

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 597**

51 Int. Cl.:

F03D 11/04 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

E04H 12/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2013** **E 13197473 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2746580**

54 Título: **Dovela prefabricada de hormigón, torre de aerogenerador que comprende dicha dovela, aerogenerador que comprende dicha torre y procedimiento de montaje de dicho aerogenerador**

30

Prioridad:

21.12.2012 ES 201232003

45

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

20.11.2015

73

Titular/es:

ACCIONA WINDPOWER S.A. (100.0%)
Avenida Ciudad de la Innovacion, 5
31621 Sarriguren, Navarra, ES

72

Inventor/es:

NUÑEZ POLO, MIGUEL;
ARLABÁN GABEIRAS, TERESA;
RUIZ ALDAMA, ALFONSO;
SANZ CORRETGE, FRANCISTO JAVIER y
GARCIA SAYES, JOSÉ MIGUEL

74

Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 551 597 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

Dovela prefabricada de hormigón, torre de aerogenerador que comprende dicha dovela, aerogenerador que comprende dicha torre y procedimiento de montaje de dicho aerogenerador

OBJETO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se puede incluir en el campo técnico del aprovechamiento de la energía eólica. En particular, el objeto de la invención hace referencia, de acuerdo con un primer aspecto, a una dovela configurada de tal manera que permite una simplificación del post tensado durante el montaje. De acuerdo con un segundo aspecto, la invención hace referencia a una torre de aerogenerador que comprende una pluralidad de dichas dovelas; así como de acuerdo con un tercer aspecto, la invención hace referencia a un aerogenerador que comprende dicha torre. De
10 acuerdo con un cuarto aspecto, la invención hace referencia a un procedimiento de montaje del aerogenerador.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 15 El objeto de la energía eólica consiste en generar electricidad a partir del viento mediante aerogeneradores con la máxima eficiencia posible y mínimo coste. Dichos aerogeneradores constan básicamente de: una torre; una góndola que alberga un generador eléctrico; y un rotor formado a su vez por al menos dos palas. La torre se encarga de sustentar todos los elementos incorporados en la góndola y de transmitir a la cimentación todas las fuerzas de reacción generadas como consecuencia de las distintas acciones aerodinámicas y condiciones de funcionamiento de la turbina eólica.

Generalmente, dadas las elevadas dimensiones del aerogenerador y, en consecuencia, de la torre, la torre se fabrica mediante ensamblado de sectores modulares prefabricados de hormigón armado llamados dovelas.

- 20 En algunas soluciones estructurales, las dovelas son sometidas a un post-tensado mediante una serie de cables internos de acero con objeto de mejorar sus capacidades mecánicas. Este post-tensado hace que cada sección de las dovelas trabaje (en la mayoría de los casos de operación de la turbina) a un mayor nivel de compresión, limitando los casos de tracción, aprovechando que la resistencia a compresión del hormigón es notablemente mayor que su resistencia a tracción. Además, el proceso de compresión tiende a cerrar cualquier grieta o defecto
25 preexistentes en el hormigón, limitando por tanto la progresión de dicha grieta o dicho defecto en el hormigón. De acuerdo a lo que se ha explicado anteriormente, existe un interés en post-tensar las dovelas y las juntas de unión entre tramos de la torre.

- Una primera opción, de aplicación habitual, para efectuar el post-tensado, se ilustra en las figuras 3 y 4 de la solicitud de patente estadounidense US20120141295. Dichas figuras muestran un denominado "post-tensado por
30 tramos", según el cual, los tendones están alojados en las dovelas, por lo que deben pasar a través de orificios pasantes practicados en las dovelas.

- En esta primera opción se compromete el proceso de montaje ya que se tiene que hacer pasar los cables de una dovela a su dovela adyacente, de modo que, dados los elevados pesos y dimensiones de las dovelas, la manipulación de dichas dovelas en lo referente a su posicionado para ese proceso de "enhebrado" incrementa los
35 tiempos de montaje del conjunto del aerogenerador.

Una segunda opción, también de común aplicación en la actualidad, para llevar a cabo el mencionado post-tensado, comprende el empleo de cables de acero, también denominados tendones, que recorren longitudinalmente el interior de la torre, estando dichos cables fijados a la cimentación de la torre en un extremo, mientras que en el otro extremo están fijados, bien a la parte superior de una dovela, bien a un elemento de la góndola denominado brida superior.

- 40 La brida superior se suele fabricar en acero y está sustentada tanto a un rodamiento de guiñada (también denominado rodamiento superior de góndola), como a unos sub-sistemas de accionamiento de la góndola. Por tanto, la labor de post-tensado de los cables en estas circunstancias es una operación para la cual las limitaciones de espacio impuestas por dicho rodamiento de guiñada son críticas.

- 45 Por otra parte, la segunda opción descrita implica la necesidad de realizar una precarga efectiva sobre las dovelas mayores, ubicadas más cerca de la base de la torre, lo cual implica la necesidad de una mayor cantidad de acero en los tendones, respecto del post-tensado tramo a tramo explicado en la primera opción.

Por tanto realizar un post-tensado por tramos supone una mayor flexibilidad en lo referente a las secciones de los cables y al número de los mismos, siendo posible un empleo óptimo de dichos cables de acero para cada tramo de torre.

Sin embargo, dicho post-tensado por tramos plantea el inconveniente de precisar de un mayor número de operaciones de precarga de cable de tramo, así como la anteriormente referida dificultad inherente en la manipulación de las dovelas (enhebrado o inserción de los cables en los alojamientos de dovelas adyacentes).0

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 5 La presente invención resuelve el problema técnico planteado, mediante, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, una dovela prefabricada de hormigón, configurada de tal manera, tal como se explicará seguidamente, que permite ser unida a un componente adyacente de una manera simple durante el trabajo de montaje. De acuerdo con una realización preferente de la invención, la dovela es una dovela de aerogenerador. De acuerdo con un segundo aspecto, la invención hace referencia a una torre de aerogenerador que comprende una pluralidad de dichas dovelas; además de ello, de acuerdo con un tercer aspecto, la invención hace referencia a un aerogenerador que comprende dicha torre. De acuerdo con un cuarto aspecto, la invención hace referencia a un procedimiento de montaje del aerogenerador.

El aerogenerador comprende: una torre; una góndola, soportada por la torre y un generador eléctrico; y un rotor, que comprende al menos dos palas y que está conectado al generador eléctrico.

- 15 Las dovelas comprenden y están limitadas por una superficie superior, una superficie inferior, una superficie lateral interior y una superficie lateral exterior. Asimismo, las dovelas se caracterizan por comprender adicionalmente:

-al menos una superficie intermedia de fijación, ubicada en una de las superficies laterales, entre las superficies superior e inferior, así como

- 20 -al menos un alojamiento ranurado practicado en una de las superficies laterales, que comunica la superficie intermedia de fijación con una de las superficies superior o inferior y está configurado para alojar unos cables de unión.

Puesto que el alojamiento ranurado está ubicado a través de la dovela en una porción del perímetro de la dovela, pudiendo estar tanto en la superficie lateral interior como en la superficie lateral exterior, se simplifica notablemente el procedimiento de unión de la dovela a un componente adyacente (que puede ser otra dovela) durante su montaje. Esto se consigue gracias a que los cables de unión provenientes de dicho componente adyacente, generalmente cables de acero, son alojados fácilmente en los alojamientos ranurados de la dovela sin necesidad de, tal y como se realiza en el estado de la técnica, enhebrarlos insertándolos a través de orificios y conductos cerrados practicados en el extremo de la dovela, hasta alcanzar la superficie intermedia de fijación sobre la cual se fijan los cables de unión mediante elementos de reparto de cargas y elementos de fijación.

- 25 30 En particular, para el caso de dovelas de aerogenerador, la presencia del alojamiento ranurado en una dovela permite que dicha dovela pueda ser fijada a al menos uno de los siguientes componentes del aerogenerador dotados de cables de unión, por ejemplo tendones de acero:

-una dovela adyacente, ya sea superiormente o inferiormente;

- 35 -una cimentación destinada a soportar un aerogenerador (torre, góndola y rotor), en el caso de que la dovela ocupe una posición extrema en la parte inferior de la torre;

-una brida superior destinada a conectar la torre con la góndola, en el caso de que la primera dovela ocupe una posición extrema en la parte superior de la torre; o

-una pista de rodamiento, que pertenece a un sistema de orientación de la góndola, y situada sobre la brida superior.

- 40 Tal como se ha mencionado anteriormente, la invención hace referencia, de acuerdo con un segundo aspecto, a una torre de aerogenerador que incorpora una pluralidad de dovelas como las anteriormente descritas.

De acuerdo con un tercer aspecto, la invención hace referencia a un aerogenerador que comprende la torre anteriormente descrita.

- 45 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se describe un procedimiento de montaje del aerogenerador, que comprende una etapa de fijación de las dovelas, que permite realizar bien un post tensado de las dovelas tramo a tramo de una manera simplificada, o bien una simple unión entre tramos de manera simplificada (en caso de que se empleen dovelas pre-tensadas).

La etapa de fijación de las dovelas comprende un primer paso por medio del cual los cables de unión que unen el componente a la dovela son apartados, sujetándolos a las dovelas (preferentemente a alguna de las superficies laterales) con un medio de sujeción provisional, tal como cincha o similar, de una zona de acceso a dicho componente.

5 Posteriormente, en un segundo paso, la dovela se aproxima al componente. Puesto que los cables de unión han sido apartados en el primer paso, no hay riesgo de atrapamiento de los cables de unión por parte de la dovela durante el segundo paso. De manera preferente, se puede incluir un paso adicional, en donde la dovela se apoya sobre la cimentación o sobre una dovela adyacente inferior, cuando el componente es la cimentación o una dovela adyacente superior o inferior.

10 A continuación, de acuerdo con un tercer paso, el medio de sujeción provisional es retirado y los cables de unión, generalmente tendones de acero, son alojados en sus respectivos alojamientos ranurados. De manera opcional, los cables de unión pueden ser adicionalmente precargados empleando medios de tracción y elementos de reparto, para repartir la carga, tales como placas. De esta manera, se consigue una post-tensión en las dovelas.

15 Alternativamente en el caso de empleo de dovelas pre-tensionadas (en las cuales se genera una precarga (o pretensión) previamente al montaje con el resto de componentes), los cables de unión únicamente se emplean para unir componentes adyacentes sin generar el efecto de post-tensionado mencionado anteriormente.

Opcionalmente, tras el segundo paso, de apoyo, puede verse mortero para unir la dovela al componente, especialmente en caso de que el componente sea otra dovela. Una vez que el mortero está curado, se procede a retirar el medio de sujeción provisional. Este paso no es necesario en caso de empleo de juntas "secas".

20 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

25 Figura 1.- Muestra una vista lateral de un aerogenerador que comprende dovelas de acuerdo con la invención.

Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva de una realización en la que las dovelas presentan primeros alojamientos ranurados y conductos para alojar unos cables de unión.

Figura 3.- Muestra una vista en sección de la unión de dos dovelas no dotadas de protuberancia.

Figura 4.- Muestra una vista en detalle de la fijación entre los cables de unión y los primeros alojamientos ranurados.

30 Figura 5.- Muestra una vista en planta y en alzado seccionados en que se aprecia una dovela que comprende tanto conductos como primeros y segundos alojamientos ranurados.

Figuras 6a y 6b.- Muestran las etapas de: alojamiento de los cables de unión en los primeros alojamientos ranurados; y fijación de los cables de unión a la dovela.

35 Figura 7.- Muestra una vista esquemática de la fijación entre la brida superior de una góndola de aerogenerador y una dovela dotada de conductos para alojar cables de unión.

Figura 8.- Muestra una vista esquemática de la fijación de una cimentación, destinada a soportar un aerogenerador, a una dovela de un aerogenerador dotada de conductos en los que se alojan cables de unión.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

40 Seguidamente se realiza una descripción en detalle de una realización preferente de la invención, en referencia a las figuras 1 a 8 mencionadas anteriormente.

La figura 1 muestra un aerogenerador (1) que comprende:

-una torre (2), soportada sobre una cimentación (3) a la cual está destinada a transmitir esfuerzos, en donde la torre (2) está compuesta por dovelas (4) prefabricadas de hormigón y que están ensambladas entre sí, y donde las dovelas (4) comprenden, según se aprecia en las figuras 2 a 3:

- una superficie superior (5),
- una superficie inferior (6),
- una superficie lateral interior (7), y
- una superficie lateral exterior (8);
- 5 -una góndola (9) fijada sobre la torre;
- un generador eléctrico (no representado) alojado en la góndola (9);
- un rotor formado por al menos dos palas (11), y conectado al generador.

Las dovelas comprenden adicionalmente:

- 10 -al menos una superficie intermedia de fijación (12), ubicada en una de las superficies laterales (7, 8), entre las superficies superior (5) e inferior (6), y

-al menos un primer alojamiento ranurado (13) practicado en dicha superficie lateral (7, 8), para comunicar la superficie intermedia de fijación (12) con una de las superficies superior (5) e inferior (6).

- 15 Mediante las dovelas (4) dotadas de primeros alojamientos ranurados (13), según lo que se acaba de describir, es posible simplificar el proceso de fijación de una dovela (4) a diversos componentes del aerogenerador, tales como la cimentación (3), una brida superior (19) de la góndola (9), y otras dovelas (4) adyacentes superiormente o inferiormente, así como el proceso de unión de dichas dovelas (4) a dichos componentes y, en el caso de soluciones con dovelas (4) post-tensionadas, el posterior post-tensionado de la dovela (4).

- 20 Las dovelas (4) pueden tener, como es conocido, una forma rotatoria a modo de corona cilíndrica, (o tener un sector de corona). Adicionalmente, las dovelas (4) pueden comprender, en una cualquiera (o en ambas) de sus superficies laterales interior (7) y exterior (8), en las proximidades de la superficie superior (5) y/o de la superficie inferior (6), una protuberancia (14), de tal manera que la distancia entre las superficies laterales interior (7) y exterior (8), es decir, el grosor de la dovela (4), sea superior en dicha protuberancia (14) que en el resto de la dovela (4).

- 25 Para el caso de dovelas (4) dotadas de protuberancia (14), la superficie intermedia de fijación (12) puede estar definida, tal como se muestra en las figuras 2, 4, 6a y 6b, por una primera cara de la protuberancia (14). Preferentemente, aunque no exclusivamente, en dovelas (4) de grosor uniforme, tal como se muestra en la figura 3, la dovela (4) puede incorporar una primera cavidad (16) próxima a la superficie superior (5) o a la superficie inferior (6), siendo el ancho de la primera cavidad (16) mayor que el ancho de los primeros alojamientos ranurados (13) y donde la superficie intermedia de fijación (12) está comprendida en dicha primera cavidad (16).

- 30 Las consideraciones anteriores, con respecto a la definición de las superficies intermedias de fijación (12) en dovelas (4) dotadas de protuberancias (14) y/o en dovelas (4) de grosor sustancialmente uniforme, son válidas tanto para los casos en que la protuberancia (14) y/o la primera cavidad (16) están practicadas en la superficie lateral interior (7), como para los casos en que están practicadas en la superficie lateral exterior (8).

- 35 Los primeros alojamientos ranurados (13) que están ubicados próximos a la superficie superior (5), permiten conectar la dovela (4) con la brida superior (19) o con otra dovela (4) que se encuentra adyacente superiormente; mientras que unos primeros alojamientos ranurados (13) que están ubicados próximos a la superficie inferior (6), permiten conectar la dovela (4) con la cimentación (3) o con otra dovela (4) que se encuentra adyacente inferiormente.

- 40 La dovela (4) de acuerdo con la invención puede comprender adicionalmente, de acuerdo con lo explicado en los antecedentes, unos conductos interiores, preferentemente longitudinales, que transcurren entre un orificio de entrada (21) y un orificio de salida (22), y que están configurados para alojar unos cables de unión (23), particularmente, tendones de acero, configurados a su vez para producir post-tensión en la dovela (4).

Una dovela (4) que carece de los mencionados conductos puede recibir, tal como se ha explicado anteriormente, en sus primeros alojamientos ranurados (13), los cables de unión (23) de otros componentes del aerogenerador (1), como pueden ser otras dovelas (4).

- 45 Una dovela (4) que incorpora los conductos puede alojar sus cables de unión (23) en el interior de dichos conductos y, además, en alojamientos ranurados (13, 26, 27) incorporados en otro componente del aerogenerador (1), como

por ejemplo, otra dovela (4) para su unión a dicho componente. Empleando dovelas (4) que incorporan tanto primeros alojamientos ranurados (13) como conductos para alojar cables de unión (23), es posible realizar un post-tensado más homogéneo, puesto que, de manera preferente, los alojamientos ranurados (13) y los conductos se encuentran dispuestos de manera alterna, permitiendo así que se alternen, a lo largo del perímetro de la dovela (4), cables de unión (23) que sobresalen de la dovela (4) en cuestión para ser unidos a un componente situado inferior o superiormente con otros cables de unión (23) provenientes de otra dovela (4) situada inferior o superiormente y alojados en los primeros alojamientos ranurados (13) de la dovela (4).

De manera preferente, los conductos y los primeros alojamientos ranurados (13) están configurados de tal manera que, en dos dovelas (4) adyacentes, los conductos y los primeros alojamientos ranurados (13) son colineales, de tal manera que se evita que los cables de unión (23) apoyen sobre superficies angulares que puedan aportar un efecto de concentración de tensiones.

Para cualquiera de los ejemplos descritos, la superficie intermedia de fijación (12) y la correspondiente superficie lateral (7, 8) pueden tener diversas orientaciones relativas. En particular, dos orientaciones son preferentes. Una primera orientación preferente implica que la superficie intermedia de fijación (12) forma un ángulo sustancialmente recto con la superficie lateral (7, 8) correspondiente, lo cual es favorable en el sentido de que facilita la ejecución del primer alojamiento ranurado (13). Una segunda orientación preferente implica que la superficie intermedia de fijación (12) forma un ángulo distinto de 90° con la superficie lateral (7, 8) correspondiente, lo cual es favorable en el sentido de que proporciona un ángulo apropiado para lograr el asentamiento de los elementos de reparto de carga sobre la misma para la unión de los cables de unión (23).

En particular, una de las caras de los primeros alojamientos ranurados (13) es inclinada hacia la superficie lateral interior (7) de la dovela y forma un ángulo de 90° con respecto a la superficie intermedia de fijación (12), de manera que los primeros alojamientos ranurados (13) están limitados por superficies que son perpendiculares a la superficie intermedia de fijación (12). Esto facilita un apoyo de dichos cables de unión (23) sobre dicha cara inclinada de manera que no haya aristas en contacto con los cables de unión (23) que puedan provocar una concentración de tensiones en la zona y poner en peligro la integridad del conjunto.

La invención hace referencia adicionalmente a un procedimiento de montaje de un aerogenerador (1), que comprende los siguientes pasos:

-Un primer paso mediante el cual los cables de unión (23) del componente son apartados de una zona de acceso a dicho componente sujetando los cables de unión (23) con un medio de sujeción provisional, tal como cincha o similar (no representados).

-A continuación, un segundo paso, en el que la dovela (4) es apoyada a tope sobre el componente. Puesto que los cables de unión (23) han sido apartados en el primer paso, no hay riesgo de atrapamiento de dichos cables de unión (23) por parte de la dovela (4) durante el segundo paso.

-Seguidamente, un tercer paso, en el que el medio de sujeción provisional es retirado, y los cables de unión (23) son primeramente alojados en los primeros alojamientos ranurados (13) y, posteriormente, fijados a la dovela (4).

De manera opcional, el procedimiento comprende una etapa de post-tensado en la cual los cables de unión (23) son, además de fijados a la dovela (4), pre-cargados empleando medios de tracción (no representados), así como elementos de reparto de carga, tales como placas (28), que están configurados para apoyarse sobre la superficie intermedia de fijación (12) para repartir la carga.

Opcionalmente, tras el segundo paso, de apoyo, se retira el medio de sujeción provisional de los cables de unión (23), alojando dichos cables de apoyo (23) en los primeros alojamientos ranurados (13) y posteriormente fijando los cables de unión (23) a la superficie intermedia de fijación (12) de la dovela (4) adyacente. Puede verse mortero para unir la dovela (4) al componente, especialmente en caso de que el componente sea una dovela (4) adyacente superior o inferiormente, o la cimentación (3). Este paso no es necesario en caso de empleo de juntas "secas".

Para facilitar la ejecución del segundo paso, de apoyo, el orificio de entrada (21) y/o el orificio de salida (22) para los cables de unión (23) pueden estar localizados, al menos parcialmente, preferentemente por completo, fuera de la superficie superior (5) o de la superficie inferior (6), según corresponda. Como ejemplos de realización, se muestra que, en el caso de dovelas (4) dotadas de protuberancias (14), el orificio de entrada (21) y/o el orificio de salida (22) se encuentran en el interior de unos segundos alojamientos ranurados (25) practicados en la superficie lateral (7, 8) en la que están practicados los primeros alojamientos ranurados (13), hasta intersectar con los conductos, de manera que los cables de unión (23) puedan ser apartados de la superficie lateral (7, 8) en la que están practicados los primeros alojamientos ranurados (13) y los segundos alojamientos ranurados (25). En el caso de dovelas (4) dotadas de una primera cavidad (16), el orificio de entrada (21) y/o el orificio de salida (22) se encuentran, bien en la superficie lateral interior (7) o en la superficie lateral exterior (8), según corresponda. En una realización preferente,

la dovela (4) puede comprender adicionalmente, en la superficie lateral interior (7) o en la superficie lateral exterior (8), según corresponda, preferentemente en la superficie lateral (7, 8) en la que están practicados los primeros alojamientos ranurados (13), un segundo alojamiento ranurado (25) comunicado con uno de los conductos a través de dichos orificios de entrada (21) y/o de salida (22). Por lo tanto, la superficie superior (5) y/o la superficie inferior, según corresponda, están libres de los orificios de entrada (21) y/o de salida (22), y por tanto, se evita un posible atrapamiento de los cables de unión (23), simplificando la ejecución del segundo paso, de apoyo.

En las figuras 7 y 8, se ilustra la conexión de una dovela (4) con la cimentación (3) y con la brida superior (19), donde los cables de unión (23) comprenden un primer extremo fijado respectivamente a la cimentación (3) o a la brida superior (19). En el caso de la cimentación (3), el cable de unión (23) puede ser apartado, de acuerdo con el método descrito, posteriormente la dovela (4) es apoyada sobre la cimentación (3) y, por último, el cable de unión (23) es insertado en uno de los primeros alojamientos ranurados (13) de la superficie inferior (6) de la dovela (4). Para el caso de la brida superior (19), una vez apoyada la dovela (4) sobre una dovela (4) adyacente inferior, solo restaría insertar el cable de unión (23) en uno de los primeros alojamiento ranurados (13), ubicado en la superficie superior (5) de la dovela (4). En ambos casos, el proceso se finaliza precargando el cable de unión (23) y posteriormente fijando dicho cable de unión (23), tal como se ha descrito anteriormente.

De manera alternativa a lo que se acaba de explicar, la dovela (4) incorpora conductos que alojan los cables de unión (23), pero dicha dovela (4) no necesariamente comprende primeros alojamientos ranurados (13), sino que en lugar de ello, la cimentación (3) o la brida superior (19) incorporan respectivamente terceros alojamientos ranurados (26) o cuartos alojamientos ranurados (27) configurados para alojar los cables de unión (23) de la dovela (4).

Por brida superior (19) se entiende una interfaz metálica entre la torre (2) de hormigón y el rodamiento de guiñada. Dicha brida superior (19) puede consistir en un carrete metálico, bien de fundición o bien de forja, o un disco de reparto de carga. La brida superior (19) comprende terceros alojamientos ranurados (26) para la inserción de unos cables de unión (23) provenientes de una dovela (4) adyacente inferiormente.

Para el caso al que se hace referencia como la conexión de una dovela (4) a una cimentación (3) dotada de cuartos alojamientos ranurados (27), la etapa de fijar una dovela (4) a un componente adyacente del procedimiento de montaje, tal como se ha descrito anteriormente, comprende: apartar los cables de unión (23); aproximar la dovela a la cimentación (3), liberar los cables de unión (23) e insertarlos en los cuartos alojamientos ranurados (27) ubicados a tal efecto en la cimentación (3). Opcionalmente, se aplica mortero en el espacio entre la dovela (4) y la cimentación (3) y se deja curar el mortero. Finalmente, y después de que el mortero se haya curado, se realiza una etapa de post-tensado de los cables de unión (23).

Para el caso de conexión de una dovela (4) a una brida superior (19) dotada de terceros alojamientos ranurados (26), en primer lugar se apartan los cables de unión (23), aunque pueden estar previamente retirados, por ejemplo, antes de la conexión de la dovela (4) con la dovela (4) adyacente inferior; a continuación, se aproximan la dovela (4) y la brida superior (19), aunque generalmente este paso se ha producido previamente durante el montaje de la góndola (9); seguidamente, se liberan los cables de unión (23); finalmente, se insertan dichos cables de unión (23) en los terceros alojamientos ranurados (26) ubicados a tal efecto en la brida superior (19), y a continuación se precargan los cables de unión (23).

Tal como se muestra en las figuras 3-8, pueden utilizarse medios de fijación (29) para la fijación de los cables de unión (23) a la dovela adyacente (4), a la brida superior (19) o a la cimentación (3), según sea el caso; además, pueden utilizarse elementos de reparto de carga para someterlos a una compresión por parte de los elementos de fijación (29) contra la superficie intermedia de fijación (12), para la distribución uniforme de la tensión sobre la superficie intermedia de fijación (12). Preferiblemente, los elementos de fijación (29) pueden comprender cuerpos cónicos, de la misma manera que los elementos de reparto de carga (28) pueden comprender placas de reparto de carga.

Se facilita un buen asentamiento de los elementos de fijación (29) por el hecho de que, tal como se ha explicado anteriormente, una de las caras de los primeros alojamientos ranurados (13) se inclina hacia el interior, formando un ángulo recto con la superficie intermedia de fijación (12), de tal manera que los primeros alojamientos ranurados (13) están limitados por superficies que son perpendiculares a la superficie intermedia de fijación (12).

REIVINDICACIONES

1. Dovela (4) prefabricada de hormigón que comprende:

-una superficie superior (5),

-una superficie inferior (6),

5 -una superficie lateral interior (7),

-una superficie lateral exterior (8); y

- al menos una superficie intermedia de fijación (12), ubicada en una de las superficies laterales (7, 8), entre las superficies superior (5) e inferior (6); **caracterizada porque** adicionalmente comprende:

10 -al menos un primer alojamiento ranurado (13) practicado en la superficie lateral (7, 8) que comprende la superficie intermedia de fijación (12), en donde el primer alojamiento ranurado (13) comunica la superficie intermedia de fijación (12) con una de las superficies superior (5) e inferior (6) y está configurado para alojar unos cables de unión (23).

15 2. Dovela (4) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** comprende adicionalmente una protuberancia (14) ubicada en las proximidades de la superficie superior (5) o de la superficie inferior (6) que comprende el primer alojamiento ranurado (13), de tal manera que la dovela (4) tenga una distancia entre las superficies laterales interior (7) y exterior (8) que es mayor en la protuberancia (14) que en el resto de la dovela (4), en donde la superficie intermedia de fijación (12) está comprendida en una primera cara de la protuberancia (14).

20 3. Dovela (4) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** comprende adicionalmente una primera cavidad (16) practicada sobre una de las superficies laterales interior (7) o exterior (8) próxima a la superficie superior (5) o inferior (6) que comprende el primer alojamiento ranurado (13), siendo el ancho de la primera cavidad (16) mayor que el ancho del primer alojamiento ranurado (13), y en donde la superficie intermedia de fijación (12) está comprendida en dicha primera cavidad (16).

4. Dovela (4) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la superficie intermedia de fijación (12) forma un ángulo distinto de 90° con la superficie lateral (7, 8) correspondiente.

25 5. Dovela (4) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** comprende adicionalmente:

- al menos un conducto interior longitudinal que transcurre entre un orificio de entrada (21) y un orificio de salida (22), y

- cables de unión (23) configurados para unir las dovelas, y que están alojados en al menos un conducto.

30 6. Dovela (4) de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada porque** comprende una pluralidad de conductos y una pluralidad de primeros alojamientos ranurados (13), en donde un primer alojamiento ranurado (13) se encuentra dispuesto entre dos conductos adyacentes.

35 7. Dovela (4) de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada porque** el orificio de entrada (21) y/o el orificio de salida (22) están localizados, al menos parcialmente, fuera del superficie superior (5) o inferior (6) que comprende los primeros alojamientos ranurados (13).

8. Dovela (4) de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada porque** el orificio de entrada (21) y/o el orificio de salida (22) se encuentran en el interior de un segundo alojamiento ranurado (25) que comunica la superficie lateral interior (7) o la superficie lateral exterior (8) con una de las superficies superior (5) o inferior (6), y está configurado para alojar los cables de unión (23).

40 9. Dovela (4) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizada porque** el orificio de entrada (21) y/o el orificio de salida (22) se encuentran en la superficie lateral interior (7) o en la superficie lateral exterior (8).

10. Torre (2) de aerogenerador, **caracterizada porque** comprende una pluralidad de las dovelas (4) descritas en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y en donde entre dos dovelas (4) adyacentes, los conductos de una de las dovelas (4) y los primeros alojamientos ranurados (13) de la dovela (4) adyacente son colineales.

11. Torre (2) de aerogenerador (1), de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada porque** comprende adicionalmente:

- unos elementos de fijación (29) destinados a proporcionar una fijación entre los cables de unión (23) provenientes de una dovela y la superficie intermedia de fijación (12) de la dovela adyacente; y

5 - unos elementos de reparto de carga (28) situados sobre la superficie intermedia de fijación (12), sobre los cuales están situados los elementos de fijación, donde los elementos de reparto de carga (28) están presionados por los elementos de fijación (29) para la distribución uniforme de la tensión en la superficie intermedia de fijación (12).

10 12. Aerogenerador (1) **caracterizado porque** comprende la torre (2) descrita en cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11.

13. Aerogenerador (1) de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** comprende adicionalmente una góndola (9) que comprende una brida superior (19) para conectar la góndola (9) a la torre (2), en donde la brida superior (19) está dotada de terceros alojamientos ranurados (26) para alojar los cables de unión (23) de una dovela (4).

15 14. Aerogenerador (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 y 13, **caracterizado porque** comprende una cimentación (3) que comprende cuartos alojamientos ranurados (27) para alojar los cables de unión (23) de una dovela.

15. Aerogenerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 **caracterizado porque** comprende adicionalmente:

20 - unos elementos de fijación (29) destinados a proporcionar una fijación entre los cables de unión (23) provenientes de una dovela (4) y la superficie intermedia de fijación (12); y

- unos elementos de reparto de carga (28) situados sobre la superficie intermedia de fijación (12), y presionados por los elementos de fijación (29) para distribuir de manera uniforme la tensión de los cables de unión (23) sobre la superficie intermedia de fijación (12),

25 en donde los elementos de fijación (29) y los elementos de reparto de carga (28) están configurados para fijar los cables de unión (23) de al menos una dovela (4), de tal manera que queden dispuestos sobre una superficie de fijación situada bien en una segunda dovela (4) o bien en la brida superior (19) o en la cimentación (3).

30 16. Procedimiento para el montaje de un aerogenerador (1), que comprende una etapa de fijar una dovela (4) descrita en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 a un componente del aerogenerador (1) seleccionado de entre una lista que consiste en:

- una brida superior (19);
- una cimentación (3); y
- una dovela adyacente (4);

35 **caracterizado porque** la etapa de fijar una dovela (4) a un componente del aerogenerador (1) comprende los siguientes pasos:

- apartar los cables de unión (23) de una zona de acceso a dicho componente, sujetando adicionalmente dichos cables de unión (23) con unos medios de sujeción provisional,
- aproximar la dovela (4) al componente;
- liberar los medios de sujeción provisional;
- 40 - alojar los cables de unión (23) en los alojamientos ranurados (13, 26, 27) del componente; y
- fijar los cables de unión (23) utilizando los elementos de fijación.

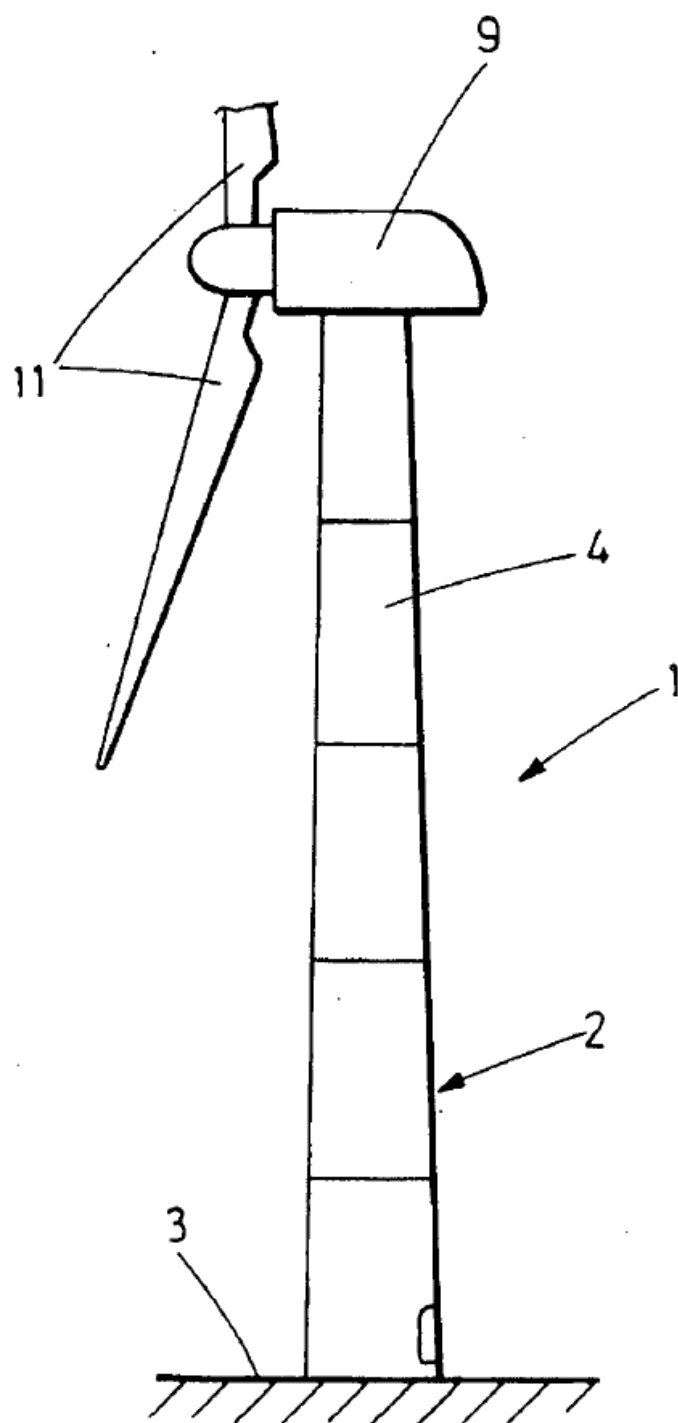


FIG.1

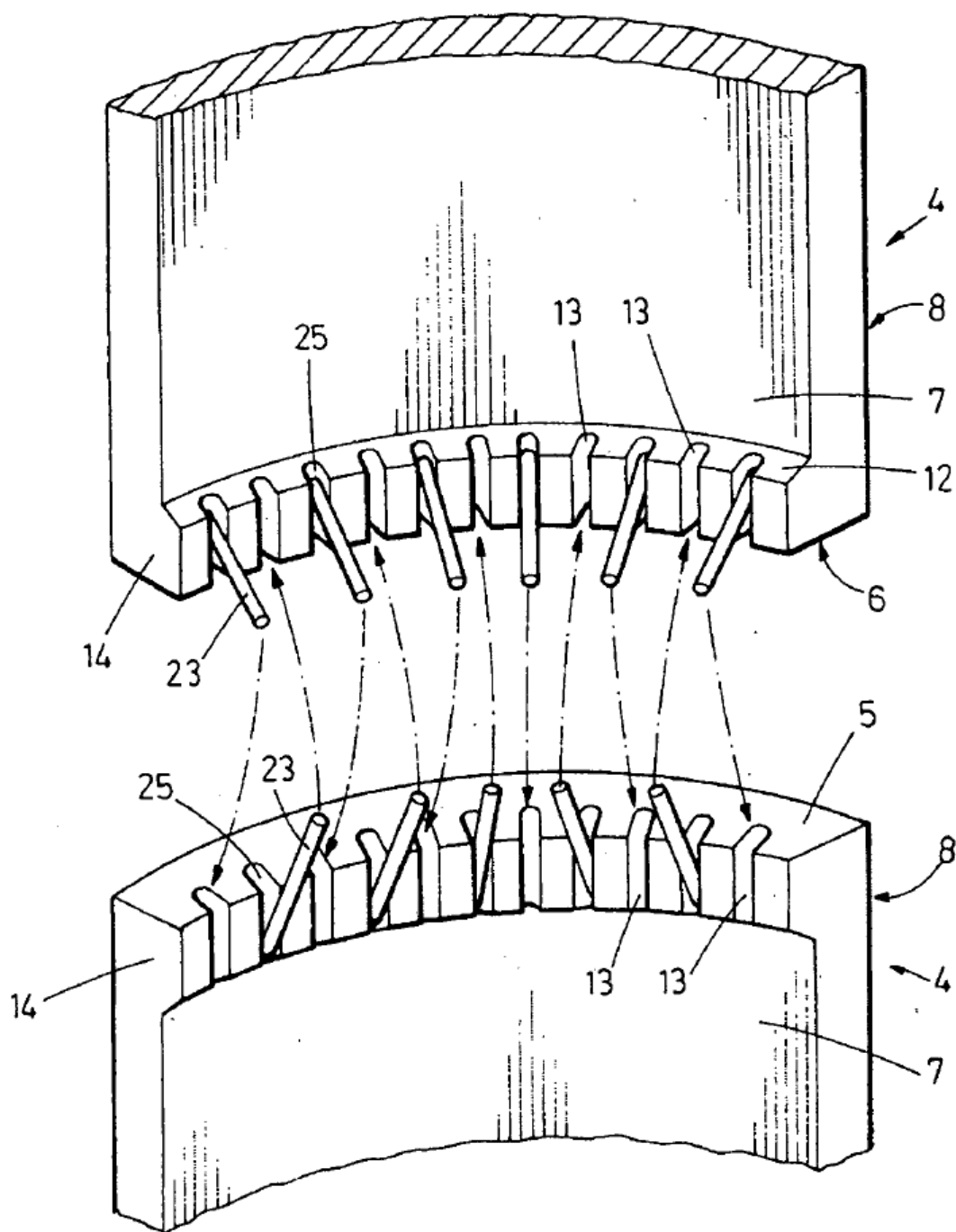


FIG. 2

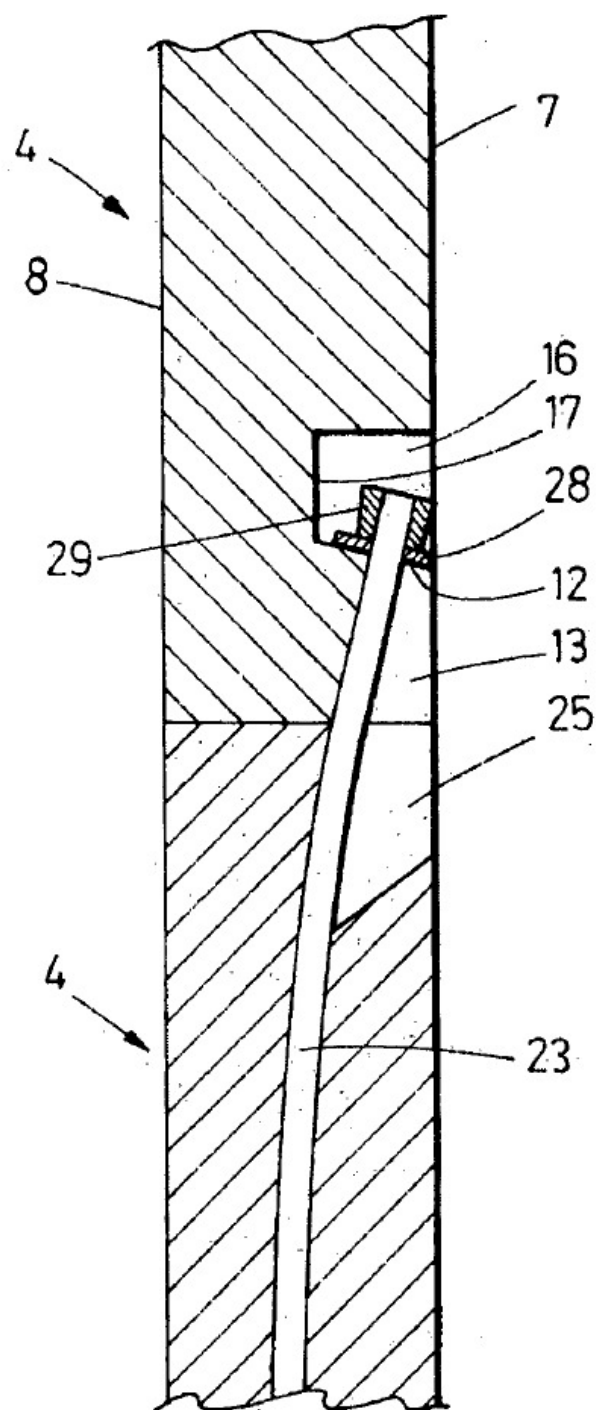


FIG.3

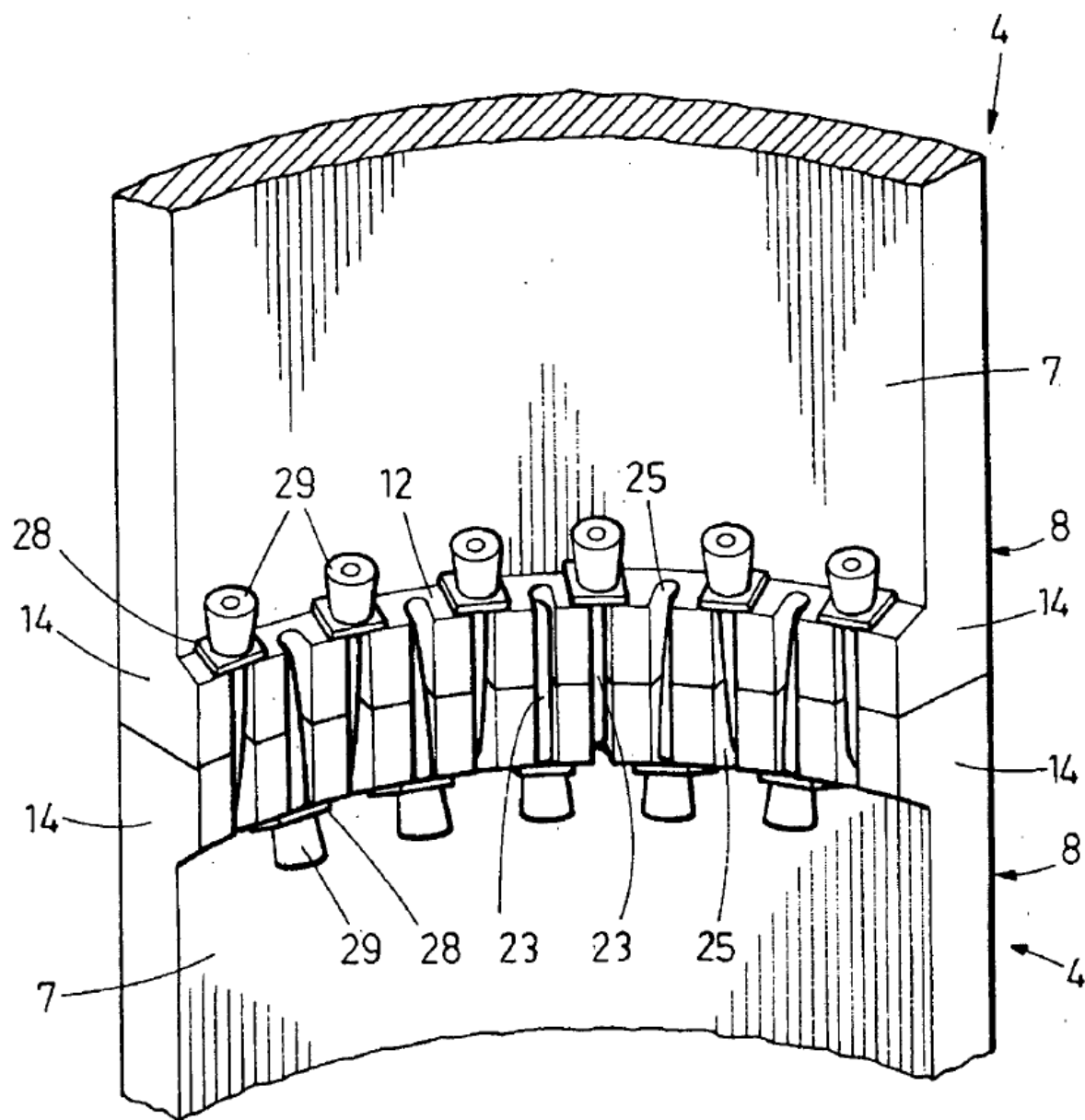


FIG. 4

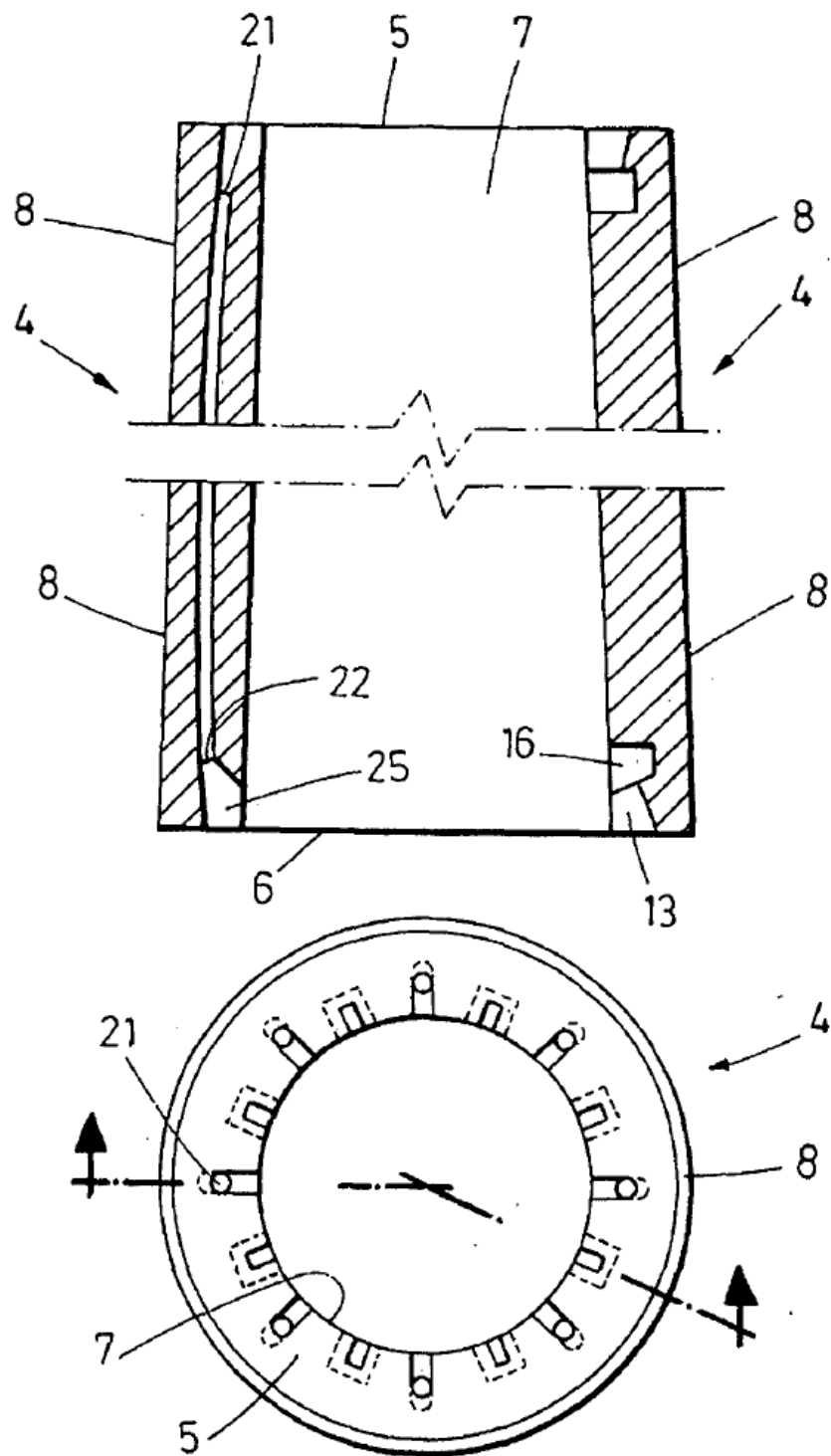


FIG.5

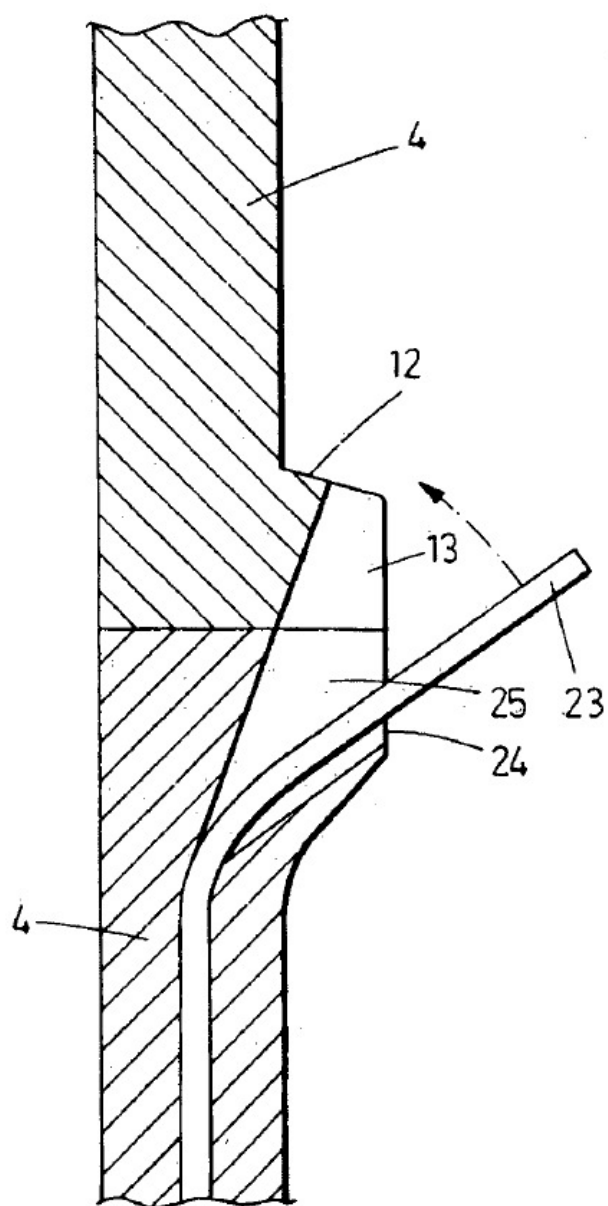


FIG. 6a

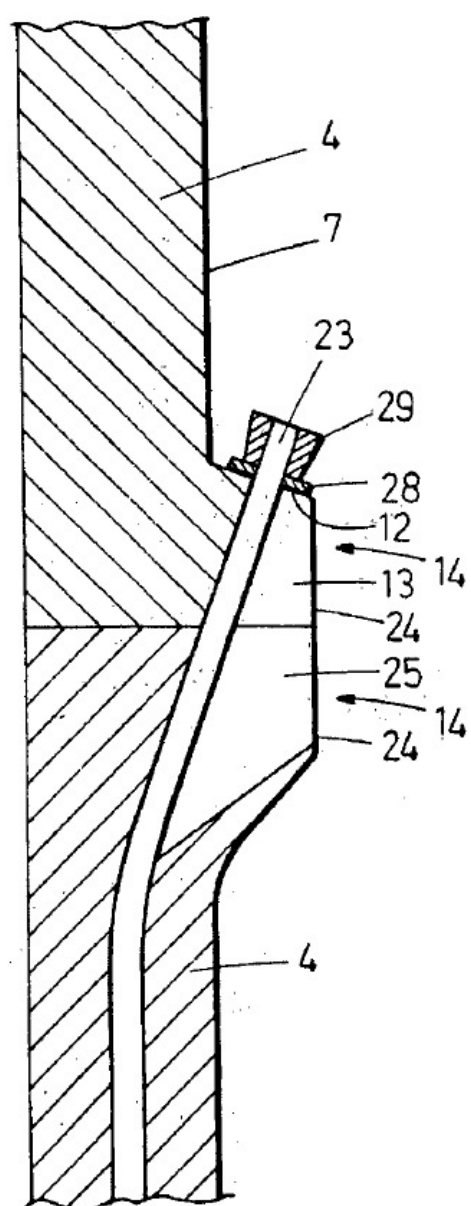


FIG. 6b

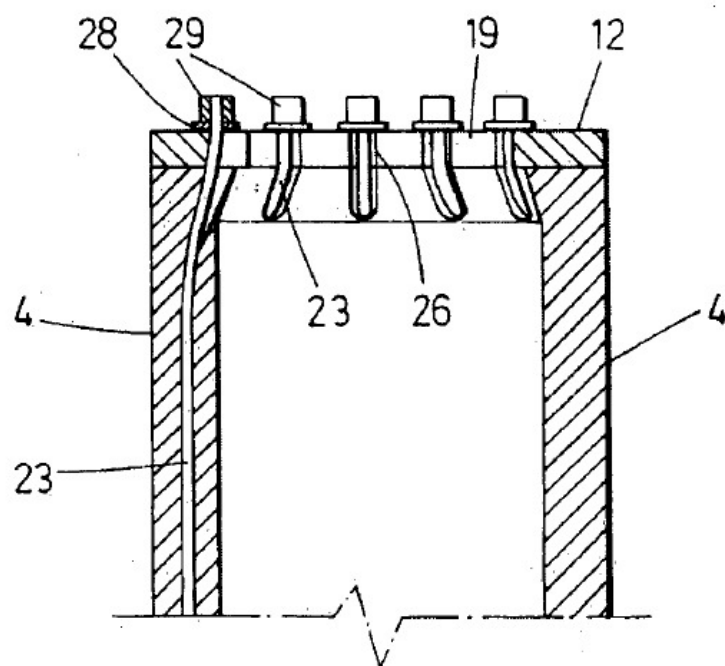


FIG. 7

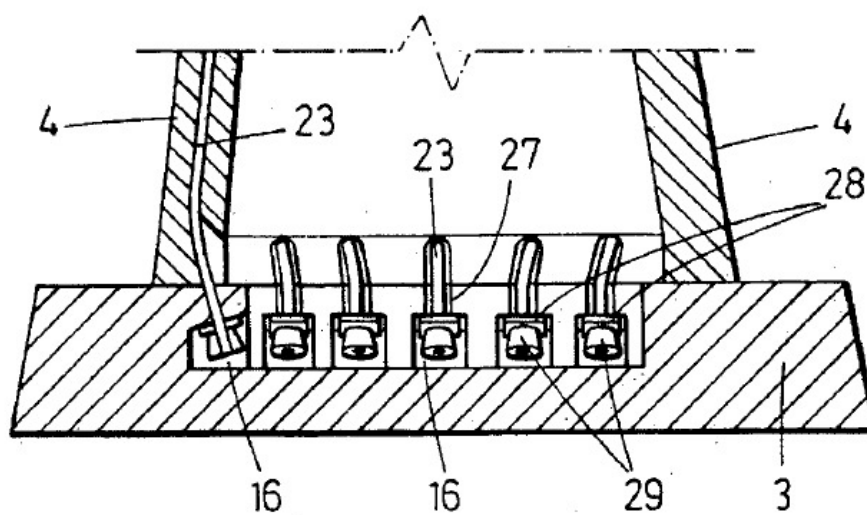


FIG. 8

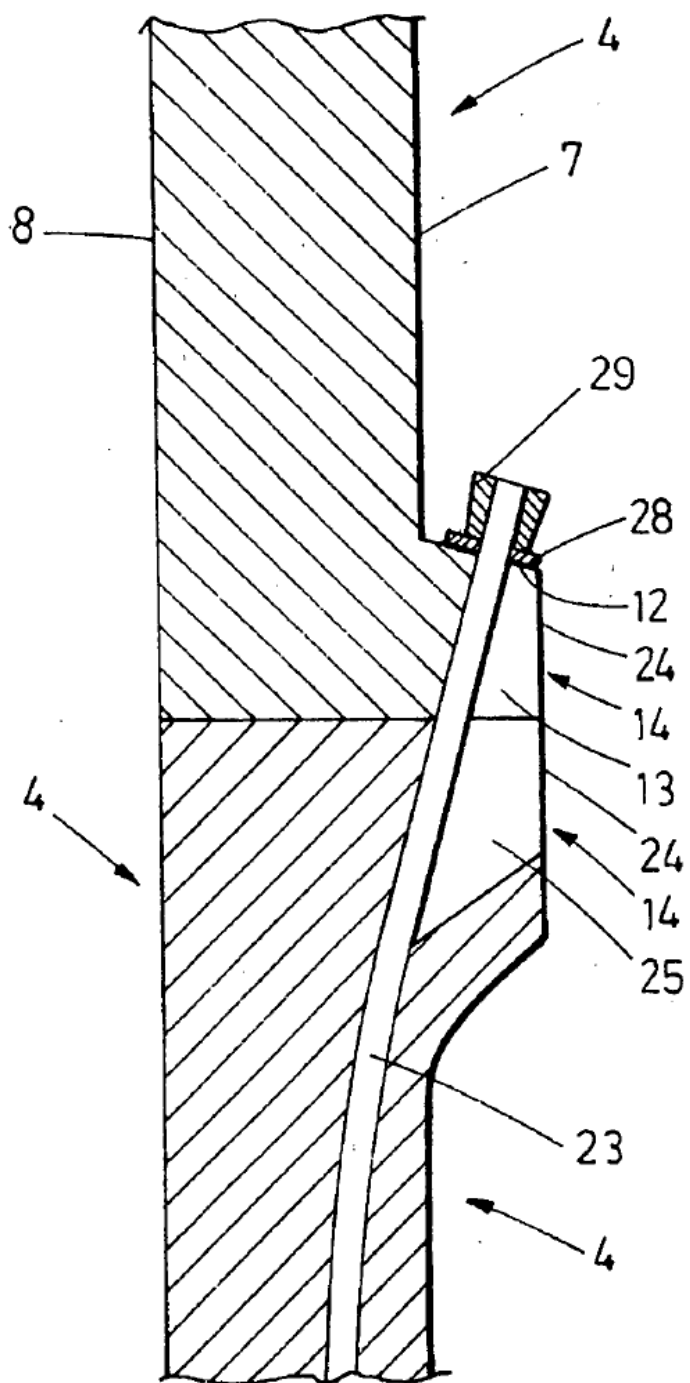


FIG.9