluye:

35 una máquina cableadora destinada a recibir los devanados de cinta de fibra óptica, estando dicha máquina cableadora diseñada para girar con respecto a un eje (X-X) de la línea de producción;

un troquel de cierre, que incluye:

(a) una guía de apilado, que se desacopla mecánicamente de la máquina cableadora, y que está preparada para girar con respecto a un eje (X-X) de la línea de producción, a fin de formar una pila de cinta de fibra óptica trenzada,

40 (b) una abertura de apilado que se forma en la guía de apilado y que está destinada a la recepción de una pila de cinta de fibra óptica procedente de la máquina cableadora,

estando montado el troquel de cierre de tal forma que pueda ajustarse, a fin de que la abertura de apilado pueda alinearse convenientemente con el eje (X-X) de la línea de producción, y

45 un dispositivo de control asociado funcionalmente a la máquina cableadora y al troquel de cierre, para controlar la rotación de la máquina cableadora y de la guía de apilado del troquel de cierre, operando el dispositivo de control de tal forma que establezca una determinada relación al avance de velocidades de rotación entre la máquina cableadora y la guía de apilado del troquel de cierre.

50 La figura 1 representa esquemáticamente una vista en sección de un ejemplo de cable que presenta una capa periférica y cuyo elemento central es un tubo que incluye una pluralidad de fibras ópticas. Un tubo metálico 1 incluye un conjunto de fibras ópticas 2. Una capa periférica de elementos de refuerzo 3 rodea al tubo 1, estando los elementos de refuerzo 3 retorcidos alrededor del tubo 1. El cable representado en la figura 1 es un cable de tubo central.

La figura 2 representa esquemáticamente una vista en perfil de una porción de un ejemplo de línea de producción de cable que utiliza una máquina tubular. Una máquina tubular MT incluye varias bobinas, por ejemplo, en número de diez, numeradas de B1 a B10. En cada una de estas bobinas B1 a B10 se encuentra enrollado un elemento de refuerzo 3. Una bobina suplementaria B11 se encuentra situada con anterioridad a la máquina tubular MT. El sentido anterior/posterior es el sentido de avance del cable de transmisión óptica en el momento de su realización. En la bobina suplementaria B11 se enrolla el tubo 1, en cuyo interior se encuentran situadas las fibras ópticas 2. En el eje de simetría del cilindro formado por la estructura de la máquina tubular se encuentra igualmente el eje de avance del cable durante su fabricación, estando dicho eje representado mediante una línea de trazos. Con posterioridad a la máquina tubular MT se encuentran sucesivamente un cabrestante C y una bobina de almacenamiento BS en la que se encuentra almacenado el cable de transmisión óptica. El cabrestante C y las bobinas B11 y BS representadas en la figura 2 giran en el sentido de las agujas del reloj. El eje de las bobinas B1 a B10 es perpendicular al eje de la máquina tubular MT. La máquina tubular MT gira alrededor de su eje en el sentido de la flecha VR. Entre la máquina tubular MT y el cabrestante C se encuentra la cabeza T de preformado, a cuyo nivel se concentran los hilos F, formados por los elementos de refuerzo 3 y por el tubo 1 de fibras ópticas 2. Cuando este tipo de cable se realiza con la ayuda de una máquina tubular MT, la bobina B11 de tubo 1 de fibras ópticas 2 se encuentra situada con anterioridad a y en el exterior de la máquina tubular MT. El tubo 1, cuando se devana, se guía hacia el exterior de la máquina tubular MT a lo largo de la máquina tubular MT al igual que los elementos 3 de refuerzo cuando se devanan desde las bobinas B1 a B10. Unos dispositivos de guiado, que son conocidos por sí mismos y que no aparecen representados en la figura 2 por razones de claridad, permiten dicho guiado a lo largo de la máquina tubular MT. Los elementos 3 de refuerzo y el tubo 1, simbolizados por los cables F, se reúnen al nivel de la cabeza T de preformado para formar el cable, o al menos una parte del cable, cuando este incluye diversas capas periféricas. A su salida de la cabeza T de preformado, el cable pasa a continuación por el cabrestante C, antes de enrollarse sobre la bobina de almacenamiento BS.

Según una tercera técnica anterior, para la realización de un cable de transmisión óptica cuyo tubo central de fibras ópticas presenta una sección netamente más gruesa que los elementos de refuerzo, se conoce la utilización de una máquina tubular que incluye una excrescencia en su extremo posterior, conteniendo dicha excrescencia la bobina de gran tamaño destinada a la recepción del tubo 1 de fibras ópticas 2, estando dicho tubo 1 situado en el centro del cable de transmisión óptica realizado de esta forma.

En las diferentes técnicas anteriores que se han presentado, el cable de transmisión óptica puede ser de tipo sencillo, es decir, que presenta un tubo central de fibras ópticas, pudiendo realizarse dicho cable con ayuda de una máquina tubular, o bien el cable de transmisión óptica puede ser de tipo complejo, es decir, que presenta al menos un tubo de fibras ópticas retorcido alrededor de un elemento de refuerzo central, realizándose dicho cable con la ayuda de una máquina planetaria. Ahora bien, las máquinas planetarias tienen una productividad netamente inferior a la de las máquinas tubulares, pues su velocidad máxima de rotación es netamente inferior a la de las máquinas tubulares.

El objeto de la invención se refiere sobre todo a los cables de tipo complejo, es decir, aquellos en los que el tubo de fibras ópticas se encuentra rodeando a un elemento de refuerzo central. Para este tipo de cable, que en la técnica anterior se realizaba con ayuda de una máquina planetaria, la productividad sigue siendo relativamente baja. La invención propone la realización de este tipo de cable complejo con la ayuda de una máquina tubular cuya relativa complejidad parecía reservada para la realización de cables más sencillos de tubo central de fibras ópticas.

De acuerdo con la invención, se ha previsto un procedimiento para producir un cable de transmisión óptica de acuerdo con la reivindicación 1.

A fin de poner en práctica este procedimiento, se ha previsto una máquina tubular específica, que se encuentra especialmente adaptada para la puesta en práctica de dicho procedimiento para producir cables de tubo de fibras ópticas trenzado alrededor de un elemento de refuerzo central. Dicha máquina tubular específica, no obstante, puede también servir para realizar con mayor facilidad unos cables de fibra óptica de tubo central.

De acuerdo con la invención, también está prevista una máquina tubular para la realización de un cable de transmisión óptica, de acuerdo con la reivindicación 4.

La invención se comprenderá mejor, y se observarán otras características y ventajas con la ayuda de la siguiente descripción, así como de los dibujos adjuntos, que se facilitan a modo de ejemplo, y en los cuales:

- la figura 1 representa de forma esquemática la sección de un ejemplo de cable que presenta una capa periférica y cuyo elemento central consiste en un tubo que incluye una pluralidad de fibras ópticas;

- la figura 2 representa esquemáticamente una vista en perfil de una porción de un ejemplo de línea de producción de cable según la técnica anterior, que utiliza una máquina tubular;

- la figura 3 representa esquemáticamente una vista en perfil de una porción de un ejemplo de línea de producción de cable según la invención, que utiliza una máquina tubular de acuerdo con la invención;

- la figura 4 representa esquemáticamente la sección de un ejemplo de cable que presenta dos capas periféricas y cuyo elemento central es un elemento de refuerzo;

- la figura 5 representa de manera esquemática la sección de un ejemplo de otro cable que presenta dos capas periféricas y cuyo elemento central es un elemento de refuerzo;

- 5 - la figura 6 representa un detalle de la figura 3, correspondiente a la parte de la máquina tubular MT que incluye la bobina B9 y el depósito de lubricante BG.

Para producir cables de transmisión óptica en los que el tubo o los tubos de fibras ópticas se encuentran retorcidos alrededor de un elemento central de refuerzo, que puede estar formado por varios elementos de refuerzo montados conjuntamente, en el procedimiento de producción según la invención se utiliza una máquina tubular, a diferencia de  
10 la técnica anterior, en la que se utilizaba una máquina planetaria.

Sin embargo, las máquinas planetarias cuyo diámetro puede llegar a ser de aproximadamente 3,5 m pueden girar hasta a aproximadamente 100 revoluciones por minuto, mientras que las máquinas tubulares, cuyo diámetro sigue siendo de aproximadamente 1 m pueden girar a unas velocidades máximas del orden de 300 a 500 revoluciones por minuto, en función del caso. Esta velocidad de rotación mucho mayor permite que las máquinas tubulares tengan  
15 una productividad netamente superior a la de las máquinas planetarias. Este aumento de productividad resulta especialmente interesante en el caso de la producción de cables aéreos, cuyas hélices alrededor del elemento central presentan un paso cuyo promedio es netamente menor que el correspondiente a los cables terrestres o submarinos. Efectivamente, los cables aéreos se trenzan con un paso relativamente pequeño, a fin de dotar a las fibras ópticas de su interior de un grado de libertad que las permita soportar las tensiones de estiramiento a las que se someterán dichos cables una vez instalados, siendo dichas tensiones netamente más elevadas que en el caso de los cables terrestres o submarinos. Preferiblemente, estos cables aéreos son cables de fase o cables de guarda denominados OPGW (acrónimo en inglés de "fiber optic cables in overhead ground wires"). Normalmente, para un paso de hélice de 80 mm, por ejemplo, la velocidad lineal de realización del cable de transmisión óptica es de aproximadamente 6 metros por minuto cuando se utiliza una máquina planetaria, y de aproximadamente 24 m por  
20 minuto cuando se utiliza una máquina tubular, lo que representa una mejora de la productividad de aproximadamente un factor cuatro. No obstante, el procedimiento según la invención también puede utilizarse con algunos cables terrestres y ciertos cables submarinos instalados a poca profundidad.

Regresando a la figura 2, en el caso de una máquina tubular según la invención, como la representada en la figura 3, la bobina B11 ha sido suprimida ventajosamente, mientras que el tubo 1 se encuentra enrollado en una de las bobinas B1 a B8. El número de bobinas seleccionado no constituye más que un ejemplo, sin que constituya en absoluto una limitación, y de hecho, depende de la aplicación en cuestión y del tipo de cable de transmisión óptica fabricado. En la bobina B9 se enrolla el elemento central de refuerzo que, al devanarse, atraviesa el depósito de lubricante BG con la ayuda de un dispositivo de guiado clásico para volver a salir por el centro de la extremidad de la máquina tubular MT en forma de un elemento central de refuerzo lubricado ECRG. El resto de los componentes que aparecen en la figura 3 son semejantes a los descritos para la figura 2. En lugar de devanarse desde la bobina B11, cuya instalación ya no es necesaria, y de ser guiado a lo largo de la máquina tubular MT, para ser llevado de nuevo a una posición central situada al nivel de la cabeza T de preformado, el elemento de refuerzo central se devana en primer lugar desde una bobina situada en la máquina tubular MT según la invención, por ejemplo, B8, para atravesar posteriormente un depósito de lubricante BG situado igualmente en dicha máquina tubular MT, para salir posteriormente, ya lubricado, a través del extremo posterior de dicha máquina tubular MT. En la máquina tubular según la técnica anterior, el proceso de guiado del tubo central de fibras ópticas a lo largo de la máquina tubular en un dispositivo de guiado, por ejemplo, un tubo más grande, exigiría grandes esfuerzos para superar las fricciones del lubricante en el dispositivo de guiado. Por el contrario, en la máquina tubular según la invención, la disposición del depósito de lubricante al nivel del extremo posterior de la máquina tubular reduce en gran medida el recorrido del elemento de refuerzo que se ha lubricado, siendo dicho elemento de refuerzo, preferiblemente, el elemento central de refuerzo que se encuentra de este modo bien situado a la salida de la máquina tubular según la invención, ya que se encuentra enrollado sobre la bobina más cercana al depósito del lubricante, pudiendo entonces avanzar siguiendo una trayectoria rectilínea hasta el cabezal T de preformado. La máquina tubular de acuerdo con la invención y que se representa en la figura 3 puede también utilizarse para la realización de cables de transmisión óptica con tubo central de fibras ópticas; en este caso, es dicho tubo el que se encuentra enrollado en la bobina B9 y el que va a atravesar el depósito de lubricante BG, antes de volver a salir a través del extremo de la máquina tubular. Preferiblemente, todas las bobinas de la máquina tubular según la invención tienen las mismas dimensiones, de tal forma que la máquina tubular mantiene un diámetro constante a lo largo de su eje a.  
30  
35  
40  
45  
50

En la figura 6 se representa un detalle de la figura 3, correspondiente a la sección de la máquina tubular MT que incluye la bobina B9 y el depósito de lubricante BG. El elemento central de refuerzo ECR abandona la bobina B9 del eje a9, pasa por una polea P, atraviesa el depósito de lubricante BG entrando a través de una abertura O1 y saliendo por una abertura O2, siendo las aberturas O1 y O2 preferiblemente estancas a fin de evitar que el lubricante se derrame al exterior del depósito de lubricante BG: Un sistema de poleas suplementarias, que transporta al elemento central de refuerzo ECR por encima del depósito de lubricante BG permite pasar a través de las aberturas O1 y O2. A partir de ese punto, el elemento central de refuerzo lubricado ECRG abandona la máquina  
55  
60

tubular MT para pasar al cabezal de preformado T, mediante el cual se asocia a los hilos F para constituir el cable o la parte del cable CA.

5 La invención se refiere igualmente a un sistema de realización de un cable de transmisión óptica que incluye al menos dos capas periféricas, una capa periférica interior y una capa periférica exterior, estando la capa periférica exterior retorcida alrededor de la capa periférica interior, llevando a cabo dicho sistema el procedimiento según la invención, y preferiblemente mediante la utilización de la máquina tubular de acuerdo con la invención.

10 Un ejemplo de este tipo de cable se facilita en la figura 4, que representa esquemáticamente la sección de un ejemplo de cable que presenta dos capas periféricas, y cuyo elemento central es un elemento de refuerzo. El cable presenta un elemento central de refuerzo 4, alrededor del cual se trenzan los elementos de la capa periférica interior, a saber, por una parte, el tubo 1 de fibras ópticas 2 y, por otra parte, los elementos de refuerzo 3. Alrededor de esta capa periférica interior se retuercen, preferiblemente en sentido inverso, los elementos de la capa periférica exterior, a saber los elementos de refuerzo 5, que pueden ser diferentes de los elementos de refuerzo 3.

15 En la figura 5 se muestra otro ejemplo de cable. En ella se representa esquemáticamente la sección de un ejemplo de cable que presenta dos capas periféricas y cuyo elemento central es un elemento de refuerzo. El cable presenta un elemento central de refuerzo 4, alrededor del cual se encuentran retorcidos los elementos de la capa periférica interior, a saber, por una parte dos tubos 1 de fibras ópticas 2 distribuidos simétricamente a uno y a otro lado del elemento de refuerzo central 4, y por otra parte, los elementos de refuerzo 3. Alrededor de esta capa periférica interior se encuentran retorcidos, preferiblemente en sentido inverso, los elementos de la capa periférica exterior, a saber, los elementos de refuerzo 5, que pueden ser distintos de los elementos de refuerzo 3.

20 En un ejemplo práctico que corresponde al cable de la figura 5, el elemento central de refuerzo 4 puede ser un hilo de acero revestido de aluminio (ACS, siglas de la expresión anglosajona "Aluminium Clad Steel Wire"), o bien un hilo de acero galvanizado, de 3,75 mm. de diámetro, siendo los tubos 1 unos tubos metálicos cuyo diámetro se encuentra comprendido entre 3mm y 3,4 mm, y que comprenden, cada uno de ellos, 48 fibras ópticas SMF, siendo los elementos de refuerzo 3 hilos de acero revestidos de aluminio o hilos de acero galvanizado de 3,5 mm de diámetro, y consistiendo los elementos de refuerzo 5 en unos hilos de aleación de aluminio ("cable AA", en inglés) de 4 mm de diámetro.

30 En este ejemplo práctico de cable representado en la figura 5, la capa periférica interior se ha realizado con la ayuda de una máquina tubular acorde con la invención, que gira aproximadamente a 300 revoluciones por minuto, y la capa periférica exterior se ha realizado con ayuda de una máquina planetaria, estando la máquina tubular y la máquina planetaria dispuestas una tras la otra. Las dos capas periféricas pueden también realizarse con ayuda de dos máquinas tubulares situadas una tras otra. Dicho cable también puede realizarse en dos etapas diferentes, cuando las máquinas utilizadas, tanto si se trata de dos máquinas tubulares como de una tubular seguida de una planetaria, no se encuentran situadas una a continuación de otra en la fábrica de cables. En todos los casos, y preferiblemente, las dos máquinas giran en sentido inverso la una con respecto a la otra. En la técnica anterior, el tipo de cable representado en la figura 5 se ha realizado mediante una máquina planetaria de doble jaula, quedando de este modo limitada la productividad por la velocidad de rotación de la jaula que gira a menor velocidad, así como por el paso del cableado.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir un cable de transmisión óptica a partir de, por una parte, al menos un tubo (1) en cuyo interior se encuentran dispuestas una pluralidad de fibras ópticas (2), y por otra parte, de elementos de refuerzo (3, 4, 5), uno de cuyos elementos de refuerzo, denominado elemento central de refuerzo (4), se encuentra dispuesto en el centro del cable, y encontrándose una serie de elementos de refuerzo, llamados elementos de refuerzo periféricos (3) y el tubo (1) retorcidos alrededor del elemento central de refuerzo (4) con ayuda de una máquina tubular, a fin de formar una capa periférica alrededor de dicho elemento central de refuerzo (4), teniendo los elementos de refuerzo periféricos (3) y el tubo (1) diámetros suficientemente próximos como para que la capa periférica sea homogénea, y el elemento central de refuerzo (4), al menos un tubo (1) en cuyo interior se encuentran situadas la pluralidad de fibras ópticas (2) y los elementos de refuerzo periféricos (3) puedan devanarse desde varias bobinas (B1 a B9) dispuestas en el interior de la máquina tubular, caracterizado porque el elemento central de refuerzo (4) atraviesa un depósito de lubricante (BG) que también se encuentra situado en la máquina tubular, saliendo a continuación por uno de los extremos de la máquina tubular.
2. Procedimiento para producir un cable de transmisión óptica según la reivindicación 1, caracterizado porque el cable de transmisión óptica es un cable aéreo.
3. Procedimiento para producir un cable de transmisión óptica según la reivindicación 2, caracterizado porque el cable de transmisión óptica es un cable de guarda o un cable de fase.
4. Máquina tubular para producir cable de transmisión óptica, en la que dicho cable incluye un elemento central de refuerzo (4), al menos un tubo (1) en el interior del cual se encuentran situadas una pluralidad de fibras ópticas (2) y los elementos de refuerzo periféricos (3), incluyendo dicha máquina tubular una serie de bobinas (B1 a B9) situadas en el interior de la misma, caracterizada porque, entre el conjunto de bobinas (B1 a B9), por una parte, y un extremo de la máquina tubular, por otra parte, se encuentran situados un depósito de lubricante (BG) y un dispositivo de guiado, dispuestos de tal forma que el elemento central de refuerzo que se devana desde la bobina más próxima (B9) al depósito de lubricante (BG) atraviesa el depósito de lubricante antes de salir por el extremo de la máquina tubular.
5. Máquina tubular según la reivindicación 4, caracterizada porque la bobina más próxima (B9) al depósito de lubricante (BG) se encuentra destinada a recibir el elemento central de refuerzo (4).
6. Máquina tubular según las reivindicaciones 4 a 5, caracterizada porque todas las bobinas (B1 a B9) tienen las mismas dimensiones, a fin de que la máquina tubular mantenga un diámetro constante.
7. Sistema para producir un cable de transmisión óptica que incluye al menos dos capas periféricas, una capa periférica interior y una capa periférica exterior, estando la capa periférica exterior retorcida alrededor de la capa periférica interior, llevando a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, utilizando la máquina tubular según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7.
8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque las dos capas periféricas están realizadas con la ayuda de dos máquinas tubulares dispuestas una a continuación de la otra.
9. Sistema según la reivindicación 7, caracterizado porque las dos capas periféricas están realizadas en dos etapas diferentes, con la ayuda de dos máquinas tubulares.
10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la capa periférica interior se realiza con la ayuda de una máquina tubular, y porque la capa periférica exterior se realiza con la ayuda de una máquina planetaria, estando la máquina tubular y la máquina planetaria situadas una a continuación de la otra.
11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la capa periférica interior está realizada en el transcurso de una primera etapa con ayuda de una máquina tubular, y porque la capa periférica exterior está realizada en el transcurso de una segunda etapa distinta de la primera etapa con ayuda de una máquina planetaria.
12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque ambas máquinas giran en sentidos mutuamente inversos.

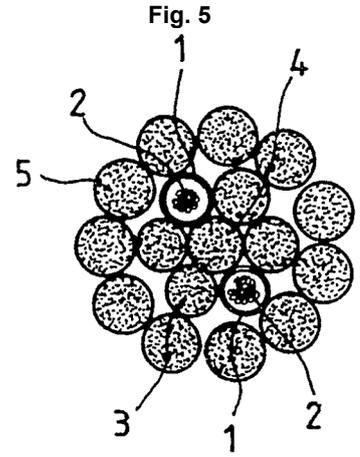
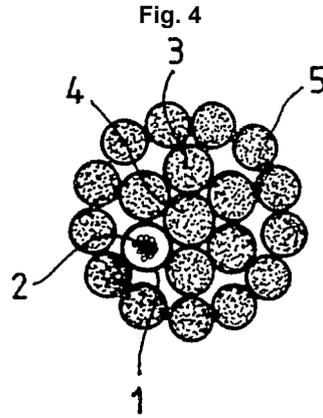
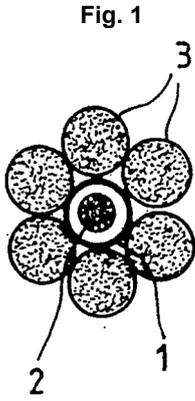


Fig. 2

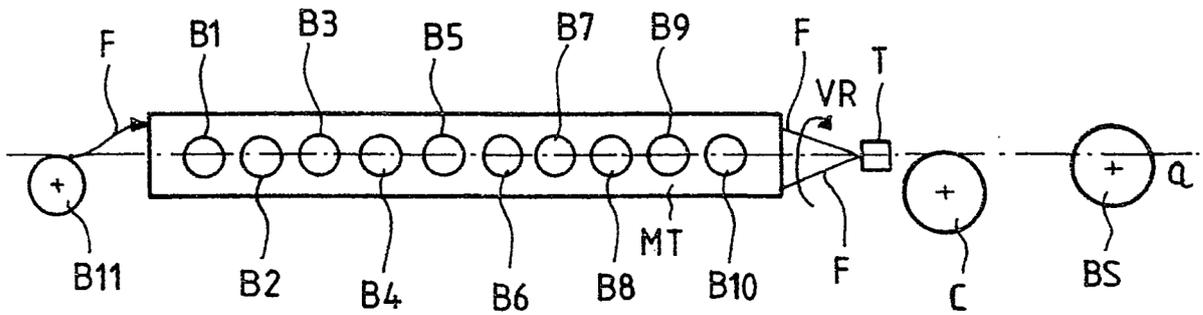


Fig. 3

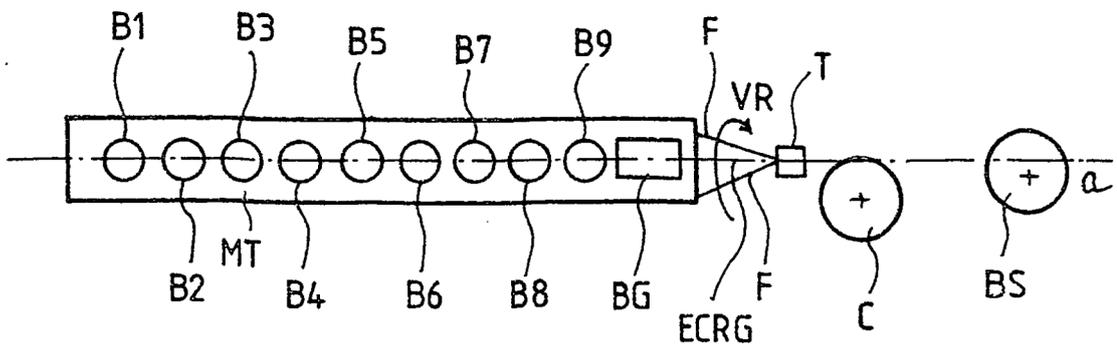
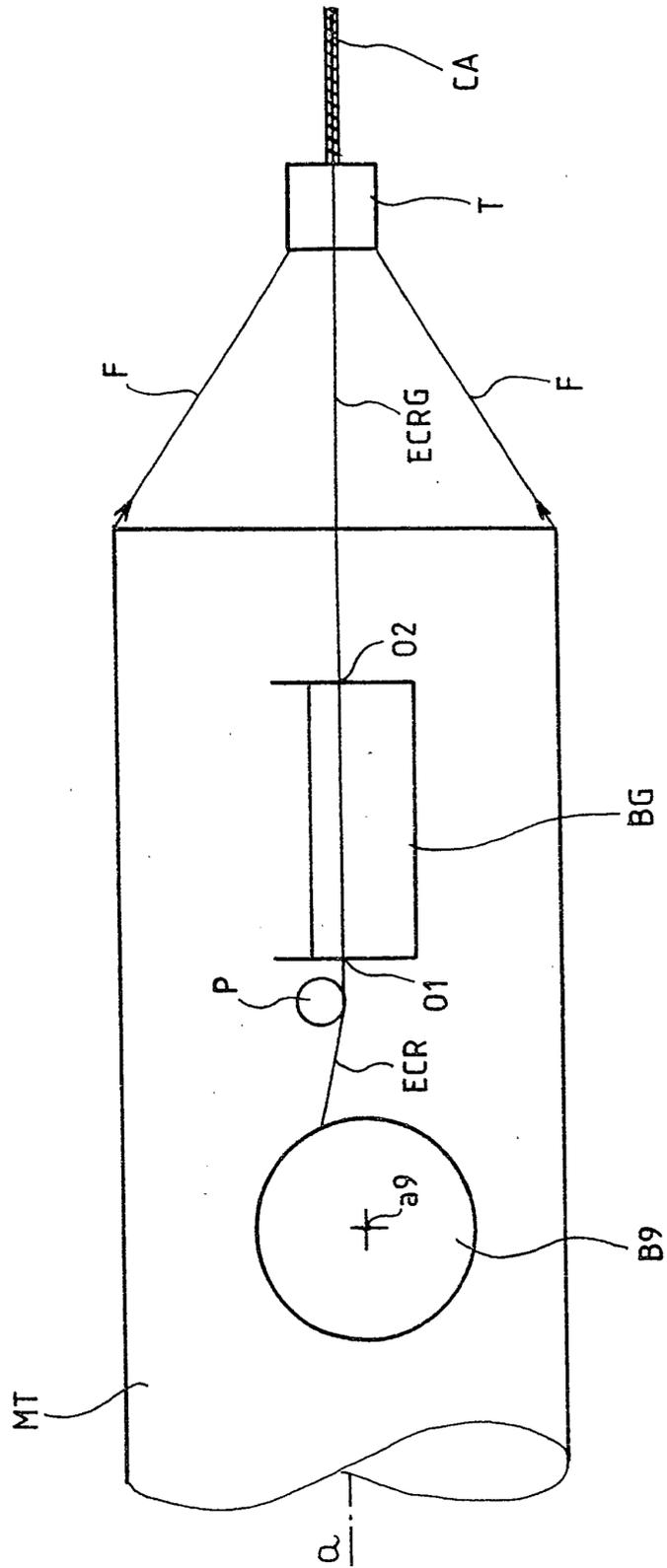


Fig. 6



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

**Documentos de patente citados en la descripción**

• US 5542020 A [0006]

• US 6389787 B [0008]