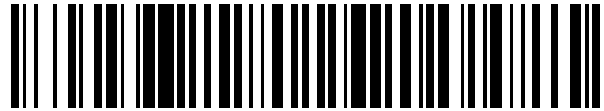


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 012**

51 Int. Cl.:

F03D 80/80

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2013 PCT/DK2013/050171**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013 WO13182199**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2013 E 13728946 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2859228**

54 Título: **Disposiciones de cables de torre para turbinas eólicas**

30 Prioridad:

**07.06.2012 DK 201270307
08.06.2012 US 201261657326 P**

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

18.06.2019

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**FRISENETTE, ANDERS G.;
VERA, MARÍA CASTAÑEDA y
GRØNBÆK, KRISTIAN STRAND**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 717 012 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

Disposiciones de cables de torre para turbinas eólicas

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a turbinas eólicas, y específicamente a dispositivos para soportar cables en una turbina eólica, y a métodos asociados para instalar cables en una turbina eólica.

Antecedentes

10 Una turbina eólica típica comprende una torre vertical que soporta una góndola en su extremo superior. Un rotor que tiene una pluralidad de palas está montado en la góndola. La góndola puede girar en relación con la torre alrededor de un eje de guiñada vertical con el fin de colocar el rotor de manera óptima según la dirección del viento predominante. La góndola normalmente aloja un generador entre otros equipos eléctricos. La góndola también puede alojar una caja de engranajes.

15 Las torres de las turbinas eólicas actuales pueden tener más de 100 metros de alto. Por tanto, se apreciará que se requieren cables de conexión muy largos para conectar los equipos dentro de la góndola a los equipos ubicados en o cerca de la base de la torre, denominados en el presente documento "equipos abajo de la torre". Habitualmente, un haz de cables se suspende dentro de la torre para este fin. El haz comprende en general varios cables eléctricos para conectar el generador en la góndola a los equipos debajo de la torre, tal como un convertidor y un transformador. El haz también puede incluir uno o más cables de baja tensión para alimentar equipos auxiliares dentro de la góndola tal como circuitos de iluminación, y uno o más cables de datos.

20 El haz de cables se encamina a través de una abertura en la parte superior de la torre hasta los equipos dentro de la góndola. Los cables se sujetan a bandejas de cables unidas a una placa de base de la góndola. Estas bandejas de cables normalmente tienen una estructura de malla de hilos metálicos. El acceso a la bandeja de cables generalmente está muy restringido dentro de la góndola y la instalación de los cables en un espacio confinado de este tipo es una tarea difícil y potencialmente peligrosa. Se apreciará que los propios cables son extremadamente pesados, y difíciles de manipular, por lo que se requieren equipos de elevación especiales para ayudar con la instalación. Más abajo de la torre, el haz de cables puede sujetarse a una escalera de servicio que está montada en una pared interior de la torre. En una parte superior de la torre, entre la góndola y la escalera, el haz de cables generalmente cuelga libremente en el centro de la torre.

25 Cuando la góndola gira alrededor del eje de guiñada, los cables en el haz se retuercen. Generalmente, las turbinas eólicas están diseñadas para permitir que la góndola gire varias revoluciones completas en sentido horario y antihorario. Es importante que los cables no se tensen ni se enmarañen dentro de la torre cuando la góndola gira, de otro modo los cables podrían resultar dañados, lo que reduce la vida útil y el rendimiento de los cables y puede presentarse un peligro de choque eléctrico. En vista de los riesgos potenciales asociados con los cables dañados, se apreciará que no es deseable sujetar cables de alta tensión a equipos de seguridad tales como a la escalera de servicio.

35 Frente a estos antecedentes, es deseable mejorar el sistema que soporta los cables dentro de una torre de turbina eólica para facilitar la instalación y para aumentar la seguridad.

El documento WO2010081758A2 describe una turbina eólica que comprende un conjunto de anillo deslizante.

Sumario de la presente invención

40 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una turbina eólica tal como se describe en la reivindicación 1.

45 El tubo de cable proporciona una ruta predefinida para encaminar la pluralidad de cables desde la torre hasta la góndola, y facilita el procedimiento de instalación evitando la necesidad de fijar los cables a la bandeja de cables en la placa de base de la góndola, a los que es difícil acceder en el espacio confinado en la parte superior de la torre. Los tubos de cable están montados preferiblemente en la placa de base de la góndola. Dado que los tubos de cable soportan el peso de los cables, el procedimiento de instalar los cables requiere menos esfuerzo que los métodos de la técnica anterior y esencialmente implica tirar de cada cable a través de los tubos respectivos.

La pluralidad de cables puede comprender uno o más cables eléctricos y uno o más cables de datos. Preferiblemente, cada cable se encamina a través de un tubo de cable respectivo, aunque se apreciará que podrían encaminarse múltiples cables a través del mismo tubo de cable en otras realizaciones.

50 Los cables pueden conectar equipos eléctricos tales como el generador dentro de la góndola a equipos tales como un convertidor y un transformador ubicados abajo de la torre. Los equipos debajo de la torre pueden estar ubicados o bien dentro o bien fuera de la torre. Si están ubicados dentro de la torre, los equipos pueden estar ubicados en la base de la torre, o en una plataforma elevada por encima de la base de la torre, o incluso adicionalmente por arriba de la torre.

5 Cada tubo incluye preferiblemente una primera sección sustancialmente vertical, que incluye un extremo de entrada a través del cual el cable entra en el tubo desde la torre. La primera sección del tubo puede extenderse hacia el interior de la torre. Cada tubo puede tener una segunda sección sustancialmente horizontal, que incluye un extremo de salida a través del cual el cable sale del tubo en la góndola. La segunda sección de cada tubo está sujeta preferiblemente a la góndola. Cada tubo puede estar curvado entre las secciones primera y segunda. La segunda sección de cada tubo puede estar curvada en un plano sustancialmente horizontal con el fin de dirigir el cable hacia los equipos dentro de la góndola a los que se conecta el cable. Preferiblemente, la curvatura del tubo es relativamente suave, de otro modo podría hacerse difícil encaminar los cables a través de los tubos. Una ventaja de realizar los tubos de metal es que los tubos pueden doblarse hasta la forma requerida a partir de una sección recta de tubos.

10 Las primeras secciones de los tubos respectivos están dispuestas preferiblemente alrededor de un eje común de manera que sean equidistantes con respecto al eje y estén separadas de manera regular entre sí. Las segundas secciones de los tubos respectivos están dispuestas preferiblemente una al lado de la otra sustancialmente en un plano horizontal.

15 Dentro del presente concepto inventivo, también se proporciona un tubo de cable tal como se describió anteriormente.

En una sección inferior de la torre, cada cable está soportado preferiblemente por una o más abrazaderas que se unen a una pared de la torre por medio de atracción magnética.

20 Mientras que en la técnica anterior, los cables a menudo están unidos a la escalera de seguridad, la presente invención acopla los cables a la pared de la torre mediante medios independientes. Por tanto, los cables están separados de la escalera de seguridad. El uso de imanes para unir las abrazaderas a la torre significa que no se requieren pernos ni otros elementos de fijación. Por consiguiente, no es necesario penetrar en la pared de la torre y de este modo la estructura de la torre no se ve afectada. La instalación de las abrazaderas también es sencilla ya que no requiere que se taladre ningún orificio en la pared de la torre. Por consiguiente, la instalación de los cables puede realizarse más rápidamente. Además, mientras que en la técnica anterior si la abrazadera se monta incorrectamente dañaría la torre y requeriría la reparación antes de la reinstalación. La unión magnética de la presente invención permite que la abrazadera se retire, se reoriente o se reutilice fácilmente según se requiera sin producir daño a la torre y sin requerir reparación.

30 Generalmente, una pluralidad de cables están conectados entre equipos dentro de la góndola y equipos abajo de la torre. La o cada abrazadera puede comprender una pluralidad de elementos de sujeción asociados respectivamente con la pluralidad de cables. Los elementos de sujeción de cable pueden estar compuestos por material eléctricamente aislante. La abrazadera está dispuesta preferiblemente para separar los cables de la pared de la torre. Por consiguiente, en el caso improbable de que los cables resulten dañados, están aislados de la pared de la torre, lo que da como resultado un aumento de la seguridad. Los elementos de sujeción de cable están dispuestos preferiblemente de manera adecuada para separar los cables uno en relación con el otro una distancia predeterminada. La distancia predeterminada puede seleccionarse para minimizar o sustancialmente para evitar que se produzcan interacciones electromagnéticas no deseadas entre los cables.

40 Cada cable está dispuesto preferiblemente cerca de la pared de la torre en una sección inferior de la torre, y cerca del eje vertical central de la torre en una sección superior de la torre. Preferiblemente, los cables se encaminan sobre un soporte de cables que sirve para dirigir los cables desde la pared de la torre hacia el centro de la torre. En realizaciones preferidas de la presente invención, el soporte de cables está en forma de un resalto. El resalto puede estar unido a la pared de la torre. En realizaciones preferidas, el resalto tiene una superficie exterior semicilíndrica en la que están soportados los cables. Preferiblemente, los cables están dispuestos uno al lado del otro en el resalto. Los cables están ubicados preferiblemente en canales respectivos definidos en la superficie del resalto. Los cables están unidos preferiblemente al resalto mediante elementos de sujeción de cable respectivos. Los cables están separados preferiblemente entre sí en el resalto una distancia predeterminada con el fin de evitar interacciones electromagnéticas no deseadas entre los cables.

50 En la sección superior de la torre, entre los tubos de cable y el resalto, los cables se extienden preferiblemente en vertical y sustancialmente de manera central dentro de la torre, es decir cerca del eje vertical central de la torre. La turbina eólica comprende preferiblemente además uno o más separadores de cables en esta región para mantener los cables a una separación fija entre sí y para impedir que los cables se toquen o se enreden cuando la góndola gira. Preferiblemente, el o cada separador de cables comprende un cuerpo y una pluralidad de elementos de sujeción de cable proporcionados alrededor del perímetro del cuerpo. En un ejemplo específico descrito más tarde, hay siete cables y el cuerpo del separador de cables es heptagonal, proporcionándose un elemento de sujeción de cable en cada uno de los siete lados. Los cables están unidos al cuerpo mediante un elemento de sujeción de cable respectivo. En otras realizaciones, el separador de cables puede tener cualquier otra forma adecuada. Preferiblemente, el separador de cables separa los cables de manera equidistante alrededor de un eje central, por ejemplo un eje central que se extiende perpendicular al plano del cuerpo heptagonal en el ejemplo específico descrito más tarde.

- Uno de los separadores de cables está unido preferiblemente al resalto. El acoplamiento entre el resalto y el separador de cables permite preferiblemente que el separador de cables se mueva en vertical cuando la góndola gira alrededor del eje vertical central, para albergar el acortamiento o alargamiento efectivos de la sección vertical de los cables entre el resalto y los tubos de cable cuando la góndola gira alrededor del eje de guiñada. Para este fin, el
- 5 separador de cables puede estar conectado al resalto por medio de uno o más brazos que están conectados de manera pivotante al resalto. Preferiblemente, cada cable incluye una parte de huelgo entre el resalto y el separador de cables unido al resalto. La parte de huelgo impide que los cables se tensen cuando la góndola gira. Preferiblemente se proporciona huelgo suficiente para albergar hasta cuatro revoluciones completas de la góndola tanto en sentido horario como antihorario.
- 10 El sistema novedoso para suspender los cables de la turbina eólica descrito anteriormente facilita la instalación de los cables. Los tubos de cable en particular facilitan enormemente la instalación de los cables en la parte superior de la torre, que ha sido anteriormente la parte más difícil del procedimiento de instalación.
- Por consiguiente, la invención también proporciona un método de instalación de una pluralidad de cables en una turbina eólica tal como se describe en la reivindicación 11.
- 15 El procedimiento de encaminar el cable a través del tubo de cable puede facilitarse alimentando un elemento alargado a través del tubo de cable de manera que un primer extremo del elemento alargado sobresale desde un primer extremo del tubo de cable; uniendo un extremo del cable al primer extremo que sobresale del elemento alargado; y tirando de un segundo extremo del elemento alargado hasta que el primer extremo del cable emerge de un segundo extremo del tubo de cable.
- 20 Las abrazaderas magnéticas proporcionadas más abajo de la torre para unir los cables a la pared de la torre también facilitan enormemente la instalación tal como ya se mencionó anteriormente, porque no se requieren elementos de fijación permanentes.

Breve descripción de los dibujos

- 25 Con el fin de que la presente invención pueda entenderse más fácilmente, ahora se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- La figura 1 muestra un sistema de soporte de cables dentro de una torre de turbina eólica según la presente invención;
- la figura 2 muestra una abrazadera magnética del sistema de soporte de cables de la figura 1.
- la figura 3 muestra un resalto de soporte de cables del sistema de soporte de cables de la figura 1;
- 30 la figura 4 muestra un separador de cables del sistema de soporte de cables de la figura 1;
- la figura 5 muestra un conjunto de tubos de cable del sistema de soporte de cables de la figura 1; y
- las figuras 6(a) a 6(c) muestran una serie de etapas implicadas en el encaminamiento de cables a través de los tubos de cable de la figura 5.

Descripción detallada

- 35 En referencia a la figura 1, se muestra esquemáticamente y de modo semitransparente una torre de turbina eólica 10 de manera que puede observarse una pluralidad de cables 12 y un sistema de soporte de cables dentro de la torre 10. La torre 10 comprende tres secciones: una sección inferior 14, una sección media 16 y una sección superior 18. En este ejemplo, la torre 10 tiene aproximadamente cien metros de alto, y por motivos de claridad, se muestran interrupciones 20 en la figura 1 entre estas secciones 14, 16, 18, mientras que en realidad estas secciones serían
- 40 más largas. Una placa de base 22 de una góndola 24 (mostrada esquemáticamente mediante un recuadro en líneas discontinuas en la figura 1) está ubicada en la parte superior de la torre 10, y un generador 26 está soportado sobre la placa de base 22 junto con otros equipos 28 tales como disyuntores eléctricos y armarios de control.
- El sistema de soporte de cables comprende diversos dispositivos para soportar los cables 12, que están asociados con las diversas secciones 14, 16, 18 de la torre 10. Brevemente, en la sección inferior 14 y parte de la sección
- 45 media 16 de la torre 10, los cables 12 están unidos a una pared interior 30 de la torre 10 mediante un conjunto de abrazaderas magnéticas 32. En la sección media 16 de la torre 10, los cables 12 se alimentan sobre un resalto semicilíndrico 34, que sirve para soportar el peso de los cables 12 y dirige los cables 12 hacia un eje vertical central 36 de la torre 10. Por encima del resalto 34, en las secciones media y superior 16, 18 de la torre 10, los cables 12 están dispuestos vertical y centralmente dentro de la torre 10, y están separados unos en relación con los otros
- 50 mediante un conjunto de separadores de cables 38, que están separados verticalmente uno en relación con el otro. Aunque en un extremo superior 40 de la torre 10, los cables 12 se encaminan a través de un conjunto de tubos de cable rígidos 42, que soportan el peso de los cables 12 y dirigen los cables 12 hacia los equipos 26, 28 a los que se conectan dentro de la góndola 24. Los dispositivos 32, 34, 38, 42 se describen con más detalle más adelante con referencia a las figuras 2 a 5.

En referencia adicionalmente a la figura 2, que muestra una abrazadera magnética 32, la pluralidad de cables 12 incluye cuatro cables eléctricos de media tensión 44a-44d, que están conectados entre el generador 26 dentro de la góndola 24, y un convertidor 46 y un transformador 48 ubicados en la sección inferior 14 de la torre 10. La pluralidad de cables 12 también incluye dos cables auxiliares de baja tensión 50a, 50b para proporcionar potencia a equipos auxiliares tales como de iluminación dentro de la góndola 24. Los cables auxiliares 50a, 50b están conectados entre un transformador auxiliar (no mostrado) en la base de la torre 10 y los equipos auxiliares en la góndola 24. Además, la pluralidad de cables 12 incluye un cable de comunicaciones 54, que está conectado entre los equipos de control 56 dentro de la base de la torre 10 y los equipos dentro de la góndola 24. Los cables eléctricos 12 en este ejemplo tienen un diámetro de aproximadamente ochenta milímetros, y dada la altura de la torre 10, se apreciará que los cables 12 son muy pesados.

La abrazadera 32 comprende un par de elementos de sostén 58, a los que está unido un conjunto de elementos de sujeción de cable 60 por medio de un par de brazos 62. Hay siete elementos de sujeción en este ejemplo, uno para cada cable, aunque se apreciará que puede proporcionarse cualquier otro número de elementos de sujeción en otros ejemplos para adecuarse al número de cables. Los elementos de sujeción de cable 60 están dispuestos uno al lado del otro de manera que los cables 12 respectivos están dispuestos uno al lado del otro cerca de la pared 30 de la torre 10, y separados entre sí una distancia fija, que está regida por el tamaño y la separación respectiva entre elementos de sujeción de cable 60 adyacentes. La distancia entre los cables es suficiente para permitir la disipación de calor de los cables y para impedir la interferencia eléctrica entre los cables. Los brazos 62 sirven para separar el conjunto de cables 12 de la pared 30 de la torre 10, de modo que los cables 12 no tocan la pared 30 de la torre 10. Los elementos de sostén 58 incluyen cada uno un imán 64, que permite convenientemente que la abrazadera 32 se una magnéticamente a la pared 30 de la torre, que está compuesta por acero, sin necesidad de pernos u otros elementos de fijación que penetrarían en la torre 10.

En referencia ahora a la figura 3, esta muestra el resalto 34 que está ubicado en la sección media 16 de la torre 10. En referencia adicionalmente a la figura 1, el resalto 34 sirve para guiar los cables 12 desde cerca de la pared 30 de la torre 10 donde están soportados por las abrazaderas magnéticas 32, hacia el eje vertical central 36 de la torre 10. Los cables 12 se encaminan a lo largo de la superficie exterior cilíndrica 66 del resalto 34 y están dispuestos uno al lado del otro en el resalto 34. Cada cable 12 está unido al resalto 34 mediante una serie de elementos de sujeción de cable 68. El propio resalto 34 está montado en la pared 30 de la torre 10, y un par de brazos 70 se extienden desde el resalto 34 hacia el eje vertical central 36 de la torre 10. Un primer extremo 72 de cada brazo 70 está unido de manera pivotante a un extremo semicircular 74 respectivo del resalto 34, y un segundo extremo 76 de cada brazo 70 está unido al separador de cables inferior 38a.

Dado que la góndola 24 gira alrededor del eje de guiñada, que en este ejemplo es sustancialmente coincidente con el eje vertical central 36 de la torre 10, la sección ubicada centralmente de los cables 12 entre los tubos de cable 42 y el resalto 34 se retuerce, lo que hace que la longitud efectiva de esta sección de cables se acorte o se alargue dependiendo de la posición de la góndola 24. A su vez, esto hace que los brazos 70 pivoten en relación con el resalto 34 cuando los cables 12 se mueven en vertical dentro de la torre 10. La longitud de los cables 12 entre el resalto 34 y los tubos de cable 42 es mayor que la distancia vertical entre el resalto 34 y los tubos de cable 42 de modo que se introduce una parte de huelgo 78 en los cables 12 adyacentes al resalto 34. Específicamente, la parte de huelgo 78 está entre el resalto 34 y el separador de cables inferior 38a. La parte de huelgo 78 es suficiente para albergar el acortamiento de los cables 12 que se produce cuando la góndola 24 gira.

En referencia a la figura 1, los separadores de cables 38 en las secciones superior y media 18, 16 de la torre 10 sirven para mantener los cables 12 respectivos separados y para impedir que los cables 12 se enmarañen cuando la góndola 24 gira alrededor del eje de guiñada 36. En referencia adicionalmente a la figura 4, en este ejemplo los separadores de cables 34 tienen un cuerpo heptagonal 80, y siete elementos de sujeción de cable 82 están unidos respectivamente a los siete lados 84 del cuerpo 80 para sujetar los cables 12 respectivos. La forma del separador de cables 34 da como resultado que los cables 12 sean equidistantes con respecto a, y estén separados por igual alrededor de, el eje vertical central 36 de la torre 10.

En referencia a la figura 5, esta muestra los tubos de cable 42 en la parte superior de la torre 10, que están montados en una placa de base 22 mostrada en la figura 1. Los tubos de cable 42 están compuestos por acero inoxidable y son rígidos para soportar el peso de los cables 12. Los tubos 42 también sirven para proteger los cables 12 e impedir la interferencia electromagnética entre los cables 12. En este ejemplo se proporcionan seis tubos de cable 42, un tubo 42 para cada uno de los cables eléctricos 44a-44d, 50a, 50b. El cable de datos 54 comprende uno o más cables de fibras ópticas, que son mucho más pequeños y más ligeros que los cables eléctricos y no presentan un problema de encaminamiento. Por consiguiente, el cable de datos 54 no requiere su propio tubo de cable. Cuatro tubos de cable 42a-42d están asociados respectivamente con los cuatro cables eléctricos de media tensión 44a-44d, y sirven para encaminar esos cables 44a-44d hacia el generador 26, y dos tubos de cable 44e, 44f están asociados respectivamente con los cables auxiliares 50a, 50b, y sirven para encaminar esos cables 50a, 50b hacia equipos auxiliares dentro de la góndola 24.

Cada tubo de cable 42a-42f comprende un extremo de entrada 86 y un extremo de salida 88. Los cables 12 se encaminan desde la torre 10 a través del extremo de entrada 86 de los tubos 42a-42f respectivos, y hacia fuera a través de los extremos de salida 88 respectivos hasta el generador 26 o hasta los equipos auxiliares dentro de la

góndola 24. Cada tubo 42a-42f tiene una primera sección sustancialmente vertical 90 que incluye el extremo de entrada 86, y una segunda sección sustancialmente horizontal 92 que incluye el extremo de salida 88. Las secciones verticales 90 de los tubos respectivos 42a-42f están dispuestos de manera que son sustancialmente equidistantes con respecto al eje vertical central 36 de la torre 10, es decir para corresponder con la separación de los cables 12 introducida por los separadores de cables 34 mostrados en la figura 4.

Los tubos 42a-42f incluyen una primera región de curvatura 94 entre las primeras secciones verticales 90 y las segundas secciones horizontales 92. Las secciones horizontales 92 de los tubos 42a-42f están unidas a la placa de base 22 de la góndola. En referencia a los cuatro tubos de cable 42a-42d para los cables de media tensión 44a-44d, las segundas secciones 92 de esos tubos 42a-42f están dispuestas una al lado de la otra en un plano sustancialmente horizontal, es decir un plano que es sustancialmente paralelo al plano de la placa de base 22 de la góndola. Cada uno de los cuatro tubos 42a-42d incluye una segunda región de curvatura 96 en el plano horizontal, que sirve para dirigir los extremos de salida 88 de los tubos respectivos 42a-42d hacia el generador 26.

Entre el generador 26 y los extremos de salida 88 de los tubos de cable 42a-42d, los cables 44a-44d están sujetos a bandejas de cables (no mostradas) dentro de la góndola 24 mediante soportes de cable 98. Es relativamente fácil acceder a estas bandejas de cables dentro de la góndola 24 y puesto que los tubos de cable 42a-42d soportan el peso de los cables 44a-44d, el procedimiento de sujetar los cables 44a-44d a esos tubos de cable 42a-42d es relativamente fácil y no requiere equipos de elevación especializados. En la técnica anterior, los cables están sujetos a bandejas de cables a lo largo de toda la longitud de los cables dentro de la góndola. Tal como se explica a modo de antecedentes, el acceso a algunas de estas bandejas de cables es muy difícil dentro del espacio confinado de la góndola y el peso de los cables hace que la instalación de los cables de este modo sea una tarea muy difícil.

Los tubos de cable 42a-42f sirven para simplificar la instalación de los cables 12 en la parte superior de la torre tal como se describirá ahora con referencia a las figuras 6(a) to a (c). En referencia a la figura 6(a), inicialmente se encamina un largo hilo metálico de acero 100 a través de un tubo de cable 42a respectivo de modo que un primer extremo 102 del hilo metálico 100 se extiende desde el extremo de entrada 86 del tubo de cable 42a y un segundo extremo 104 del hilo metálico 100 se extiende desde el extremo de salida 88 del tubo de cable 10. Tal como se muestra en la figura 6(b), un cable 44a se eleva entonces dentro de la torre 10, y un extremo 106 del cable 44a se une al primer extremo 102 del hilo metálico de acero 100. Se tira entonces del segundo extremo 104 del hilo metálico de acero 100 en la dirección de la flecha 108, hasta que el extremo 106 del cable 44a se ha encaminado en toda su trayectoria a través del tubo de cable 42a y hacia fuera a través del extremo de salida 88, tal como se muestra en la figura 6(c). En este punto, el hilo metálico de acero 100 puede desprenderse del cable 44a, y puede tirarse del propio cable 44a a través del tubo 42a hasta que la longitud requerida del cable sobresale desde el extremo de salida 88.

La instalación de los cables 12 a través de los tubos de cable 42 puede realizarla un ingeniero en la parte superior de la torre 10, pero para aumentar la velocidad, pueden trabajar dos ingenieros en los extremos 86, 88 respectivos de los tubos 42, sujetando el primer ingeniero los cables 12 al primer extremo 102 del hilo metálico de acero 100 y alimentando los cables 21 a través de los extremos de entrada 86 de los tubos 42, y tirando el segundo ingeniero del segundo extremo 108 del hilo metálico de acero 100 con el fin de tirar de los cables 12 a través de los tubos 42.

Pueden realizarse diversas modificaciones a los ejemplos específicos descritos anteriormente sin apartarse del alcance de la presente invención tal como se define por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, aunque se describen siete cables 12 de torre en los ejemplos anteriores, puede instalarse cualquier otro número de cables 12 en la torre 10, y pueden seleccionarse las características de los diversos dispositivos, tales como el tamaño y la forma de los dispositivos y/o el número de elementos de sujeción asociados con los dispositivos según sea apropiado.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica que comprende:
una torre (10);
una góndola (24) soportada en un extremo superior (18) de la torre; y
- 5 una pluralidad de cables (12) que se extienden hacia el interior de la torre, sirviendo cada cable para conectar equipos dentro de la góndola con equipos ubicados abajo de la torre,
en la que la turbina eólica comprende además una pluralidad de tubos de cable (42) montados en la góndola, en la que cada cable se encamina a través de un tubo de cable respectivo entre la torre y la góndola, y cada tubo está compuesto por acero inoxidable y configurado para soportar el peso de cada cable, en la que los tubos sirven para proteger los cables e impedir la interferencia electromagnética entre los cables.
- 10 2. La turbina eólica según la reivindicación 1, en la que el tubo de cable está montado en una placa de base de la góndola.
- 15 3. La turbina eólica de cualquier reivindicación anterior, en la que cada tubo de cable tiene una primera sección sustancialmente vertical (90) que incluye un extremo de entrada (86) a través del cual el cable respectivo entra en el tubo desde la torre, y una segunda sección sustancialmente horizontal (92) montada en la góndola y que incluye un extremo de salida (88) a través del cual el cable sale del tubo en la góndola.
- 20 4. La turbina eólica según la reivindicación 3, en la que cada tubo de cable está curvado entre las secciones primera y segunda y la segunda sección de cada tubo de cable está curvado adicionalmente en un plano sustancialmente horizontal.
5. La turbina eólica según la reivindicación 3 ó 4, en la que las primeras secciones de los tubos respectivos están dispuestas alrededor de un eje común de manera que sean equidistantes con respecto a dicho eje común y estén separadas de manera regular entre sí.
- 25 6. La turbina eólica según la reivindicación 3, 4 ó 5, en la que las segundas secciones de los tubos respectivos están dispuestas una al lado de la otra sustancialmente en un plano horizontal.
7. La turbina eólica según cualquier reivindicación anterior, en la que en una sección inferior de la torre, cada cable está soportado por una o más abrazaderas (32) que se unen a una pared (30) de la torre por medio de atracción magnética.
- 30 8. Un método de instalación de una pluralidad de cables (12) en una turbina eólica, teniendo la turbina eólica una torre (10) y una góndola (24) soportada en un extremo superior (18) de la torre, en el que el método comprende encaminar la pluralidad de cables entre la torre y la góndola a través de una pluralidad de tubos de cable (42) respectivos montados en la góndola, compuestos por acero inoxidable y configurados para soportar el peso del cable, en el que los tubos sirven para proteger los cables e impedir la interferencia electromagnética entre los cables.
- 35 9. El método según la reivindicación 8, que comprende alimentar un elemento alargado a través del tubo de cable de manera que un primer extremo del elemento alargado sobresale desde un primer extremo del tubo de cable; unir un extremo del cable al primer extremo que sobresale del elemento alargado; y tirar de un segundo extremo del elemento alargado hasta que el primer extremo del cable emerge de un segundo extremo del tubo de cable.

40

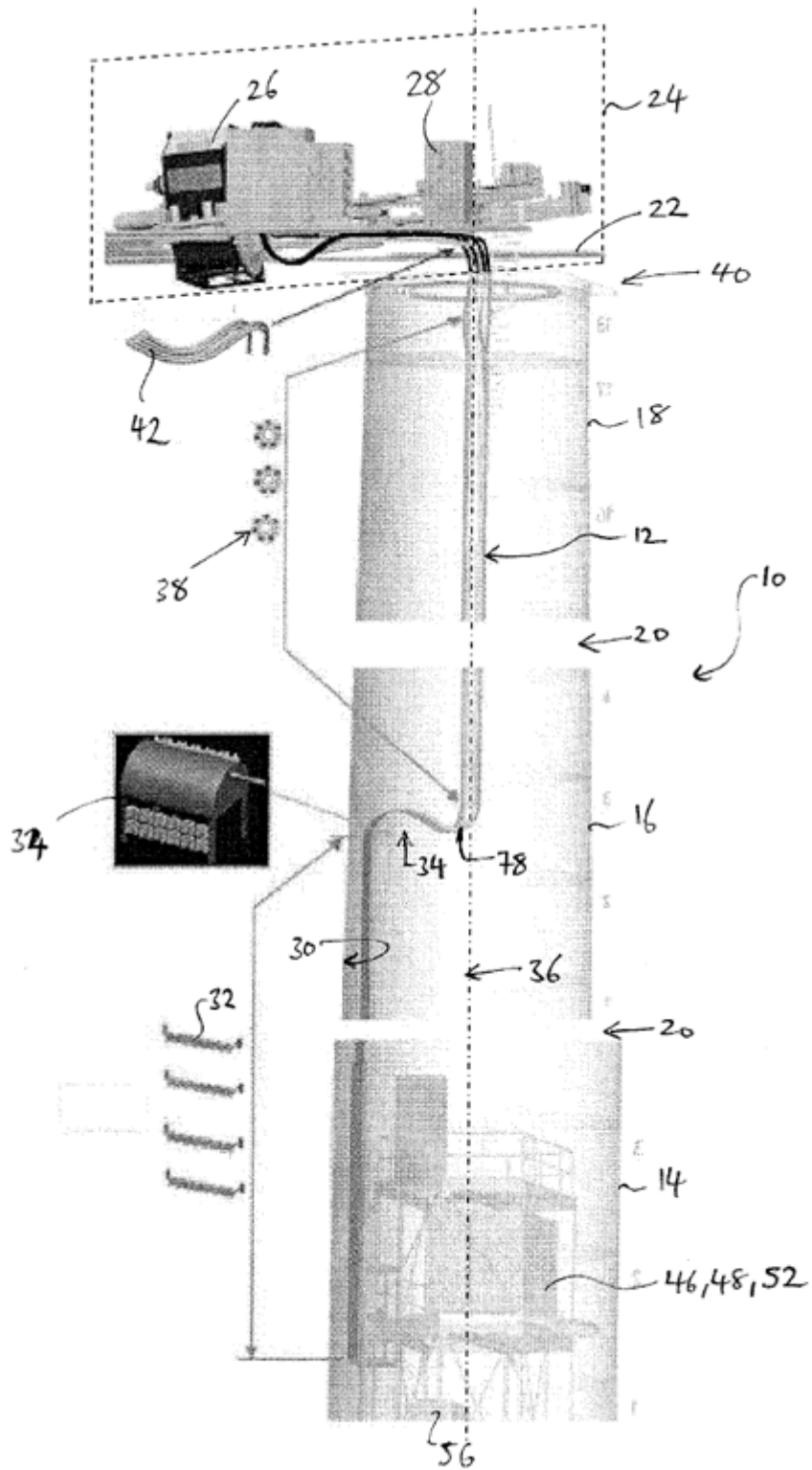


Figura 1

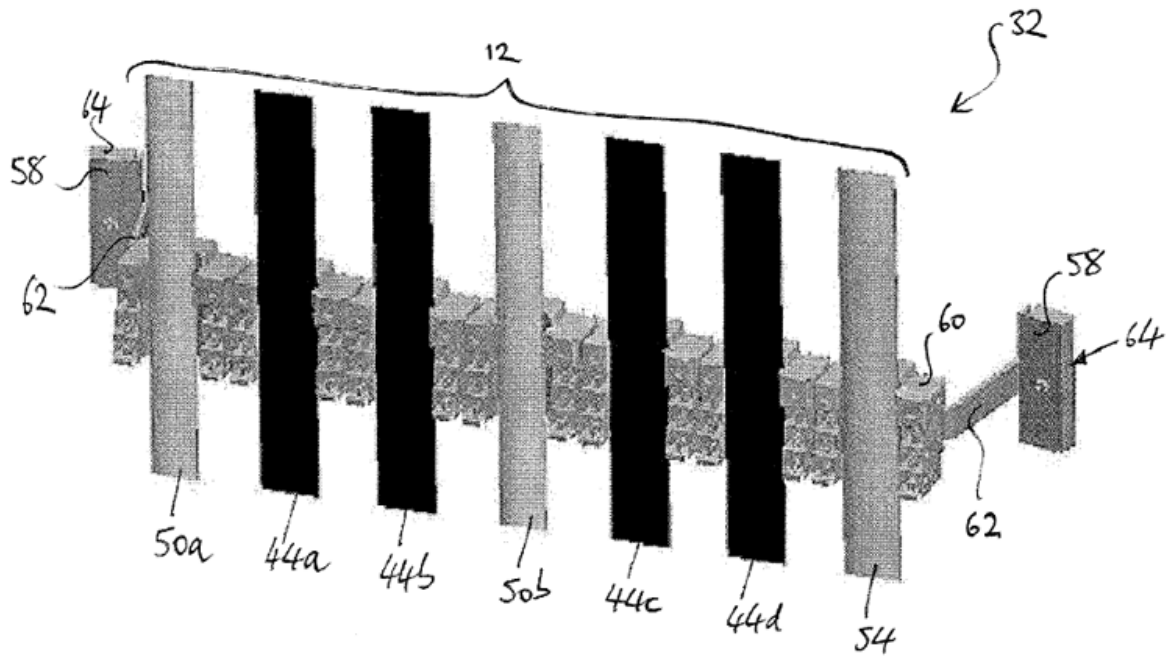


Figura 2

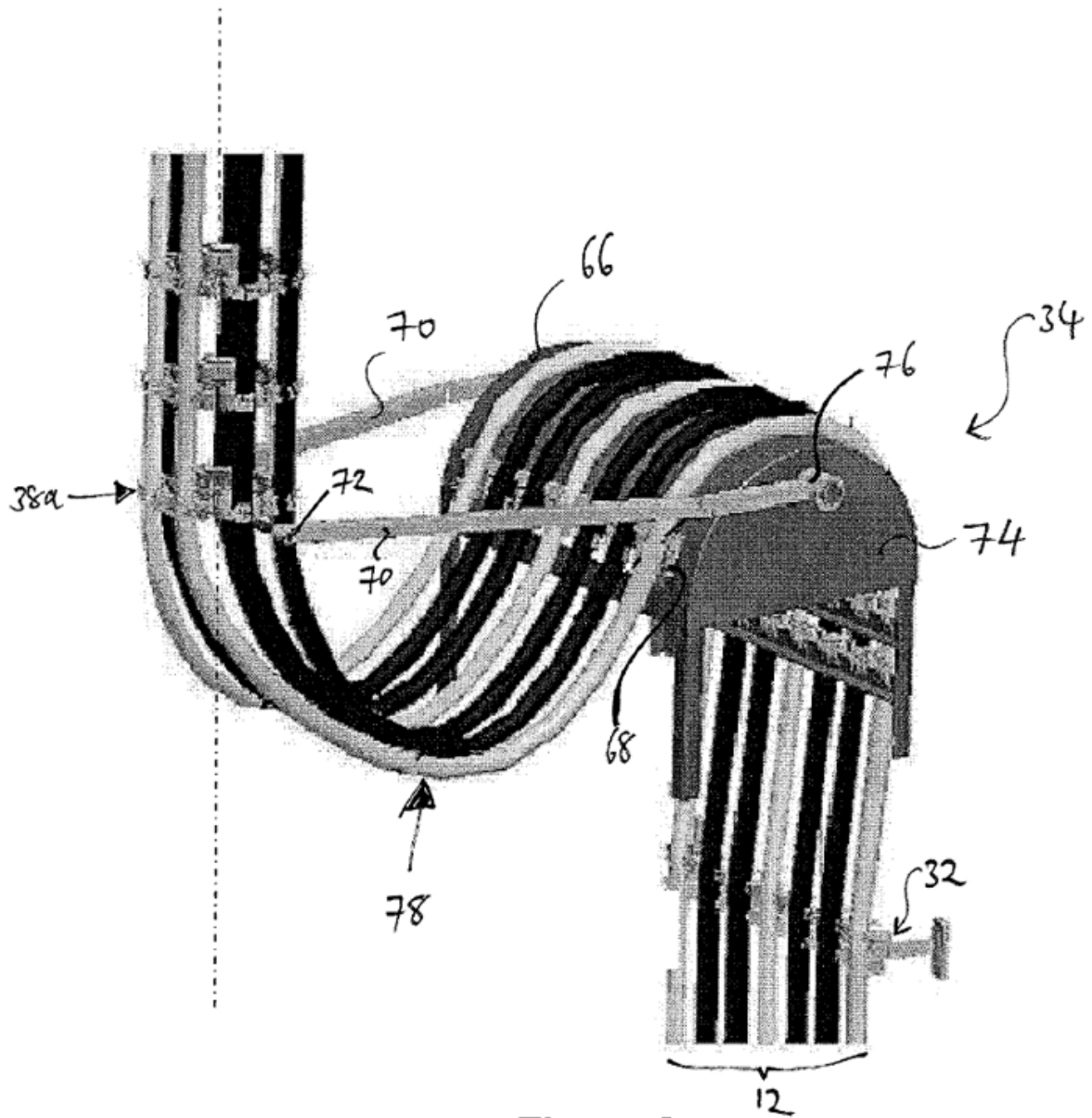


Figura 3

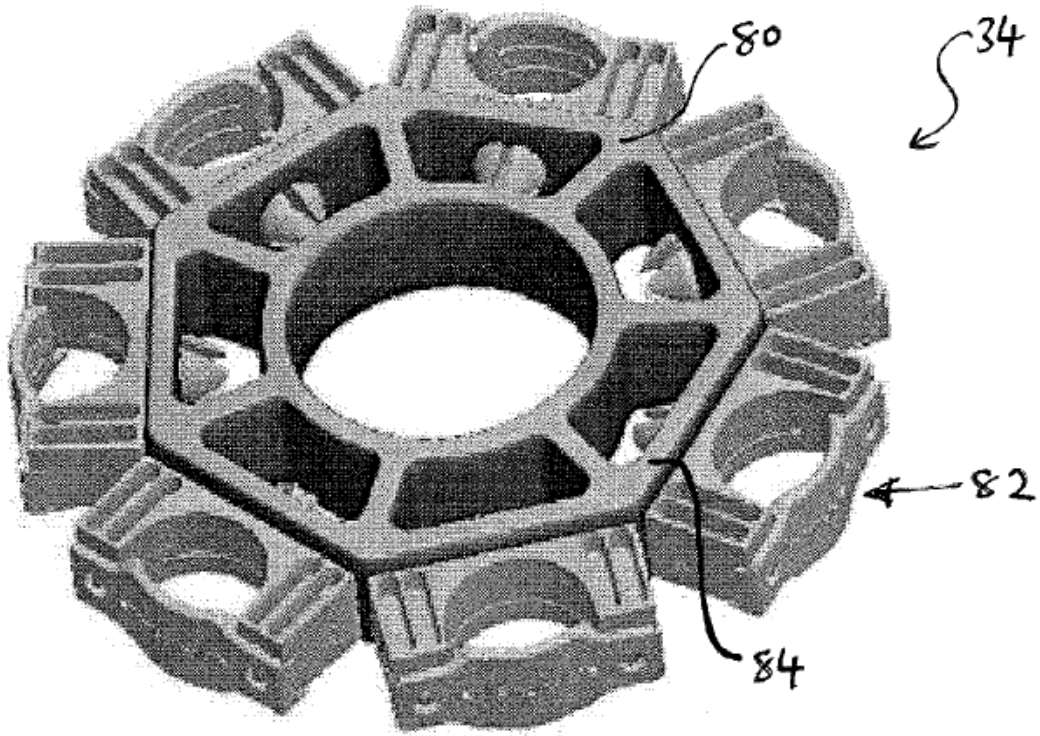


Figura 4

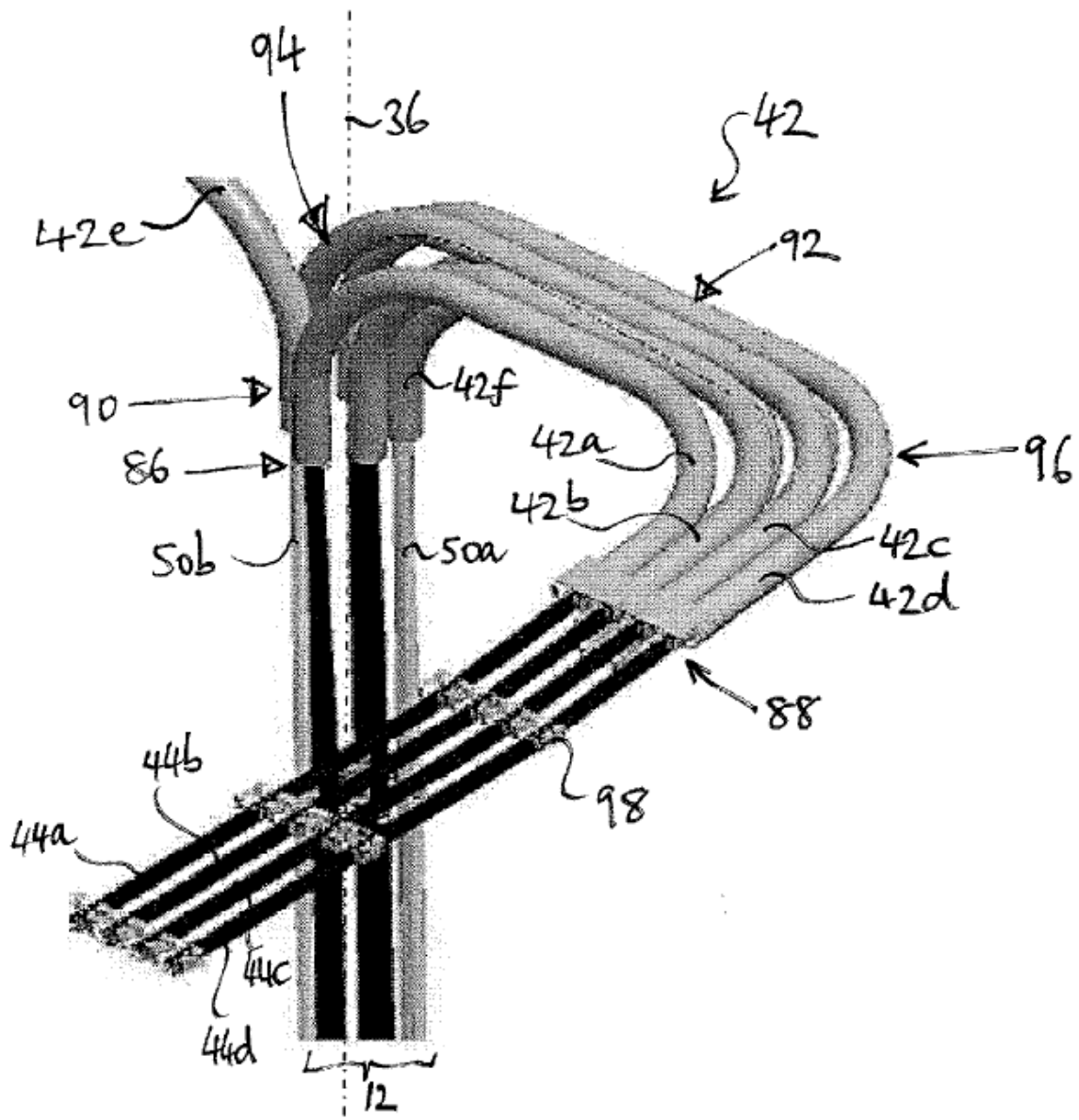


Figura 5

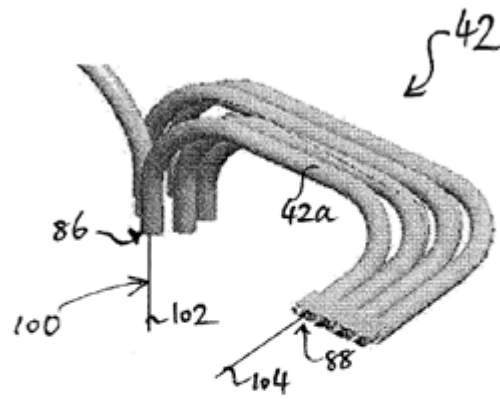


Figura 6(a)

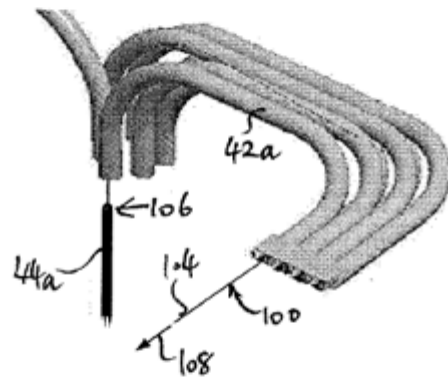


Figura 6(b)

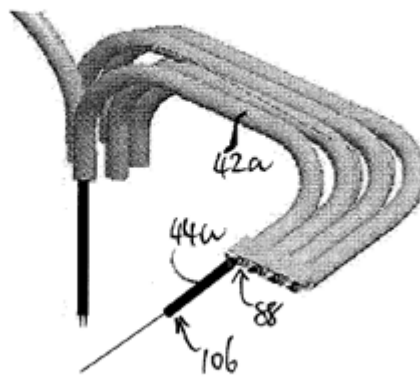


Figura 6(c)