

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 157**

51 Int. Cl.:

H01B 7/08 (2006.01)

H01B 7/288 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2008** **E 08720189 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015** **EP 2232505**

54 Título: **Cable de potencia plano**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.11.2015

73 Titular/es:

PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
VIALE SARCA 222
20126 MILANO, IT

72 Inventor/es:

WALID, EL-FITYANI

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 550 157 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

Cable de potencia plano

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un cable de potencia plano. El cable de potencia debe tener una capacidad adecuada de transporte de corriente y suficiente rigidez dieléctrica para minimizar las pérdidas eléctricas y los fallos incluso bajo condiciones ambientales adversas.

10 El documento US 3.889.049 enseña, por ejemplo, las condiciones dentro de un pozo. Las condiciones ambientales del pozo varían, en general, dependiendo de la ubicación geográfica. En algunos casos el fluido del pozo es altamente corrosivo y en muchos casos las temperaturas del pozo superan los aproximadamente 135°C (275°F). La mayoría de los fluidos de los pozos de petróleo incluyen salmueras que contienen gas H₂S disuelto, carbonatos y sales, y grandes volúmenes de petróleo. La presión del fluido en los pozos puede ser bastante alta y en muchos casos superior a 270 atm (aproximadamente 4000 psig). Además, los pozos son bastante profundos, con un promedio de 2 a 3 km (aproximadamente 8.000 a 10.000 pies). El cable eléctrico debe poseer la resistencia física suficiente para permitir la inserción del motor y del cable a estas profundidades y la superficie exterior del cable debe resistir la abrasión asociada con la inserción.

15 Entre estas aplicaciones hay cables eléctricos planos sumergibles que son utilizados para transmitir energía eléctrica a los aparatos sumergibles (por ejemplo, motores) para uso en pozos de petróleo, de minerales o de agua. La forma plana de estos cables permite el paso de los mismos a través de vías estrechas en pozos de petróleo o de diámetro relativamente pequeño, en los que un cable redondo más grande podría causar interferencias u otros problemas, como se enseña, por ejemplo, en el documento US 4.600.805.

20 Un ejemplo de cable plano que se utiliza en un entorno hostil es comercializado por el Solicitante con el nombre comercial Devilead[®] Flat Pump Cable. Un cable de este tipo tiene tres conductores aislados con un compuesto a base de EPDM (monómero de etileno - propileno - dieno). Cada conductor aislado está recubierto por una vaina de plomo. Una armadura de bandas de acero con recubrimiento rodea los tres conductores aislados y envainados. La presencia de la citada cubierta de plomo protege a los conductores aislados del cable contra el petróleo, los productos químicos y los gases, y la descompresión del aislamiento, pero también incrementa el peso del cable.

25 Un cable más ligero es comercializado, por ejemplo, por el Solicitante con el nombre comercial Deviline[®] Flat Cable en el que cada uno de los tres conductores, aislados por una capa a base de polipropileno, está protegido por una vaina polímera (basado, por ejemplo, en el caucho monómero de etileno - propileno - dieno, EPDM). A su vez, la vaina polímera está superpuesta helicoidalmente con cinta de polímero de flúor (por ejemplo de politetrafluoretileno PTFE). Una armadura de bandas de acero con recubrimiento rodea los tres conductores aislados y envainados. La combinación de vaina polímera / cinta de polímero de flúor proporciona a los conductores aislados protección contra el calor, el petróleo, los productos químicos y la descompresión.

30 El Solicitante ha observado que en un entorno de altas temperaturas, de gas / petróleo o debido al cambio en la presión, la vaina polímera tiende a hincharse o agrandarse en los espacios vacíos intersticiales debajo de la armadura, pudiendo provocar posiblemente un desajuste de las cintas o trenzas que rodean la vaina y / o deteriorar la geometría del cable, y ambos resultados finalmente conducen al fallo del cable. El hinchamiento de la vaina polímera y el desajuste de las cintas pueden hacer que los conductores aislados se muevan unos con respecto a los otros. Bajo tales circunstancias, los núcleos aislados pierden su configuración, lo cual es una ocurrencia altamente indeseable y esto conduce finalmente a fallos en los cables.

35 El documento US 7.009.113 trata de un cable eléctrico de alta temperatura que tiene un material de carga intersticial y del problema de mejorar la redondez del cable. El cable eléctrico incluye un conductor aislado central y una pluralidad de conductores aislados exteriores dispuestos alrededor del conductor aislado central, formando el conductor aislado central y "a pluralidad de conductores aislados exteriores un primer conjunto de intersticios entre los mismos y la formando la pluralidad de conductores aislados exteriores un segundo conjunto de intersticios entre ellos. El cable eléctrico incluye, además, un material de carga que llena sustancialmente al menos una porción del primer conjunto de intersticios y al menos una porción del segundo conjunto de intersticios y una camisa que encierra los conductores y el material de carga. El material de carga, tal como una masilla de cerámica, un fluoroelastómero, y / o una grasa fluorada o petróleo se ejemplifican. El cable eléctrico incluye, además, una trenza de hilo dispuesta en al menos uno del segundo conjunto de intersticios, un material de carga, un material que llena sustancialmente al menos una porción del primer conjunto de intersticios y que llena sustancialmente al menos una porción del segundo conjunto de intersticios alrededor del hilo, y una capa de cinta que encierra los conductores, el hilo y el material de carga. En una realización, la trenza de hilo comprende tetrafluoretileno.

40 El documento US 2007/0027245 se refiere en general al campo de la exploración, producción, y pruebas de campos petrolíferos, y más específicamente a los materiales elastómeros hinchables y sus usos en tales campos. En particu-

- lar, se describe un aparato que comprende una composición elastómera hinchable con características químicas peculiares. Un aparato de este tipo incluye aquellos en los que el elemento de campo petrolífero puede ser cualquier elemento expuesto al agua, a la salmuera, a los fluidos de pH bajo y alto, y / o a fluidos de hidrocarburos, tales como, entre otros, obturadores y aisladores utilizados en los componentes eléctricos, tales como apantallado y / o encamisado de semiconductores de alambres y cables, recubrimiento de cables de potencia.
- Otro problema que se produce en la operación de cables posicionados en el entorno hostil que se ha descrito se deriva de la presencia de hidrocarburos de bajo peso molecular tales como gas metano, como se describe, por ejemplo, en el documento US 3.800.066. En las profundidades del pozo y a temperaturas superiores a 150°, lo cual es bastante común, el gas puede penetrar en la matriz del cable debido a un fenómeno que se puede llamar difusión activada.
- El Solicitante experimentó que los cables de la técnica anterior adoptan estructuras complejas y / o pesadas para asegurar el rendimiento del cable en un entorno hostil.
- El peso de los cables conocidos también aumenta los costes de transporte y el tiempo necesario para la instalación en los pozos.
- El Solicitante se propuso como objetivo reducir el peso y la complejidad de los cables planos conocidos asegurando al mismo tiempo la estabilidad de su geometría plana, tanto durante el transporte como en el interior del pozo, cuando se sumerge en los fluidos que se han mencionado más arriba, manteniendo al mismo tiempo una protección efectiva contra los productos químicos y el entorno hostil (altas temperatura y presión).
- El Solicitante encontró que la adopción de materiales de carga hinchables colocados dentro de los espacios intersticiales entre los núcleos y que tienen, en una configuración no hinchada, un área de la sección transversal más pequeña que la de los citados espacios, pueden mantener la posición de un núcleo con respecto a los otros, asegurando la estabilidad de la configuración plana geométrica.
- Antes de la instalación del cable plano de acuerdo con la invención dentro del pozo y antes de la inmersión del citado cable en los fluidos del pozo, los materiales de carga hinchables llenan sólo una parte del espacio disponible dentro de los intersticios. En vista de la cantidad limitada de material de los materiales de carga, el peso y la rigidez del cable plano durante el transporte y antes de la instalación se reducen con respecto a los cables conocidos de la técnica anterior.
- Después de la instalación del cable plano en el interior del pozo, cuando el citado cable entra en contacto con los fluidos del pozo y cuando los citados fluidos se filtran a través de la armadura, son absorbidos por los materiales de carga hinchables. Los materiales de carga hinchables se hinchan y se agrandan, llenando todos los intersticios y empujando contra los núcleos y la armadura, conteniendo y manteniendo el cable en su configuración original.
- Por lo tanto, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable plano como se define en la reivindicación 1.
- Preferiblemente, el cable de potencia plano es un cable sumergible.
- En la presente descripción y en las reivindicaciones, con el término "cable sumergible" se quiere significar un cable de potencia utilizado para suministrar electricidad a motores sumergibles para uso en pozos de petróleo, de minerales o de agua.
- Preferiblemente, los citados materiales de carga hinchables están hechos de una composición basada en un material polímero seleccionado del copolímero de propileno con una alfa - olefina C₂ - C₆, por ejemplo copolímeros de etileno - propileno, opcionalmente en presencia de uno o más monómeros adicionales, por ejemplo un monómero de dieno; copolímero de etileno con al menos una alfa - olefina C₄ - C₁₄, opcionalmente mezclada con un alquileno de etileno o copolímero de éster de alquilo; y mezclas de los mismos.
- El material polímero se puede combinar con aditivos tales como agentes de reticulación, plastificantes y materiales de carga inorgánicos, tales como negro de carbono o caolín o ambos.
- Preferiblemente, el material polímero de los citados materiales de carga hinchables tiene una capacidad de hinchamiento desde el 50% al 400% del volumen original. La capacidad de hinchamiento debe ser suficiente para constreñir el cable en su configuración plana.
- Preferiblemente, todos los materiales de carga hinchables tienen la misma capacidad de hinchamiento. Todos los materiales de carga hinchables se agrandan con la misma relación de hinchamiento y mantienen el cable en la configuración plana. De acuerdo con una realización preferida, la vaina de protección está fabricada de una composición basada en un material polímero seleccionado de entre caucho de nitrilo, copolímero de propileno con una alfa - ole-

fina C₂ - C₆, preferiblemente copolímeros de etileno - propileno, opcionalmente en presencia de uno o más monómeros adicionales, por ejemplo un monómero de dieno, y mezclas de los mismos.

El material polímero puede estar combinado con aditivos tales como agentes de reticulación, plastificantes y materiales de carga inorgánicos, tales como negro de carbono o caolín o ambos.

- 5 Preferiblemente, los citados materiales de carga hinchables tienen una capacidad de hinchamiento al menos igual a la capacidad de hinchamiento de la vaina de protección.

10 Por otra parte, los citados materiales de carga hinchables tienen una capacidad de hinchamiento mayor que la capacidad de hinchamiento de la vaina de protección. De esta manera, el hinchamiento de los materiales de carga se opone al hinchamiento de la vaina de protección debido a la absorción de los mismos fluidos en los que el cable de potencia plano está sumergido.

De acuerdo con una realización preferida, cada uno de los citados materiales de carga hinchables es un elemento continuo que se desarrolla a lo largo de toda la longitud del cable plano. La continuidad de cada elemento permite llenar todos los espacios en el interior del cable y asegura la homogeneidad de la fuerza ejercida por los elementos de relleno hinchados sobre los núcleos y la armadura exterior a lo largo del cable.

- 15 Por otra parte, cada uno de los citados materiales de carga hinchables comprende una pluralidad de elementos discretos alineados uno tras otro a todo lo largo de toda la longitud del cable plano.

Preferiblemente, todos los materiales de carga hinchables presentan la misma sección transversal.

Preferiblemente, todos los materiales de carga hinchables tienen un hilo de desenrollado en una porción interior de los mismos.

- 20 El hilo de desenrollado está basado preferentemente en un material seleccionado de entre un poliéster o una poliamida.

De acuerdo con una realización preferida, cada uno de los citados materiales de carga hinchables presenta una sección transversal circular. Los materiales de carga hinchables con sección circular son fáciles de fabricar y almacenar, es decir, son enrollados en carretes.

- 25 Preferiblemente, cada uno de los citados materiales de carga hinchables en la configuración no hinchada se encuentra contra los núcleos y la superficie interior .

Ventajosamente, también en la configuración no hinchada, los materiales de carga tienen un diámetro tal que puede bloquear los materiales de carga en los intersticios de los mismos.

- 30 De acuerdo con una realización preferida, el cable de potencia plano comprende tres elementos aislados de transmisión de potencia con vainas protectoras respectivas. De acuerdo con una realización de la invención, uno de los núcleos es un elemento de transmisión de control.

De acuerdo con una realización preferida, cada núcleo comprende una cinta de polímero de flúor dispuesta en posición radialmente exterior con respecto a la vaina de protección.

- 35 Preferiblemente, cada núcleo comprende una trenza sintética dispuesta en posición radialmente exterior con respecto a la citada cinta de polímero de flúor.

Alternativamente, cada núcleo puede comprender una capa de fibra de vidrio dispuesta en posición radialmente exterior con respecto a la vaina de protección.

- 40 Preferiblemente, la relación entre el área de la sección transversal de cada relleno en la configuración no hinchada y el área de la sección transversal del espacio intersticial respectivo está comprendida entre aproximadamente 0,3 y aproximadamente 0,8. De acuerdo con la presente descripción, el término "cable plano" es un cable que comprende al menos dos núcleos dispuestos en una configuración plana mutua. Todos los núcleos están dispuestos paralelos a un plano común. En una sección transversal del cable con respecto a la dirección longitudinal del mismo cable, los núcleos están dispuestos centrados en un eje transversal común.

- 45 En la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término "núcleo" de un cable plano se utiliza para indicar una estructura semiacabada que comprende un elemento de transmisión, tal como un conductor de energía eléctrica, un elemento de transmisión de señal óptica (por ejemplo, una fibra óptica) o un elemento compuesto que transmite tanto energía eléctrica como señales ópticas, y al menos un aislamiento eléctrico, o, respectivamente, al menos un elemento de contención (por ejemplo un tubo, una vaina, una micro vaina o un núcleo ranurado), o al menos dos elementos, uno de los cuales es un elemento de aislamiento eléctrico y el otro es un elemento de contención, dispuestos en una posición radialmente exterior con respecto al elemento de transmisión correspondiente.

5 En la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término "elemento de transmisión de señal óptica" se utiliza para indicar cualquier elemento de transmisión que comprende al menos una fibra óptica. Un término de este tipo identifica una única fibra óptica así como una pluralidad de fibras ópticas, opcionalmente agrupadas juntas para formar un haz de fibras ópticas o dispuestas paralelas unas a las otras y recubiertas con un recubrimiento común para formar un cordón de fibras ópticas.

En la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, el término "elemento de transmisión electro - óptico combinado" se utiliza para indicar cualquier elemento o combinación de elementos capaces de transmitir tanto energía eléctrica como señales ópticas de acuerdo con las definiciones que se han mencionado más arriba.

10 Cuando una pluralidad de núcleos están presentes en un cable, el cable puede ser referido como "cable bipolar", "cable tripolar" y "cable multipolar", dependiendo del número de núcleos incorporados en el mismo (en los casos mencionados en número de dos, tres o más, respectivamente).

15 De acuerdo con estas definiciones, la presente invención se refiere a cables planos provistos de dos o más núcleos. De acuerdo con la presente invención, cada uno de al menos dos de tales núcleos comprende un elemento de transmisión de potencia. La presente invención se refiere a cables planos bipolares o multipolares de tipo eléctrico para transportar o distribuir energía eléctrica.

Como un ejemplo ilustrativo, se considera un cable para transportar o distribuir energía eléctrica de media tensión (en la que baja tensión indica una tensión inferior a 1 kV, mientras que media tensión indica una tensión comprendida entre 1 kV y 35 kV).

20 Además de los núcleos con elementos de transmisión de potencia, los cables planos de la presente invención pueden comprender uno o más núcleos de tipo óptico que comprenden al menos una fibra óptica, de tipo eléctrico para la transmisión de señales o de tipo combinado electro - óptico.

25 Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones que siguen, excepto cuando se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades, , porcentajes, etc. , se deben entender como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". También, todos los rangos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos descritos e incluyen cualesquiera rangos intermedios, que pueden ser enumerados específicamente, o no, en la presente memoria descriptiva.

Otras características y ventajas adicionales se harán más evidentes a partir de la descripción detallada de algunas realizaciones preferidas, pero no exclusivas, de un cable, así como de un procedimiento para fabricar un cable, de acuerdo con la presente invención.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Esta descripción se expondrá en la presente memoria descriptiva y a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- la figura 1 muestra en sección transversal un cable de acuerdo con una realización de la invención;
- 35 – la figura 2 muestra una vista en perspectiva de un tramo del cable de la figura 1, con partes retiradas para revelar su estructura;
- la figura 3 muestra en sección transversal el cable de la figura 1 con materiales de carga hinchados;
- la figura 4 muestra en sección transversal un cable de acuerdo con una segunda realización de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

40 Con referencia a los dibujos que se acompañan, un cable plano de acuerdo con la presente invención es identificado en general por el número de referencia, 1.

45 El cable plano 1 comprende núcleos 2, presentando cada uno de los núcleos 2 un elemento de transmisión de potencia 3. Haciendo referencia a las figuras adjuntas, cada núcleo 2 se representa esquemáticamente y comprende un elemento de transmisión 3 y una capa aislante 4 que se proporciona para envolver el citado elemento de transmisión 3.

En particular, las realizaciones de las figuras adjuntas presentan tres núcleos 2, cada uno de los cuales es un conductor eléctrico de potencia de un cable plano de potencia de CA sumergible. La presente invención también podría tratar de cables planos bipolares o multipolares 1.

Los elementos de transmisión ilustrados 3 son conductores eléctricos fabricados de hilos de metal, por ejemplo cobre, cobre estañado o cobre estañado recocido, trenzados conjuntamente de acuerdo con las técnicas convencionales o fabricados de un único conductor sólido.

5 El cable de acuerdo con la presente invención puede comprender otros núcleos adicionales 2 también con diferentes elementos de transmisión, tales como elementos de transmisión óptica o elementos de transmisión electro - óptica combinados (no mostrados).

En una realización no mostrada, el cable plano 1 comprende tres elementos de transmisión 3 de una fuente de potencia de CA y un conductor para el control de la instrumentación de diagnóstico, lo que hace un total de cuatro núcleos paralelos 2.

10 Con independencia de la clase y del número de núcleos 2, tales núcleos 2 están dispuestos en una configuración plana mutua. Todos los núcleos se disponen paralelos a un plano común y unos adyacentes a los otros. En una sección del cable transversal con respecto a la dirección longitudinal del mismo cable, los núcleos se disponen centrados en un eje transversal común "X - X".

15 Cada núcleo 2 está provisto también de una vaina 5 que protegen la capa aislante 4 contra el ataque químico. La vaina de protección 5 está dispuesta en posición radialmente exterior con respecto al citado elemento de transmisión aislado 3, 4.

20 De acuerdo con la realización de las figuras 1 y 2, la citada vaina de protección 5 comprende una vaina de material polímero. Por ejemplo, una vaina de protección 5 basada en Nordel 4770 reticulado (EPDM comercializado por The Dow Chemical Company) tiene un hinchamiento de aproximadamente el 70% después del tratamiento en aceite mineral a 150°C durante 168 horas. Alrededor de la vaina de protección 5 hay dispuesta una cinta. De acuerdo con la realización de las figuras 1 y 2, cada núcleo 2 comprende una cinta de polímero de flúor 6 (por ejemplo politetrafluoroetileno, PTFE) dispuesta en posición radialmente exterior con respecto a la vaina de protección 5. Una trenza sintética 7 está dispuesta en posición radialmente exterior con respecto a la citada cinta de polímero de flúor 6.

25 De acuerdo con la realización de la figura 4, cada núcleo 2 comprende una capa de fibra de vidrio 8 dispuesta en posición radialmente exterior con respecto a la vaina de protección 5.

30 El cable plano 1 de acuerdo con la invención comprende, además, una armadura exterior 9 dispuesta en una posición exterior con respecto a los citados núcleos 2. La citada armadura exterior 9 presenta dos caras sustancialmente planas 9a paralelas al plano común que se ha citado más arriba y dos lados redondeados opuestos 9b que rodean una porción de dos núcleos laterales 2. La armadura exterior 9 es preferiblemente una armadura de bandas de acero o de acero inoxidable o de una aleación de cobre y níquel.

35 Como resultado de su estructura, el cable plano 1 tiene una pluralidad de espacios intersticiales 10 que están definidos por los espacios vacíos comprendidos entre los núcleos 2 y la armadura exterior 9. Dos núcleos adyacentes 2 están en contacto a lo largo de una zona longitudinal cruzada por el eje transversal común, "X - X" y en cada lado del citado eje transversal común "X - X" hay definido un espacio intersticial sustancialmente triangular 10. En particular, cada espacio intersticial 10 está delimitado por una superficie lateral curvada 11 de cada uno de los dos núcleos adyacentes 2 y por una porción plana de una superficie interior 12 de la armadura exterior 9. Cada espacio intersticial 10 se extiende a lo largo de toda la longitud del cable plano 1.

40 El cable plano 1 de acuerdo con la invención comprende, además, materiales de carga hinchables 13 que están dispuestos en los citados espacios intersticiales 10. En una sección transversal del citado cable 1, cada uno de los citados materiales de carga hinchables 13 en una configuración no hinchada presenta un área de sección transversal más pequeña que el área de la sección transversal del espacio intersticial respectivo 10 y, por esta razón, no llena completamente el citado espacio 10 (figuras 1, 2 y 4). Preferiblemente, todos los materiales de carga hinchables 13 tienen una sección transversal con la misma forma y dimensiones.

45 En la realización que se muestra en las figuras que se acompañan, cada rellenador hinchable 13 presenta una sección transversal circular en contacto con cada una de las superficies laterales curvadas 11 de los núcleos 2 y con la superficie interior 12 de la armadura exterior 9. En los lados del rellenador hinchable circular 13, en la configuración no hinchada, hay presentes tres espacios vacíos, cada uno con una forma sustancialmente triangular.

50 La forma de la sección transversal de los materiales de carga hinchables 13 no es limitante, pero la forma y / o la dimensión de la sección transversal debe ser tal que el rellenador hinchable 13 en la configuración no hinchada llene sólo en parte el espacio intersticial respectivo 10.

Preferiblemente, la relación entre el área de la sección transversal de cada rellenador 13 en la configuración no hinchada y el área de la sección transversal del espacio intersticial respectivo 10 está comprendida entre aproximadamente 0,3 y aproximadamente 0,8.

De acuerdo con una realización, cada rellenador hinchable 13 se desarrolla a lo largo del cable plano 1 como un elemento continuo, preferiblemente con una sección transversal constante. En una realización alternativa, cada uno de los materiales de carga hinchables 13 comprende una pluralidad de elementos discretos alineados uno tras otro a lo largo de toda la longitud del cable plano 1.

- 5 En la presente descripción y en las reivindicaciones posteriores, con el término "capacidad de hinchamiento" referido al rellenador, se entiende que el rellenador se hincha después de la inmersión en un fluido del tipo que se ha citado más arriba en un porcentaje medido con respecto a un volumen original no hinchado.

- 10 Preferiblemente, cada uno de los materiales de carga hinchables 13 presenta una capacidad de hinchamiento que está comprendida entre el 50% y el 400%. Preferiblemente, todos los materiales de carga hinchables 13 presentan la misma capacidad de hinchamiento. Aparte del valor específico de la capacidad de hinchamiento, cada uno de los materiales de carga hinchables 13 se hincha después de la inmersión en los citados fluidos del pozo, de manera que, en la configuración hinchada, llena completamente el espacio intersticial vacío respectivo 10 y empuja contra la armadura exterior 9 y los núcleos 2, de manera que la acción de todos los materiales de carga hinchables 13 constriñe el cable 1 en la configuración plana (figura 3).

- 15 En particular, los materiales de carga hinchables 13 constriñen también el hinchamiento de la vaina de protección 5 impregnada en los mismos fluidos del pozo. Con este fin, preferiblemente, la capacidad de hinchamiento de los materiales de carga hinchables 13 es al menos igual o preferentemente superior a la capacidad de hinchamiento de la vaina de protección 5.

- 20 Cada rellenador hinchable 13 está hecho de un material polímero. Por ejemplo, un rellenador hinchable 13 basado en copolímero de etileno - octeno / copolímero de acetato de vinilo etileno reticulado tiene un hinchamiento de aproximadamente 200% después del tratamiento en aceite mineral a 150°C durante 168 horas.

- 25 Con el fin de fabricar el cable plano 1 de la invención, de acuerdo con una primera etapa del procedimiento de la invención, los núcleos 2 se preparan de acuerdo con una configuración preseleccionada, conocida per se comúnmente. El rellenador hinchable 13 se prepara preferiblemente por extrusión en forma de elementos continuos. Preferiblemente, cada elemento continuo se extruye alrededor de un hilo de desenrollado de manera que todos los materiales de carga hinchables tienen un hilo de desenrollado en una porción interior de los mismos. Preferiblemente, el hilo de desenrollado está basado en un material seleccionado de entre un poliéster o una poliamida.

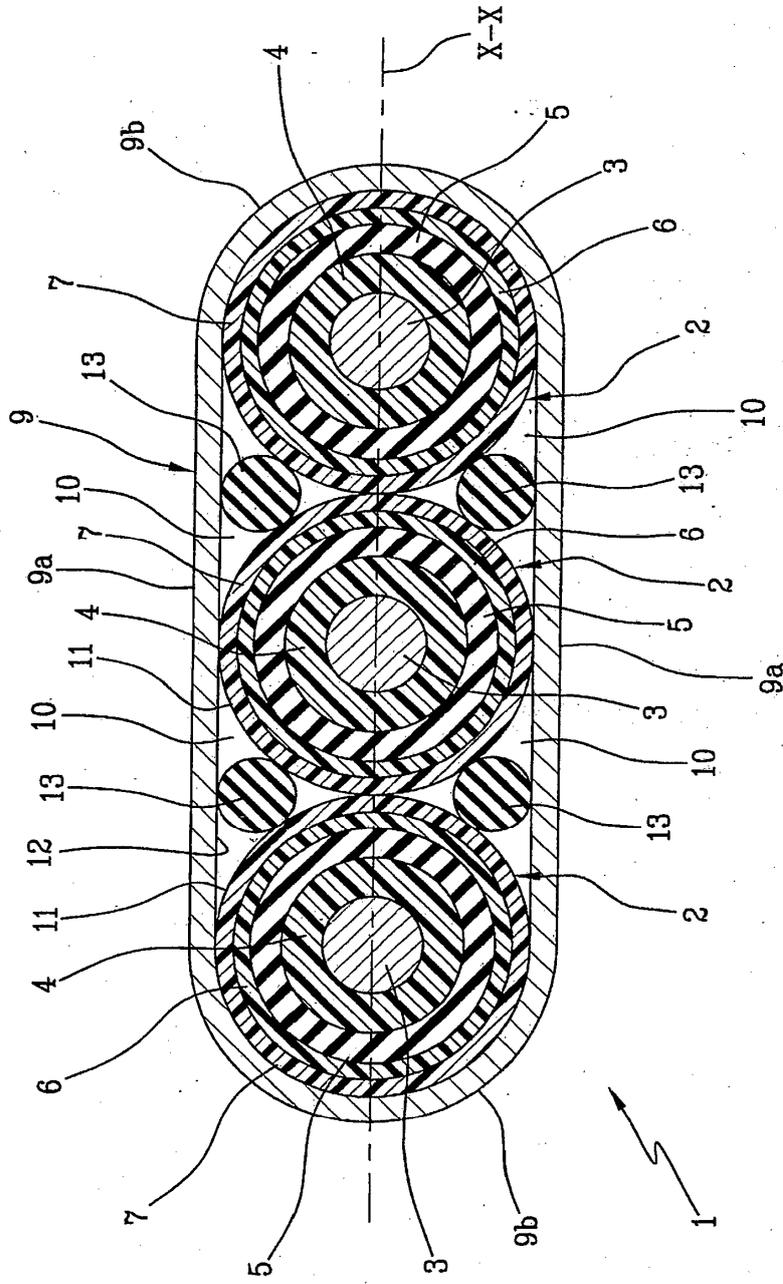
- 30 Una armadura 9 está dispuesta alrededor de los núcleos 2 y el rellenador hinchable 13. Preferiblemente, un flejes de acero de la armadura se envuelve helicoidalmente alrededor de los núcleos 2 y el rellenador hinchable 13 que se proporcionan juntos a una máquina de bobinado.

REIVINDICACIONES

1. Cable de potencia plano que comprende:
 - 5 al menos dos núcleos (2) de los cuales al menos dos de los citados núcleos (2) comprenden un elemento aislado de transmisión de potencia (3, 4) y una vaina de protección (5) dispuesta en posición radialmente exterior con respecto al citado elemento aislado de transmisión de potencia (3, 4); estando dispuestos los citados núcleos (2) sobre un eje transversal común (X - X);
 - una armadura exterior (9) que contiene los citados núcleos (2);
 - delimitando dentro de la citada armadura (9) los núcleos adyacentes (2) y una superficie interior (12) de la citada armadura (9), espacios intersticiales vacíos (10);
 - 10 en el que el citado cable plano (1) comprende materiales de carga hinchables (13) dispuestos en los citados espacios intersticiales vacíos (10);
 - en el que en una sección transversal del citado cable (1), cada uno de los citados materiales de carga hinchables (13) en una configuración no hinchada tiene un área de sección transversal más pequeña que el área de sección transversal del espacio intersticial vacío respectivo (10);
 - 15 en el que en una configuración hinchada, cada uno de los materiales de carga hinchables (13) llena el espacio intersticial vacío respectivo (10) y empuja contra la armadura exterior (9) y contra los núcleos (2) para constreñir el cable (1) en la configuración plana.
2. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, que es un cable sumergible.
3. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los citados materiales de carga hinchables (13) se hinchan al absorber fluidos en los que el cable de potencia plano (1) está sumergido.
4. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los citados materiales de carga hinchables (13) están hechos de una composición basada en un material polímero de propileno.
5. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el material polímero de propileno se selecciona de entre un copolímero de etileno polipropileno y un caucho monómero de etileno - propileno - dieno (EPDM).
6. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los citados materiales de carga hinchables (13) tienen una capacidad de hinchamiento comprendida entre el 50% y el 400% del volumen original.
7. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que todos los materiales de carga hinchables (13) tienen la misma capacidad de hinchamiento.
8. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la vaina de protección (5) está fabricada de una composición basada en un material polímero de propileno.
9. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el material polímero de propileno de la vaina de protección (5) se selecciona de entre copolímero de polipropileno - etileno y caucho monómero de etileno - propileno - dieno (EPDM).
10. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los citados materiales de carga hinchables (13) tienen una capacidad de hinchamiento al menos igual a la capacidad de hinchamiento de la vaina de protección (5).
11. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los citados materiales de carga hinchables (13) tienen una capacidad de hinchamiento mayor que la capacidad de hinchamiento de la vaina de protección (5).
12. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de los citados materiales de carga hinchables (13) es un elemento continuo a lo largo de toda la longitud del cable plano (1).
13. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que todos los materiales de carga hinchables (13) tienen un hilo de desenrollado en una porción interior de los mismos.
14. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el hilo de desenrollado está basado en un material seleccionado de entre un poliéster o una poliamida.

15. Cable de potencia plano de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la relación entre el área de la sección transversal de cada material de carga (13) en la configuración no hinchada y el área de la sección transversal del espacio intersticial respectivo (10) está comprendida entre aproximadamente 0,3 y aproximadamente 0,8.

FIG 1



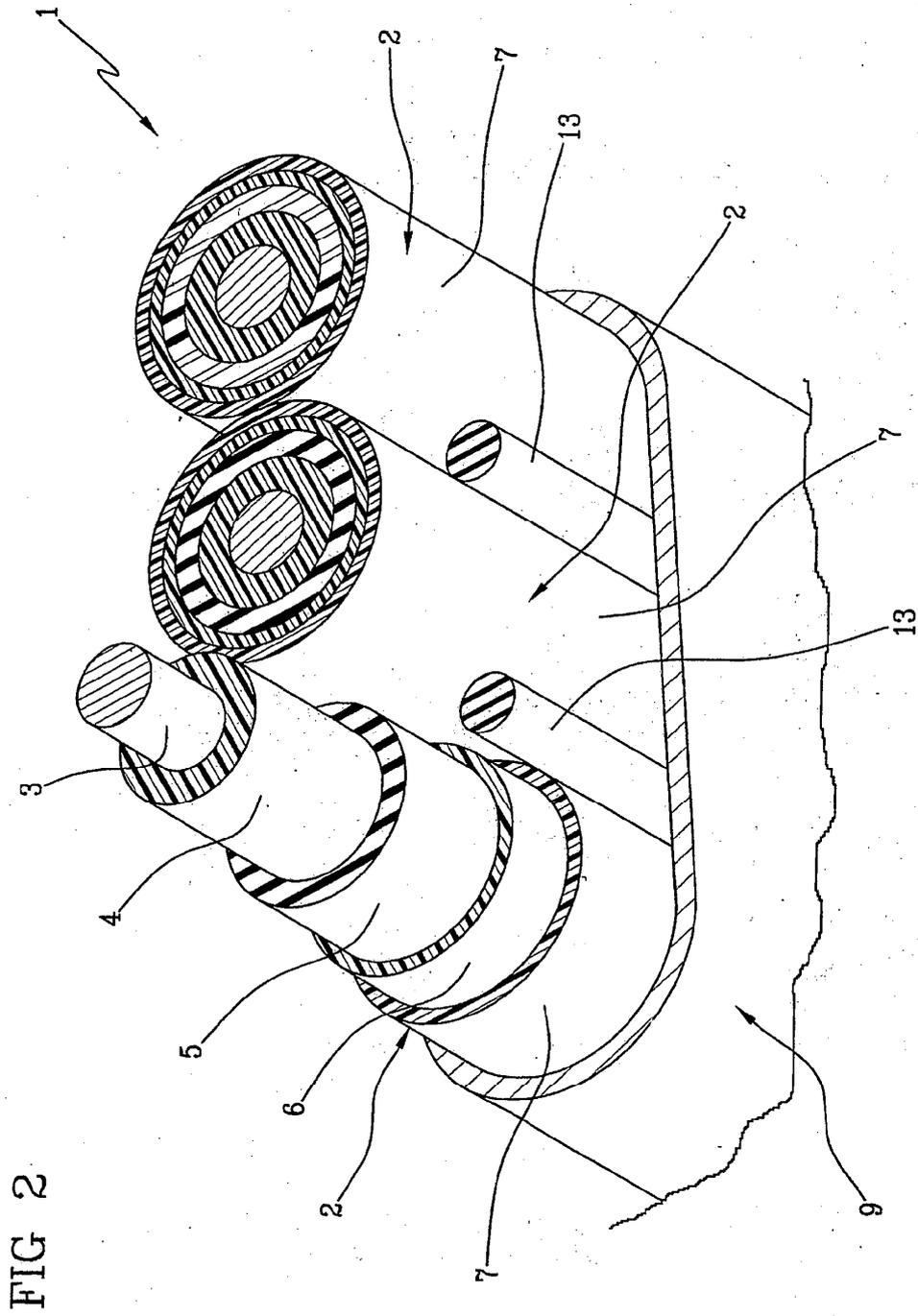


FIG 2

FIG 3

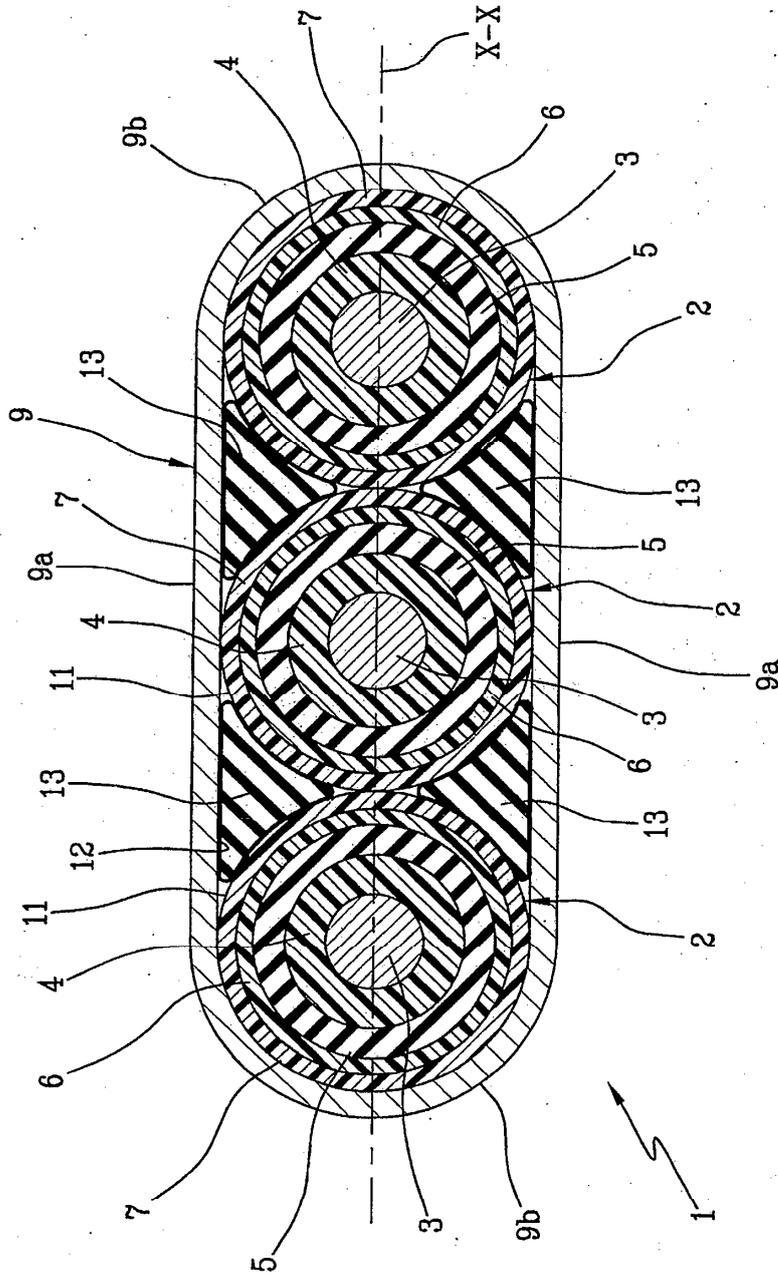


FIG 4

