

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 990 988**

51 Int. Cl.:

**H02G 1/08** (2006.01)

**H02G 9/06** (2006.01)

**H02G 9/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2021** **E 21186215 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024** **EP 3955402**

54 Título: **Procedimiento y equipo para la instalación de un cable de alimentación en un túnel**

30 Prioridad:

**11.08.2020 IT 202000019975**

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

**02.12.2024**

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)**

**Via Chiese 6**

**20126 Milan, IT**

72 Inventor/es:

**BACCHINI, MARCO;  
MANFREDI, SIMONE y  
GENOVESI, MARIO**

74 Agente/Representante:

**PONTI & PARTNERS, S.L.P.**

ES 2 990 988 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 y equipo para la instalación de un cable de alimentación en un túnel

## 5 ANTECEDENTES

Campo técnico

10 **[0001]** La presente descripción se refiere a un procedimiento y a un equipo para la instalación de un cable de alimentación en un túnel.

Descripción de la Técnica Relacionada

15 **[0002]** Los cables subterráneos, en comparación con las líneas aéreas equivalentes, son más caros puesto que tienen que ser más grandes para reducir la resistencia eléctrica y el calor producido, necesitan un aislamiento especial y/o enfriamiento del cable, que se proporciona generalmente por ventilación por aire forzado o enfriamiento por agua. Es más, las transiciones entre líneas aéreas y cables subterráneos requieren puntos de terminación. Esto se traduce en costes más elevados.

20 **[0003]** Sin embargo, los cables subterráneos contribuyen a garantizar un suministro eléctrico ininterrumpido que hasta ahora era menos habitual en los sistemas aéreos debido, por ejemplo, a fuertes vientos y vendavales, fallos en las estructuras de soporte, etc. Los cables subterráneos pueden transmitir energía a través de zonas densamente pobladas donde el terreno es costoso o delicado desde el punto de vista medioambiental o estético. Por lo tanto, en ciertas zonas, los beneficios de los cables subterráneos superan las desventajas de la instalación subterránea.

25 **[0004]** Entre los procedimientos de instalación subterránea de cables, la instalación en túneles, cuya profundidad suele ser de aproximadamente 25-30 metros, se utiliza generalmente en ubicaciones urbanas donde la instalación de enterramiento directo causaría una interrupción inaceptable. Esto tiene la ventaja de que otros servicios subterráneos, como el agua y el alcantarillado, no se vean afectados, y existe una mayor libertad para seleccionar la trayectoria del cable, que, por ejemplo, puede cruzar ríos o vías férreas.

30 **[0005]** La colocación de un único tramo de un cable de alimentación, en particular, un cable de alta tensión, en túneles, presenta dificultades. El cable se suministra en bobinas que no suelen caber en el túnel, por lo que el cable hay que introducirlo longitudinalmente en el túnel. Por lo general, un único tramo de cable es más corto que el túnel donde se va a desplegar, por lo que se requiere una pluralidad de empalmes con el consiguiente aumento de costes, tiempo de instalación y problemas de seguridad. Por otra parte, los empalmes son puntos débiles de una instalación de cable donde pueden producirse fallos. De manera adicional, dado que, como se ha explicado, los cables de alta tensión para instalaciones subterráneas son pesados (por ejemplo, un cable de 400 kV pesa aproximadamente 40 kg/m), el despliegue de un solo cable para una longitud superior a 2 km presenta problemas en términos de gestión de la bobina del proveedor y de fuerza de tracción ejercida sobre el cable.

35 **[0006]** El documento GB 2 383 200 A se refiere a la instalación de cables en túneles. El cable se suministra en una bobina y se utilizan rodillos motorizados para llevar el cable a la parte superior del túnel. En el interior del túnel, el cable se apoya en una viga de soporte mediante rodillos de viga que soportan un colgador de cable. Los rodillos de viga pueden rodar a lo largo de la viga de soporte, llevando el cable con ellos. A medida que el cable avanza, los rodillos de viga se disponen en la abertura del túnel. El cable está completamente desenrollado y es soportado en toda su longitud por la viga de soporte. Una vez que un tramo de 1 km está colocado en la posición deseada, se traslada a unas abrazaderas situadas en la pared lateral. Las longitudes de cable se empalman una vez colocados en las abrazaderas.

40 **[0007]** El documento GB 2 468 883 A se refiere a la instalación de cables en túneles. Los procedimientos conocidos de instalación de cables incluyen los llamados tendido a mano, tendido de extremo y tendido de empalme. El tendido de empalme es el más adecuado para tramos largos de cables pesados. El cable avanza a lo largo del túnel en una posición provisional suspendida del techo del túnel. A medida que el cable avanza a lo largo del túnel, se colocan rodillos sobre una viga en I con colgadores de cable que soportan el cable. Los rodillos están espaciados por barras de Kevlar, de modo que se mantiene el espaciado regular de los rodillos cuando se tira de ellos a lo largo de la viga en I desde el punto de entrada del cable.

45 El documento KR 101 915 432 B1 describe un procedimiento de tendido de un cable de alimentación con un tirador de cable móvil que comprende: un carril de guía, una pluralidad de vehículos móviles, una unidad de conexión, una unidad de accionamiento, un colgador y una unidad de control de tendido de cable.

50 El documento US 5 518 339 A describe un dispositivo de suspensión utilizado para transportar un material lineal sobre un receptor de plataforma y liberar el material lineal sobre el receptor, que comprende un medio de suspensión, un medio de liberación y un medio de activación. Un aparato de tendido comprende dichos dispositivos de suspensión y un medio de carril preparado por encima de un receptor de plataforma sobre el que los dispositivos de suspensión deben mantenerse en movimiento.

El documento KR 2017 0061932 A describe un procedimiento de tendido de cables subterráneos que comprende las etapas de: instalar un carril y un cabrestante en una toma de corriente subterránea; instalar un rodillo de tracción en el carril; mover el cable a la posición inicial de la sección de instalación; sujetar el cable a la correa de suspensión del primer rodillo de arrastre instalar un cabezal de tiro en la punta del cable para conectar la línea de tracción del cabrestante al cabezal de tiro en la punta del cable, o conectar la línea de tracción del cabrestante al primer rodillo de tracción; accionar el cabrestante para hacer avanzar el cable; cuando el cable avance cierta longitud, suministrar un nuevo rodillo de tracción al carril en la posición inicial de la sección de instalación, y apoyar el cable en la correa de suspensión del nuevo rodillo de tracción.

El documento GB 2 554 873 A describe un soporte móvil para su uso en una instalación de tuberías, donde el soporte también puede utilizarse con un cable, alambre o línea, que incluye un bastidor, un sujetador para sujetar la tubería, y un aparato de reducción de fricción conectado al bastidor. El aparato de reducción de fricción puede ser ruedas o un patín de deslizamiento. Los rodillos pueden acoplarse a una pista o a las paredes interiores de un conducto. Un mecanismo de bloqueo puede mantener el soporte en su lugar con respecto a la vía y proporcionar un soporte estructural.

El documento GB 2 468 883 A describe un aparato para instalar cables o tuberías en túneles que comprende un vehículo motorizado. En un extremo del vehículo se encuentra un brazo de posicionamiento de cables/tuberías, que se puede controlar para mover un cable/tubería de una posición de instalación temporal a una posición de instalación final. En el otro extremo del vehículo se encuentra un brazo de pandeo de cables/tuberías, que se puede controlar para aplicar una cantidad deseada de pandeo a una longitud de cable/tubería entre posiciones adyacentes de instalación final. El aparato puede ser conducido a lo largo del cable/tubería realizando la colocación y el pandeo en una única secuencia.

#### RESUMEN DE LA DESCRIPCIÓN

**[0008]** El solicitante tiene como objetivo proporcionar un procedimiento y un equipo para la instalación de un cable de alimentación en un túnel donde pueda desplegarse un tramo de cable largo, en particular superior a 2 km, sin necesidad de empalmes.

**[0009]** Este objetivo se logra mediante un procedimiento para la instalación de un único tramo de cable de alimentación en un túnel donde el cable es sujetado de manera sucesiva por una pluralidad de carros que se deslizan a lo largo de un carril instalado en el túnel durante la instalación y que actúan como soportes fijos para el cable una vez que se ha completado la instalación, donde durante la instalación del único tramo de cable se mueve a lo largo del túnel de extremo a extremo del mismo tirando de dichos carros a través de un cable tractor fijado a los mismos. No se aplican fuerzas de tracción directamente sobre la cabeza del cable y no hay necesidad de ayudas de tracción intermedia a lo largo del túnel. El cable se instala en la posición final fijado a los carros fijados en el túnel, sin necesidad de manipulación del cable dentro del túnel. Por lo tanto, el procedimiento general es rápido y se necesita un equipo sencillo. Del mismo modo, la sustitución del cable, por ejemplo en caso de avería, también es rápida y sencilla.

**[0010]** Por consiguiente, la presente descripción se refiere a un procedimiento para la instalación de un único tramo de cable de alimentación en un túnel que tiene una entrada y una salida, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- colocar una parte de cabeza del tramo de cable cerca de la entrada del túnel;
- tender el único tramo de cable en el túnel más allá de la salida del túnel,

donde la etapa de tender el único tramo de cable en el túnel comprende repetir las siguientes subetapas hasta que la parte de cabeza del cable alcance un punto final fuera del túnel:

- en la entrada del túnel, conectar un carro de manera deslizable en un carril que se extiende longitudinalmente a lo largo del túnel entre la entrada del túnel y la salida del túnel;
- unir el carro a un cable tractor y al único tramo de cable;
- mover el carro a lo largo del carril tirando del cable tractor;
- después de una longitud predeterminada, unir a otro carro;
- en la salida del túnel, separar el carro del cable tractor y del cable y retirar el mismo del carril;

- cuando la parte de cabeza del cable alcanza el punto final, bloquear al menos el carro más cercano a la salida del túnel en el carril dentro del túnel.

**[0011]** Según una realización, al menos varios carros están bloqueados en el carril dentro del túnel. Todos los carros en el interior del túnel pueden bloquearse de manera estacionaria en el carril.

**[0012]** Según una realización, el presente procedimiento comprende además una etapa de arrastre de la parte de cabeza del cable hasta el punto final mediante un cable tractor auxiliar cuando la parte de cabeza del cable alcanza una posición predeterminada fuera del túnel y se desacopla del carro.

**[0013]** Según una realización, cuando la parte de cabeza del cable alcanza un punto final predeterminado fuera

del túnel, se imparte un pandeo predeterminado al único tramo de cable dentro del túnel por medio de:

- bloquear al carril el carro más cercano a la salida del túnel;
- desacoplar del cable tractor el carro más cercano a la salida del túnel; y
- 5 - tirar de los carros hacia arriba con el cable tractor hasta que las partes de cable entre todos los carros dentro del túnel reciban el pandeo predeterminado.

**[0014]** Según una realización alternativa, se imparte un pandeo predeterminado al tramo de cable mientras avanza a lo largo del túnel. Este procedimiento comprende proporcionar un aparato de pandeo proporcionado cerca  
10 de la entrada del túnel y operarlo para empujar hacia abajo una parte de cable sustancialmente equidistante de dos carros, proporcionando así el pandeo predeterminado.

**[0015]** Según otro aspecto, la presente descripción se refiere a un equipo para la instalación de un único tramo de cable de alimentación en un túnel, que comprende:

- 15 - al menos un carril para ser instalado de forma fija longitudinalmente en el túnel;
- un dispositivo de tracción y un cable tractor accionado por el dispositivo de tracción; y
- una pluralidad de carros acoplables de forma deslizable al carril, comprendiendo cada uno de dichos carros un dispositivo para la conexión liberable del carro al cable tractor y un dispositivo para la conexión liberable del carro al  
20 cable,

donde el dispositivo para la conexión liberable del carro al cable y el dispositivo para la conexión liberable del carro al único tramo de cable comprenden sujetadores con mitades respectivas.

25 **[0016]** En una realización, el presente equipo comprende un dispositivo de tracción auxiliar y un cable tractor auxiliar de salida accionado por el dispositivo de tracción auxiliar conectable a la parte de cabeza del único tramo de cable.

**[0017]** En la presente descripción y reivindicaciones, se entiende por cable de alta tensión (AT) un cable  
30 clasificado para una tensión superior a 30 kV.

**[0018]** Utilizando el procedimiento y el equipo de la presente descripción es posible instalar un único tramo de cable largo de un cable de alimentación sin necesidad de empalmes que conecten los tramos de cable subsiguientes. Por lo tanto, la instalación es más fácil y más barata, y el cable instalado es más fiable.

### 35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0019]** Características y ventajas adicionales resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción de algunas realizaciones ofrecidas a título de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos donde:

- 40 Las Figuras 1a-1c muestran etapas ejemplares para transportar un cable de AT cerca de una entrada de túnel según una realización del procedimiento de la presente descripción;
- Las Figuras 2a-2c muestran un equipo para la instalación de un único tramo de cable de AT en un túnel según una realización de la presente descripción;
- 45 Las Figuras 3a-3h muestran etapas ejemplares de un procedimiento para la instalación de un único tramo de cable de AT en un túnel según una realización de la presente descripción;
- La Figura 4 muestra una configuración ejemplar de varios únicos tramos de cables de AT instalados en un túnel utilizando el procedimiento y el equipo según una realización de la presente descripción;
- La Figura 5 muestra un aparato de pandeo del equipo para la instalación de un único tramo de cable de AT en un  
50 túnel según una realización de la presente descripción.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA

**[0020]** Para el propósito de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, excepto donde se indique lo contrario, todos los números que expresan cifras, cantidades, porcentajes, y así sucesivamente, deben entenderse como modificadas, en todos los casos, por el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos descritos e incluyen cualquier intervalo intermedio en los mismos, que puede o no enumerarse específicamente en esta invención.

60 **[0021]** La presente descripción, en al menos uno de los aspectos mencionados, se puede implementar según una o más de las siguientes realizaciones, combinadas opcionalmente entre sí.

**[0022]** A efectos de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, las palabras "un/una" o "unos/unas" debe entenderse que incluye uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que sea  
65 obvio que se quiere decir otra cosa. Esto se hace meramente por conveniencia y para dar una idea general de la

descripción.

**[0023]** Con referencia a las Figuras adjuntas, el objetivo del procedimiento y el equipo según la presente descripción es el posicionamiento de un único tramo de cable de AT 100 de un punto inicial 101 (Fig. 1a) a un punto final 102 (Fig. 3f), donde parte de la trayectoria del cable se encuentra en un túnel 103 y las partes restantes se encuentran fuera del túnel. En el caso representado, el túnel 103 se encuentra bajo el nivel del suelo y el punto inicial 101 y el punto final 102 se encuentran a nivel del suelo. La trayectoria del cable comprende un hueco 104 de entrada (Fig. 1c) y un hueco 105 de salida (Fig. 2c), respectivamente en comunicación con una entrada 106 del túnel y una salida 107 del túnel.

**[0024]** El procedimiento de instalación del único tramo de cable 100 en el túnel 103 comprende la etapa de colocar la parte de cabeza 108 (Fig. 1c) del cable 100 cerca de la entrada 106 del túnel. Esta etapa puede comprender una o más de las subetapas que se describen a continuación.

**[0025]** Como se muestra en la Figura 1a, el único tramo de cable 100 puede entregarse en el punto inicial 101 enrollado en una cesta o plataforma giratoria 109, por ejemplo, transportado por un vehículo 110, tal como un vehículo con ruedas o incluso una embarcación dependiendo de la posición del punto inicial 101. El único tramo de cable 100 puede descargarse inicialmente de la cesta 109 utilizando, por ejemplo, un brazo de recogida (no mostrado en las figuras) que recoge la parte de cabeza 108 del cable y la desplaza por una estructura de transición 111 guiando y sujetando el cable 100 desde la cesta 109 hasta el hueco 104 de entrada. Durante el movimiento del cable 100 a lo largo de la estructura de transición 111, el cable 100 se descarga progresivamente de la cesta 109.

**[0026]** En una realización mostrada en la Figura 1b, la estructura de transición 111 puede comprender una o más zanjas 112 que opcionalmente reciben rodillos, canales de descarga, empujadores 121, para mover, guiar y/o facilitar el avance del cable hacia el hueco 104 de entrada. La estructura de transición 111 también puede comprender una cámara de unión 113 para la conexión del tramo de cable a un cable de la red, una vez desplegado.

**[0027]** En una realización, como se muestra en la Figura 1c, una pluralidad de primeros soportes 114, por ejemplo, hechos de acero, se instalan en el hueco 104 de entrada. Los primeros soportes 114 pueden tener rodillos para guiar el cable.

**[0028]** La etapa de colocar la parte de cabeza 103 del cable cerca de la entrada 106 del túnel puede comprender además la subetapa de instalar un dispositivo de tracción auxiliar, tal como un cabrestante 115 de entrada auxiliar, en la parte inferior del hueco 104 de entrada para tirar de la parte de cabeza 108 del cable cerca de la entrada 106 del túnel a través de un cable 122 auxiliar de entrada. Los empujadores 121 mencionados anteriormente y el cabrestante 115 de entrada auxiliar pueden accionarse de manera sincronizada.

**[0029]** El procedimiento comprende además una etapa de tendido del único tramo de cable 100 en el túnel 103. Con este fin, se proporciona un equipo de instalación en el túnel 103 y cerca de la entrada 106 y la salida 107 del túnel, por ejemplo, en el hueco 104 de entrada y en el hueco 105 de salida, como se describirá en detalle más adelante.

**[0030]** Como en la Fig. 2a, al menos un carril 1 se instala en el túnel 103, extendiéndose longitudinalmente a lo largo del mismo, desde la entrada 106 del túnel hasta la salida 107 del túnel. En una realización, un carril 1 se fija en la pared del túnel para cada único tramo de cable 100 a desplegar en el túnel 103. En el caso de una pluralidad de cables a instalar, una pluralidad correspondiente de carriles 1, sustancialmente paralelos entre sí, pueden ser instalados (como en la Fig. 2a), antes o después del despliegue de un tramo de cable en un carril. En el caso de un túnel 103 con sección transversal circular o semicircular, por ejemplo, los carriles 1 se instalan en la pared del túnel circunferencialmente a lo largo de la pared cilíndrica del túnel, paralelamente a su eje longitudinal.

**[0031]** En una realización, para instalar el carril 1 en el túnel 103, una pluralidad de estructuras 2 de soporte del carril para soportar los carriles 103 se fijan a lo largo del túnel a las paredes del túnel. Las estructuras 2 de soporte del carril son, por ejemplo, de acero y pueden estar espaciadas a lo largo de la longitud del túnel la misma distancia, por ejemplo no más de 9 metros. En una realización, las estructuras 2 de soporte del carril tienen forma de arco para ajustarse a la pared circular o semicircular del túnel, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 2a. Los carriles 1 y las estructuras 2 de soporte del carril se instalan de forma fija en el túnel 103 puesto que se utilizan tanto para tender el único tramo de cable 100 como para soportar el mismo en el túnel 103 una vez finalizada la instalación, como se describirá con más detalle a continuación.

**[0032]** En una realización, un dispositivo de tracción 3, por ejemplo, que comprende un cabrestante de tracción, está instalado cerca de la salida 107 del túnel, por ejemplo, en el hueco 105 de salida, como en la Figura 2c. Cerca de la entrada 106 del túnel, por ejemplo, en el hueco 104 de entrada, como en la Figura 2b, se encuentra un amortiguador de cable, por ejemplo, un rodillo loco 4. Un cable tractor 5 se almacena en el amortiguador de cable, por ejemplo, se enrolla en el rodillo loco 4, y, extendiéndose longitudinalmente a lo largo del túnel 103, se conecta al cabrestante de tracción 3 de tal forma que el cabrestante de tracción 3 pueda tirar del cable 5 almacenado en el rodillo loco 4. En una realización, el cable tractor 5 está posicionado de forma que se extienda en paralelo al carril 1 y cerca

del mismo.

**[0033]** Como en la Figura 3a, un primer carro 8 está conectado al carril 1, siendo deslizable sobre el mismo, por ejemplo, en la entrada 106 del túnel. Con el fin de minimizar la fricción con el carril 1, el carro 8 puede comprender cojinetes 9 con un bajo coeficiente de fricción. En una realización, el carril 1 tiene forma de I y los cojinetes 9 se acoplan al carril 1 en forma de I en ambos lados del carril en forma de I. A continuación, el carro 8 se conecta al cable 5 y al único tramo de cable 100, en particular, a la parte de cabeza 108 del cable, por ejemplo, en el orden mencionado. Para este fin, el carro 8 comprende un dispositivo 10, a saber, un primer sujetador, para la conexión liberable del cable 5 al carro 8 y un dispositivo 11, a saber, un segundo sujetador, para la conexión liberable del único tramo de cable 100 al carro 8. Los dispositivos primero y segundo 10, 11 están diseñados de tal manera que, una vez conectados al cable 1 y al cable 5, el carro 8 puede deslizarse a lo largo del carril 1 gracias a la fuerza de tracción ejercida por el cable tractor 5 y puede llevar integralmente el cable 1 sin que se ejerza ninguna tensión de tracción sobre el mismo. El primer sujetador del dispositivo 10 comprende dos primeras mitades 12 para sujetar de forma liberable el cable 5, y el segundo sujetador del dispositivo 11 comprende dos segundas mitades 13 para sujetar de forma liberable el cable 1.

**[0034]** A continuación, el carro 8 se desplaza a lo largo del carril 1 tirando del cable tractor 5, accionado por el dispositivo de tracción 3, y se desliza a lo largo del carril 1 durante una primera distancia longitudinal predeterminada L más corta que la longitud total del carril 1, como se muestra en las Figuras 3b y 3c. Durante esta operación, el único tramo de cable 100 se transporta longitudinalmente a lo largo del carril 1 para sustancialmente la misma primera distancia longitudinal L. Por ejemplo, la primera distancia longitudinal predeterminada L mencionada anteriormente no es más larga que 9 metros. La distancia mínima puede ser de 1 metro o menos, pero el experto en la materia puede apreciar que cuanto menor sea la distancia L, mayor será el número de carros a utilizar para el despliegue del cable, lo que implica un aumento del coste y del tiempo de instalación.

**[0035]** A continuación, otros carros 8, con las mismas características del primer carro 8, se conectan, uno tras otro, al carril 1 en la entrada 106 del túnel, como se muestra en la Figura 3c. A continuación, cada carro 8 adicional se conecta al cable 5 y al único tramo de cable 100, como se ha descrito para el primer carro. Cada carro 8 adicional se conecta a una parte de cable a una distancia longitudinal del carro 8 precedente (el primer carro 8 en el caso de la Figura 3c). A continuación, cada carro 8 adicional se hace deslizar a lo largo del carril 1 como ya se ha descrito para el primer carro 8, en una distancia longitudinal adicional predeterminada, por ejemplo, igual a la primera longitud longitudinal L. Durante esta operación, el único tramo de cable 100 se desplaza longitudinalmente a lo largo del carril 1 en la misma distancia.

**[0036]** Una vez que el primer carro 8 alcanza el extremo del carril cerca de la salida 107 del túnel, la parte de cabeza 108 del cable se separa del primer carro 8.

**[0037]** El único tramo de cable 100 se desplaza aún más de forma que la parte de cabeza 108 del cable se lleva hasta el hueco 105 de salida y fuera del mismo, en particular alcanza el punto final aéreo 102, como en la Figura 3f. Durante este movimiento, el tramo de cable 100 se separa de un número adecuado de carros 8, mientras que en la entrada 106 del túnel el tramo de cable 100 se une a un número igualmente adecuado de carros 8 adicionales.

**[0038]** En una realización, un dispositivo de tracción auxiliar, tal como un cabrestante 116 de salida auxiliar, se coloca en el punto final aéreo 102 (Figura 3f). El dispositivo de tracción auxiliar acciona un cable tractor auxiliar de salida (no se muestra en las Figuras) conectado a la parte de cabeza 108 del cable para tirar del único tramo de cable 100 hacia el punto final 102. La fuerza de tracción ejercida por el cable tractor auxiliar de salida en la parte de cabeza 108 del cable (y, en consecuencia, en el único tramo de cable 100) se alivia en parte por la fuerza de tracción del cable tractor 5 aún conectado operativamente a la mayor parte de la longitud del único tramo de cable.

**[0039]** Se proporciona una estructura 117 de transición de salida que guía y sostiene el único tramo de cable 100 y el cable tractor auxiliar de salida desde la salida 107 del túnel a través del hueco 105 de salida. Una segunda zanja 118 puede albergar una parte de la estructura 117 de transición de salida. La segunda zanja 118 puede conectar el punto final 102 al hueco 105 de salida.

**[0040]** En una realización, una pluralidad de segundos soportes 120, por ejemplo, hechos de acero, están instalados en el hueco 105 de salida. De manera análoga a los primeros soportes 114, los segundos soportes 120 pueden tener rodillos para guiar la parte de cabeza 108 de cable y el cable tractor auxiliar.

**[0041]** En el punto final 102, la parte de cabeza 108 del cable del único tramo de cable 100 se puede conectar a uno o más cables de alimentación de la red eléctrica mediante una segunda cámara de unión (no ilustrada).

**[0042]** Como se mencionó anteriormente, con el fin de elevar la parte de cabeza 108 del único tramo de cable 100 fuera del túnel 107, el cable tractor 5 y un número predeterminado de carros 8 se desacoplan del único tramo de cable 100, y los carros 8 desacoplados se retiran del carril 1 (Fig. 3d). A continuación, como se muestra en la Figura 3e, se tira tanto del cable tractor 5 (que sigue tirando de los demás carros 8 y, en consecuencia, del único tramo de cable 100 conectado a ellos) como del cable tractor auxiliar de salida (conectado a la parte de cabeza 118 del cable)

accionado por el cabrestante 116 auxiliar de salida, por ejemplo de forma sincronizada, hasta que la parte de cabeza 108 del cable alcanza una posición predeterminada fuera del túnel, por ejemplo, hasta que alcanza el punto final 102. Dependiendo de la longitud del único tramo de cable 100 a extraer del túnel 103, junto al primer carro 8, otros carros 8 pueden desacoplarse secuencialmente del cable tractor 5 y del único tramo de cable 100 y retirarse del carril 1.

**[0043]** En una realización, al menos una cantidad o la totalidad de los carros 8 dentro del túnel 103, una vez que la parte de cabeza 108 del cable alcanza el punto final 102, se puede bloquear estacionariamente en el carril 1, proporcionando así un soporte permanente para el tramo de cable 100 desplegado. La elección sobre el número de carros 8 que se dejarán en el túnel 103 puede ser determinada por consideraciones para la instalación como el peso del cable.

**[0044]** Según una realización, cuando la parte de cabeza del cable alcanza un punto final predeterminado fuera del túnel, el cable tractor se deja unido a los carros dentro del túnel.

**[0045]** En una realización, el procedimiento comprende además una etapa de impartir al único tramo de cable 100 un pandeo, como se representa en las Figuras 3g-3h y 4. Dicha etapa comprende las subetapas de bloquear al carril 1 el carro 8 más cercano a la salida 107 del túnel cuando la parte de cabeza 108 del cable alcanzó un punto final 102 predeterminado fuera del túnel 103. El carro 8 bloqueado se desacopla del cable 5 mientras se mantiene la conexión con el único tramo de cable 100, como se muestra en la Figura 3g. A continuación, el dispositivo de tracción 3 tira del cable tractor 5 (como en la Figura 2c) de tal manera que tira de todos los carros 8 aún deslizables en el carril 1 (no bloqueados en el mismo) y aún conectados tanto al cable 1 como al cable 5. Esta tracción podría requerir la adición de al menos un carro 8 adicional en la entrada 106 del túnel y su conexión al único tramo de cable 100 y al cable tractor 5. La tracción dura hasta que las partes de cable entre todos los carros 8 dentro del túnel 103 alcancen un pandeo predeterminado, como se muestra en la Figura 3h.

**[0046]** En una realización, la etapa de impartir al cable un pandeo predeterminado comprende además la subetapa adicional de aplicar una carga vertical a las partes de cable mencionadas anteriormente, por ejemplo, en el centro de las mismas (flecha central en la Figura 3h). En una realización, esta subetapa es simultánea al accionamiento del cable tractor 5 de tal manera que tira para deslizar sobre el carril 1 el carro 8 más cercano al carro 8 bloqueado. A continuación, el carro 8 más cercano al carro 8 bloqueado se bloquea a su vez en el carril 1. El procedimiento se repite para todos los carros 8 dentro del túnel 103.

**[0047]** Según una realización alternativa, se imparte un pandeo predeterminado al tramo de cable 100 mientras avanza a lo largo del túnel 103. Se proporciona un aparato de pandeo 14 (Figura 5) dentro del túnel 103 a una distancia del punto de conexión del carro 8 al carril 1 en la entrada 106 del túnel, siendo dicha distancia al menos sustancialmente igual a la mitad de la longitud L. El aparato de pandeo 14 comprende un brazo de empuje 15 que, en condición de espera, se sitúa verticalmente por encima del tramo de cable 100. Cuando el centro de una parte de cable comprendida entre dos carros (que avanzan sobre el carril 1 tirados por el cable tractor 5) llega sustancialmente por debajo del brazo de empuje 15, éste se baja para empujar el cable hacia abajo y obtener así el pandeo predeterminado. La operación de pandeo finaliza cuando el tramo de cable 100 dentro del túnel 103 se padea como se desea.

**[0048]** A medida que el tramo de cable 100 pandeado se mueve a lo largo del carril 1 por una fuerza de tracción ejercida sobre los carros 8 que lo soportan, el pandeo se mantiene durante el despliegue.

**[0049]** Al final de cualquiera de los procedimientos de pandeo opcionales, al menos una cantidad o la totalidad de los carros 8 dentro del túnel 103, una vez que la parte de cabeza 108 del cable alcance el punto final 102, pueden ser bloqueados estacionariamente en el carril 1, como ya se explicó anteriormente.

**[0050]** Cuando la parte de la cabeza del cable alcanza un punto final predeterminado fuera del túnel, el procedimiento de instalación de la presente descripción se da por finalizado. Posteriormente, el único tramo de cable así instalado se puede conectar a la red eléctrica mediante, por ejemplo, las cámaras de unión primera y segunda mencionadas anteriormente.

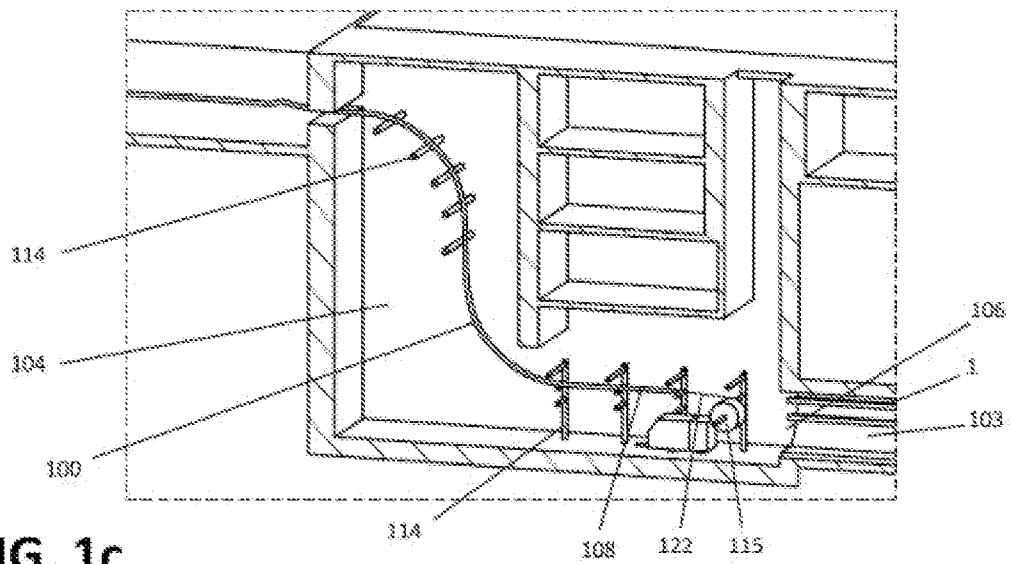
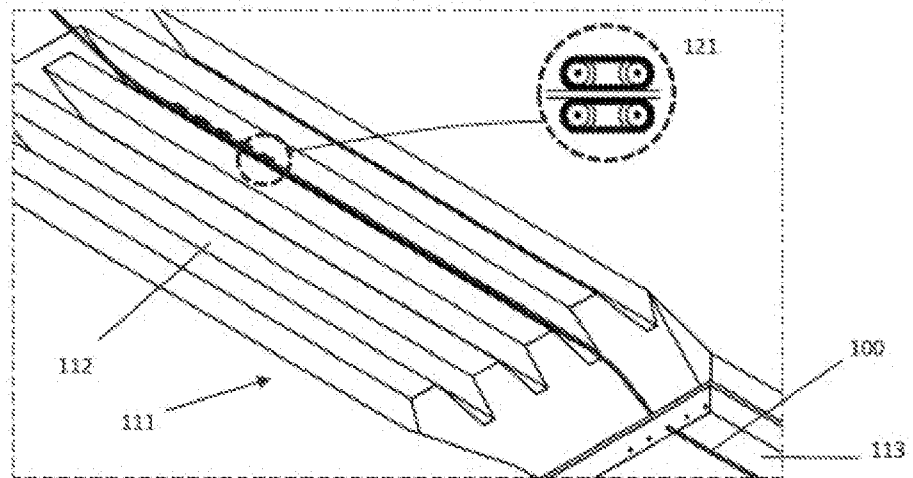
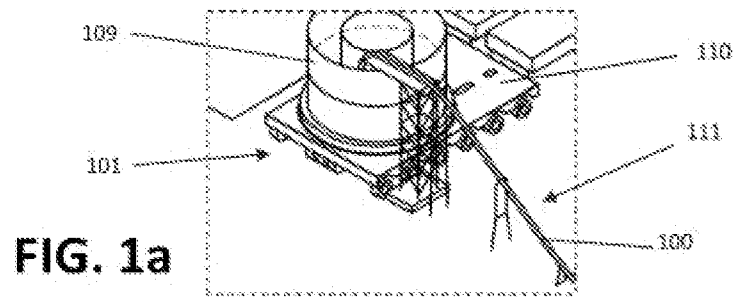
**[0051]** La configuración final de cada único tramo de cable 100 instalado según la presente descripción se representa en la Figura 4. En esta realización, cada único tramo de cable 100 está soportado por un carril 1 respectivo y conectado a este último por una pluralidad de carros 8 utilizados para el despliegue del cable. Por lo tanto, según el procedimiento de la presente descripción, los carros 8 y los carriles 1 se utilizan tanto para la instalación como para el soporte del único tramo de cable 100 al final de la instalación.

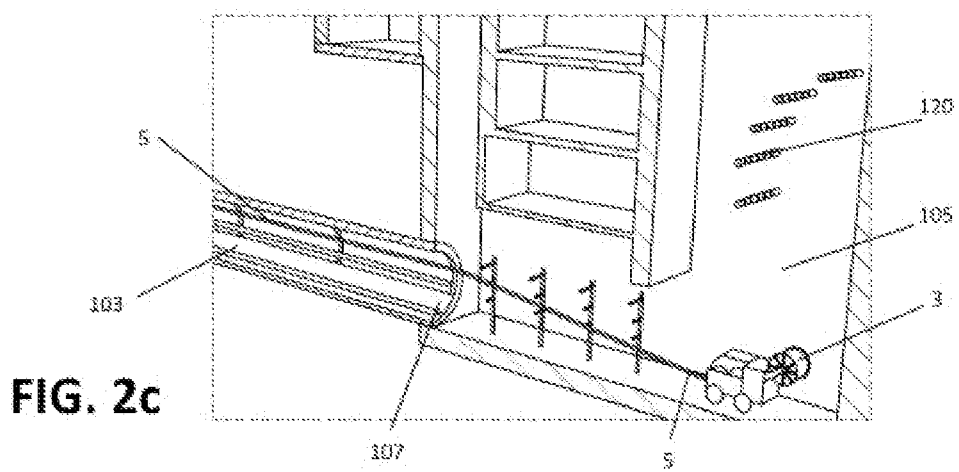
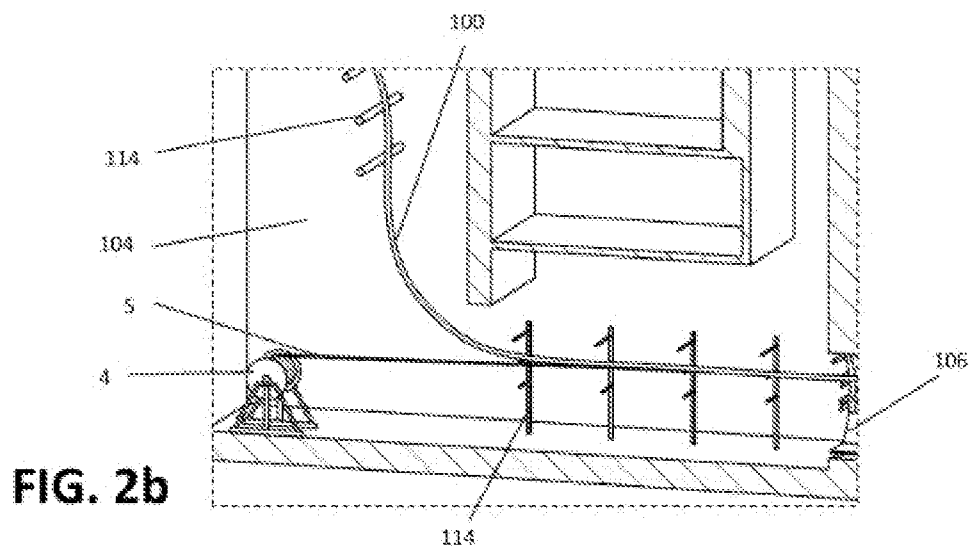
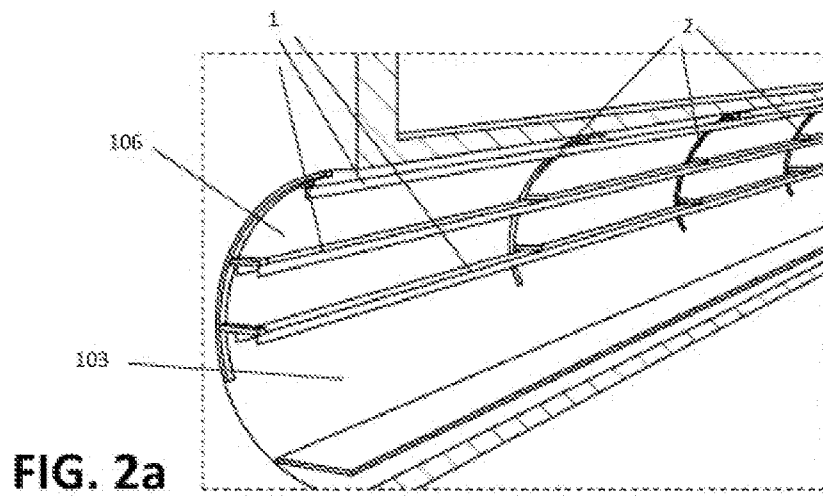
## REIVINDICACIONES

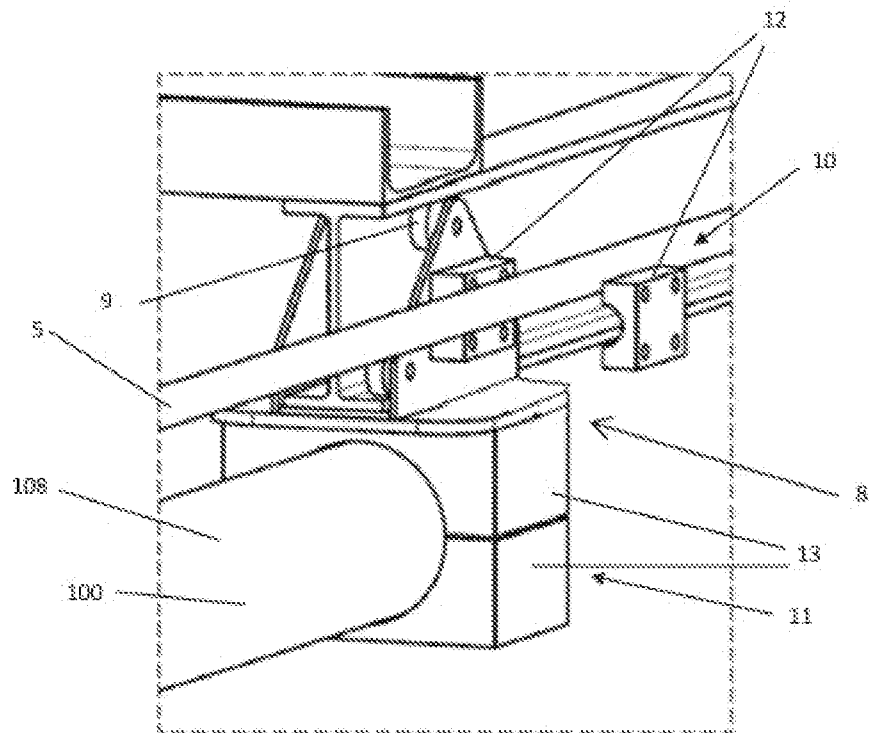
1. Procedimiento para instalar un único tramo de cable (100) de alimentación en un túnel (103) que tiene una entrada (106) y una salida (107), comprendiendo el procedimiento las etapas de:  
5
  - colocar la parte de cabeza (108) del único tramo de cable (100) cerca de la entrada (106) del túnel;
  - tender el único tramo de cable (100) en el túnel (103) más allá de la salida (107) del túnel, donde la etapa de tender el único tramo de cable (100) en el túnel (103) comprende repetir las siguientes subetapas hasta que la parte de cabeza (108) de cable alcance un punto final (102) fuera del túnel (103):  
10
    - en la entrada (106) del túnel, conectar un carro (8) de manera deslizable en un carril (1) que se extiende longitudinalmente a lo largo del túnel (103) entre la entrada del túnel (106) y la salida (107) del túnel;
    - unir el carro (8) a un cable tractor (5) y al único tramo de cable (100);
    - mover el carro (8) a lo largo del carril (1) tirando del cable tractor (5);
    - 15
      - después de una longitud (L) predeterminada, conectar otro carro (8) al carril (1) en la entrada (106) del túnel y unir dicho otro carro (8) al cable tractor (5) y al único tramo de cable (100);
      - en la salida (107) del túnel, desacoplar el carro (8) del cable tractor (5) y del único tramo de cable (100) y retirar el mismo del carril (1);
  - 20
    - cuando la parte de cabeza (108) del cable alcanza el punto final (102), bloquear al menos el carro (8) más cercano a la salida (107) del túnel en el carril (1) dentro del túnel (103).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde al menos una serie de carros (8) están bloqueados en el carril (1) dentro del túnel (103).  
25
3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además una etapa de arrastrar la parte de cabeza (108) del cable hasta el punto final (102) mediante un cable tractor auxiliar cuando la parte de cabeza (108) del cable alcanza una posición predeterminada fuera del túnel (103) y se desacopla del carro (8).
- 30 4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de impartir un pandeo predeterminado al único tramo de cable (100) cuando la parte de cabeza (108) del cable alcanza el punto final (102), comprendiendo dicha etapa repetir, hasta que cada parte de cable entre dos carros (8) sucesivos tenga el pandeo predeterminado, las subetapas de:  
35
  - bloquear el carro (8) más cercano a la salida (107) del túnel en el carril (1) dentro del túnel (103);
  - desacoplar el carro (8) más cercano a la salida (107) del túnel del cable tractor (5); y
  - tirar de los carros (8) hacia arriba con el cable tractor (5) hasta que las partes de cable entre todos los carros dentro del túnel (103) reciban el pandeo predeterminado.
- 40 5. El procedimiento según la reivindicación 4, que comprende la subetapa de conectar al menos un carro (8) adicional al único tramo de cable (100) y al cable tractor (5) en la entrada (106) del túnel mientras se tira de los carros (8) hacia arriba.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de impartir un pandeo  
45 predeterminado al único tramo de cable (100) mientras avanza a lo largo del túnel (103), comprendiendo dicha etapa repetir, hasta que cada parte de cable entre dos carros (8) sucesivos dentro del túnel (103) tenga el pandeo predeterminado, las subetapas de:  
50
  - proporcionar cerca de la entrada (106) del túnel un aparato de pandeo (14) que comprende un brazo de empuje (15);
  - bajar el brazo de empuje (15) para empujar una parte de cable comprendida entre dos carros (8) en un centro de la misma y para obtener el pandeo predeterminado.
7. Equipo para la instalación de un único tramo de cable (100) de alimentación en un túnel (103), que  
55 comprende:  
60
  - al menos un carril (1) para ser instalado de forma fija longitudinalmente en el túnel (103);
  - un dispositivo de tracción (3) y un cable tractor (5) accionado por el dispositivo de tracción (3); y
  - una pluralidad de carros (8) acoplables de forma deslizable a el al menos un carril (1), comprendiendo cada uno de dichos carros (8) un dispositivo (10) para la conexión liberable del carro (8) al cable tractor (5), y un dispositivo (11) para la conexión liberable del carro (8) al único tramo de cable (100), donde el dispositivo (10) para la conexión liberable del carro (8) al cable (5) y el dispositivo (11) para la conexión liberable del carro (8) al único tramo de cable (100) comprenden sujetadores con mitades (12, 13) respectivas.
- 65 8. Equipo según la reivindicación 7, que comprende un dispositivo de tracción (3) auxiliar y un cable tractor



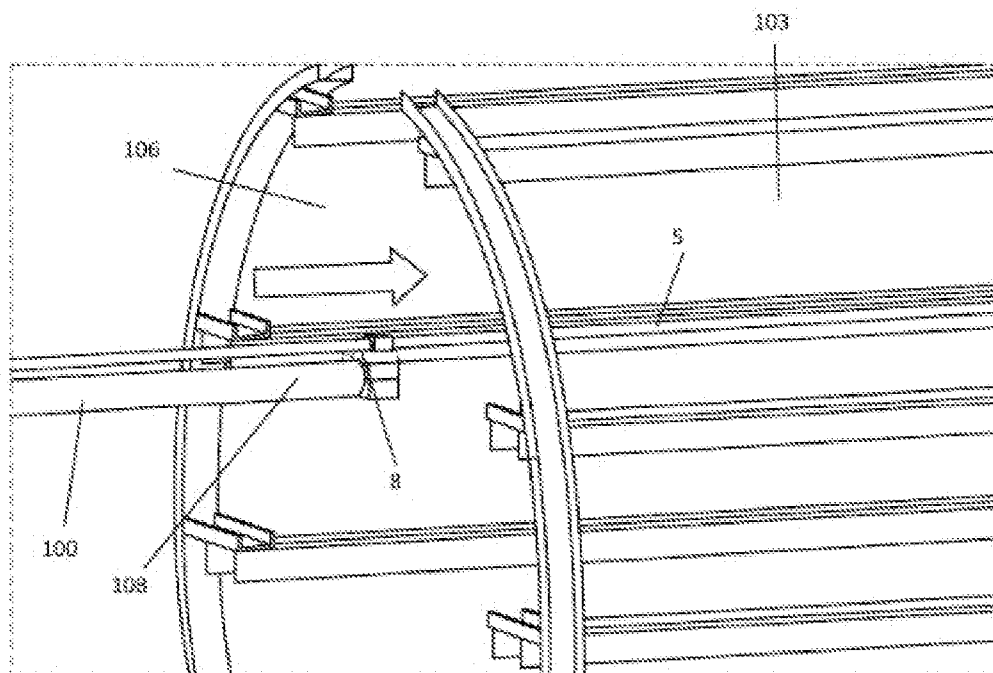
auxiliar accionado por el dispositivo de tracción (3) auxiliar y conectable a una parte de cabeza (108) del cable del único tramo de cable (100) de alimentación.



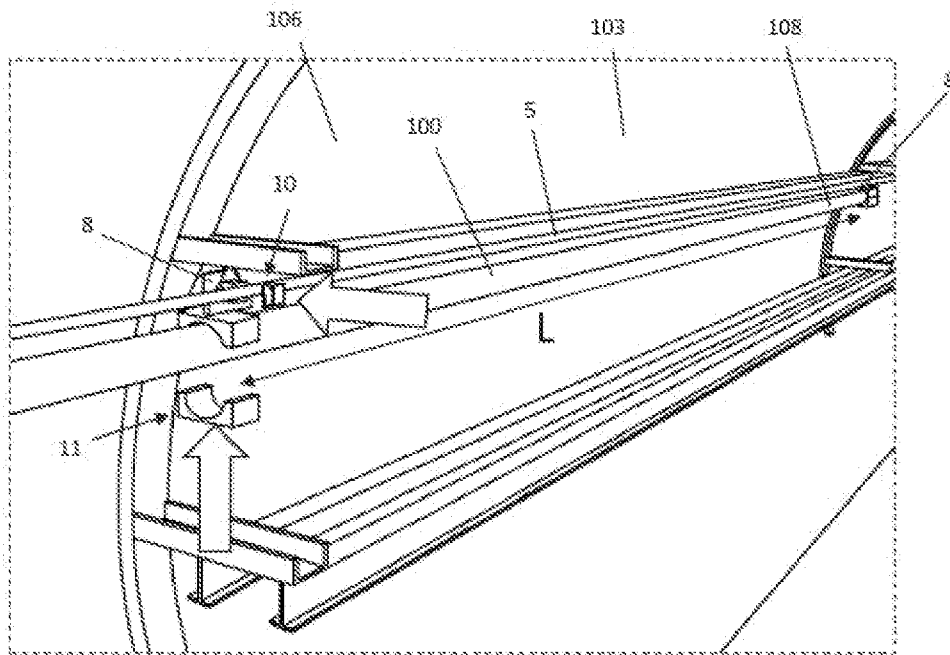




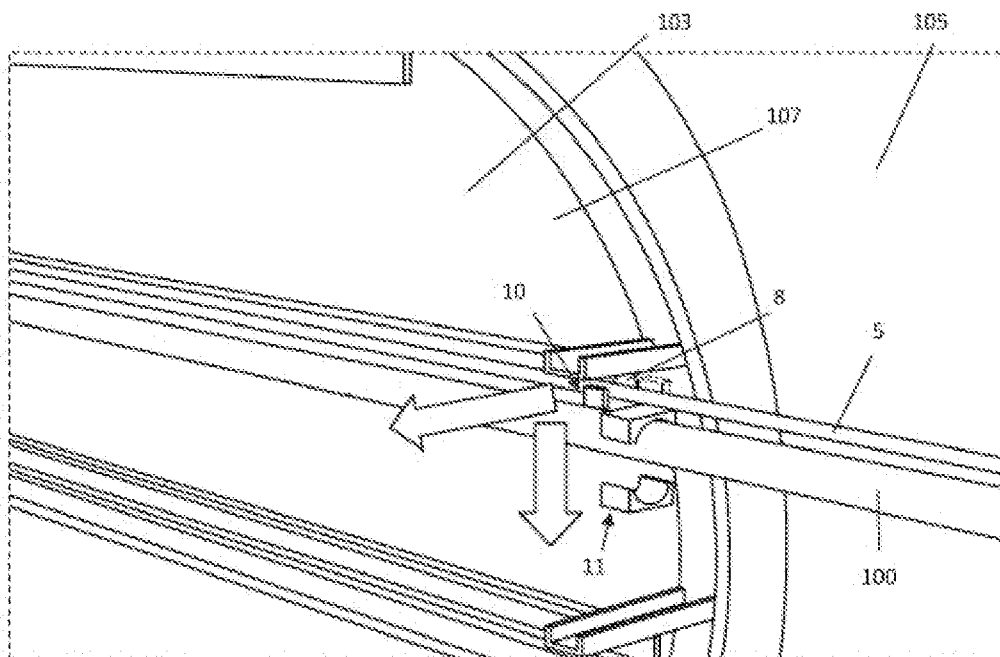
**FIG.3a**



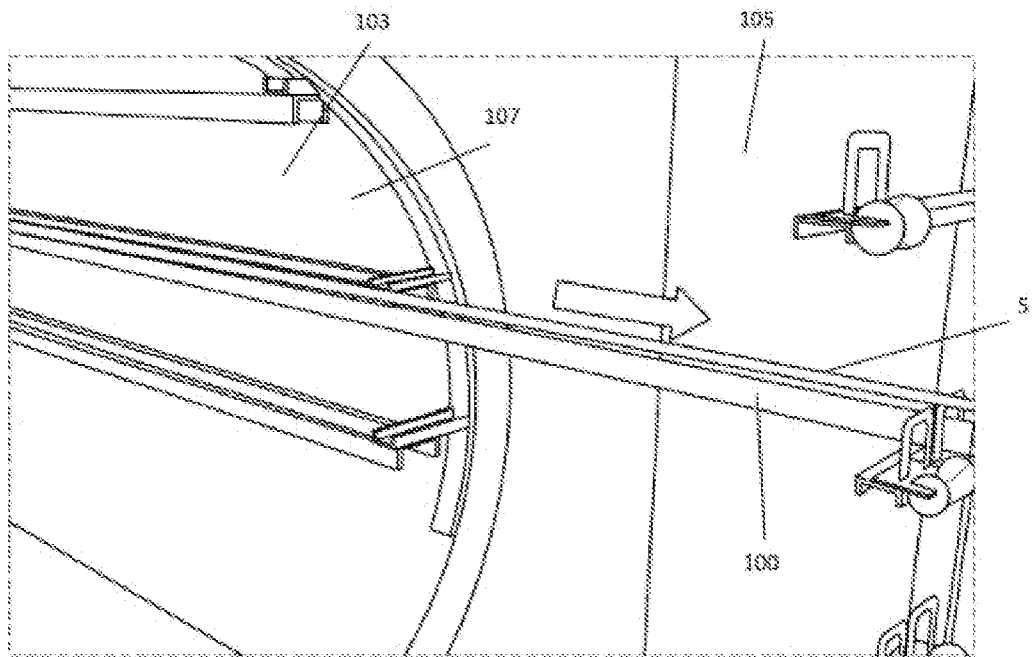
**FIG.3b**



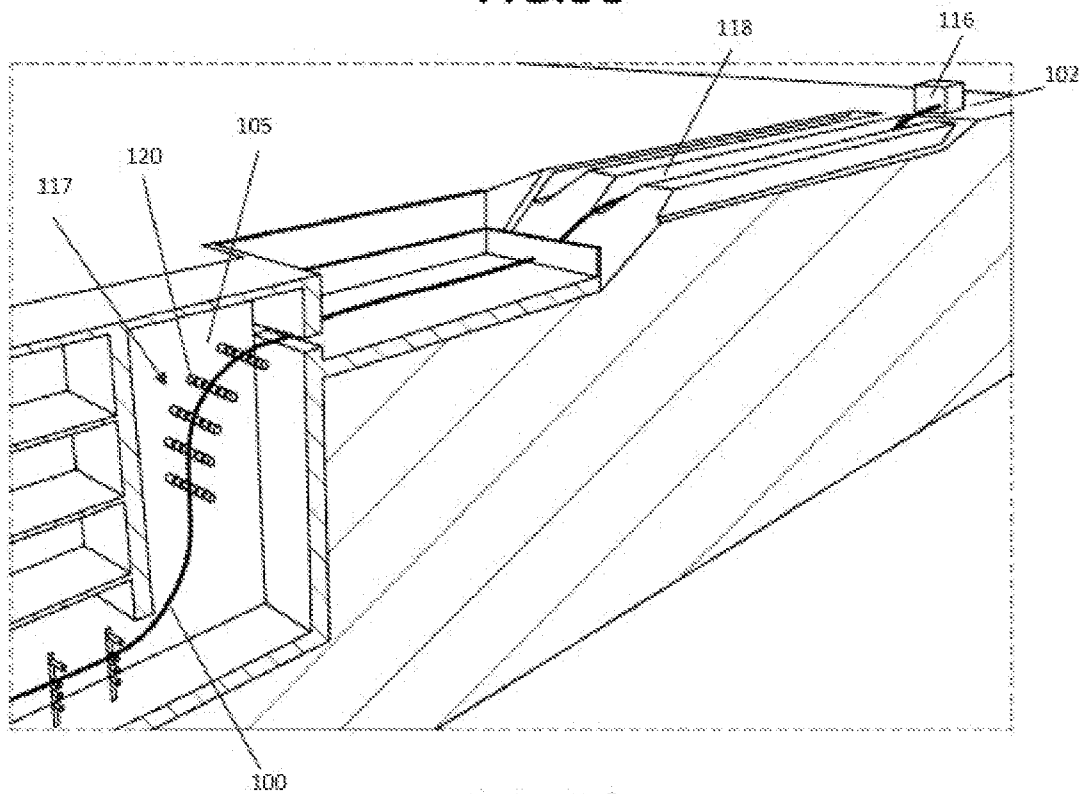
**FIG.3c**



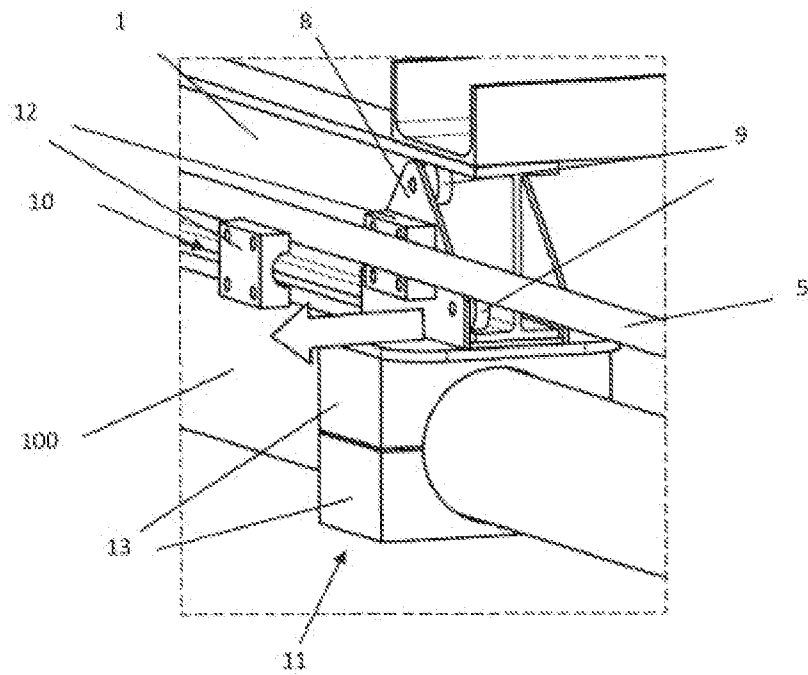
**FIG. 3d**



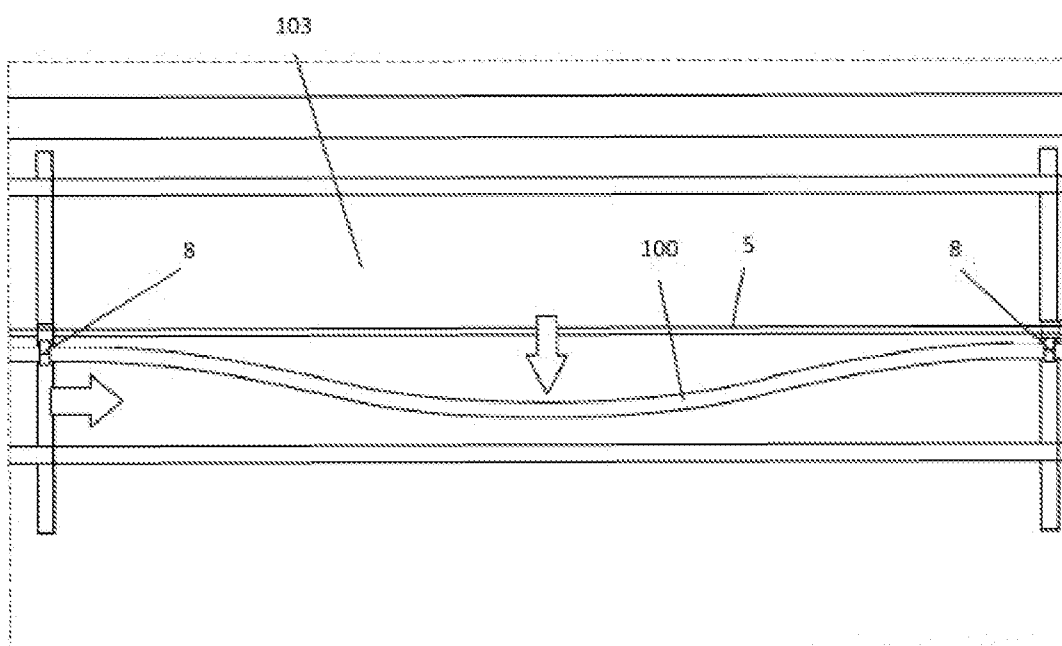
**FIG. 3e**



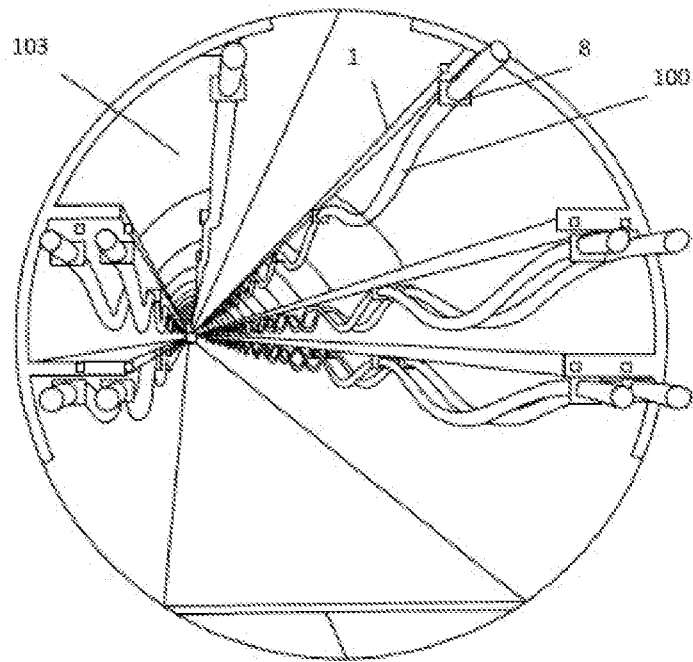
**FIG. 3f**



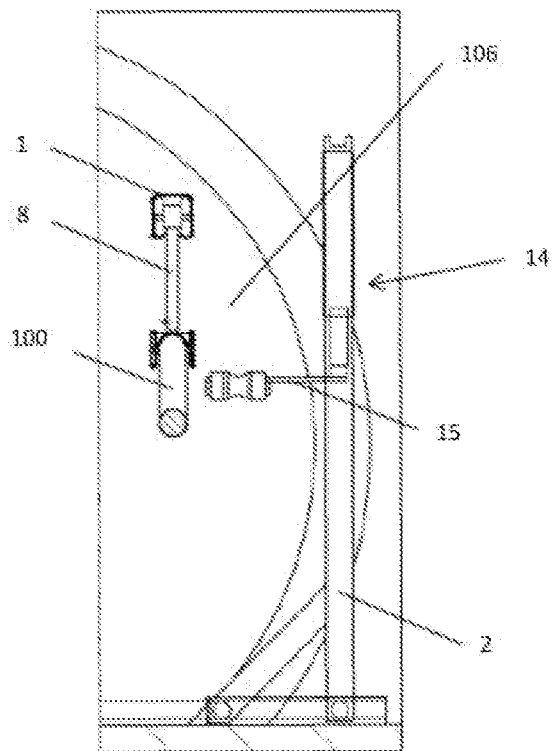
**FIG. 3g**



**FIG. 3h**



**FIG. 4**



**FIG. 5**