(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 650 070**

(51) Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)
E04H 12/12 (2006.01)
E04H 12/18 (2006.01)
E04H 12/34 (2006.01)
H01Q 1/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2014** **E 14198995 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017** **EP 2886751**

(54) Título: **Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica**

(30) Prioridad:

20.12.2013 ES 201331892

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.01.2018

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

ARANZADI DE MIGUEL, PAULA;
ARLABÁN GABEIRAS, TERESA;
MARTIN DIAZ, JAVIER;
GARCIA MAESTRE, IVÁN;
ETXANDI IRUNGARAI, IÑAKI;
GASTON LUJAMBIO, ANDER;
ARISTEGUI LANTERO, JOSE LUIS;
SOROA SISAMÓN, ENRIQUE;
GARCIA SAYÉS, JOSÉ MIGUEL y
NUÑEZ POLO, MIGUEL

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 650 070 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 de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica que permite emplear grúas de menor capacidad para lo que se genera una subestructura a partir de la unión de al menos dos de las dovelas que conforman cada sección de manera que dicha subestructura sea autoestable.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En los últimos veinte años, la potencia nominal de los aerogeneradores ha ido aumentando gradualmente gracias al aumento del diámetro del rotor de los mismos, que a su vez hace indispensable el empleo de torres más altas. El incremento en altura puede hacer imprescindible que la torre comprenda diferentes secciones a lo largo de la altura de la misma que se colocan una encima de otra para conformar la torre y que son a su vez transportables por carretera o ferrocarril. Por ejemplo, para montar una torre de 100 m de altura se podrían emplear 5 secciones de 20 m de altura apilables una encima de otra, y siendo a su vez con esas dimensiones transportables por carretera y ferrocarril.

Por otro lado, para conseguir que las torres siendo más altas sean igualmente estables y rígidas, una de las opciones es incrementar las dimensiones transversales de la torre gradualmente desde la parte superior hasta la base de la torre. Dicho incremento puede implicar de nuevo problemas de transporte de las secciones y una solución habitual consiste en dividirlas en módulos longitudinales. Las dimensiones de los módulos longitudinales permiten su transporte por carretera o ferrocarril.

Lógicamente, el aumento de la potencia nominal de los aerogeneradores conlleva el aumento en pesos y dimensiones de todos los componentes de los aerogeneradores en general, siendo de especial relevancia para los costes de montaje los siguientes aspectos:

- La altura de la torre;
- Diámetro del rotor y peso del conjunto palas-buje;
- Peso de la góndola y subcomponentes;
- Peso de los tramos de torre.

En concreto, los pesos de las secciones completas de torre de un aerogenerador de 3 MW puede superar las 200 t lo cual impone grandes requerimientos a las grúas de montaje.

El empleo de dichas grúas es caro, primero, debido a los problemas de disponibilidad que hacen elevado el coste diario de alquiler: no existe un gran parque de este tipo de grúas; y segundo, a los elevados costos asociados al transporte de las mismas debido al gran número de camiones requeridos para movilizarlas. Según datos mostrados en la patente US8011098B2, el coste del alquiler de una grúa para el montaje de una torre puede ascender a los 80000$ semanales, unidos a los casi 100000$ que cuesta el transporte (mediante cuarenta camiones o más).

Lo elevado de dichos costes justifica la búsqueda de medios alternativos para la construcción de torres de aerogeneradores.

Para montar dichas torres existen varios procedimientos que se puede seguir, entre ellos:

- Montar una a una las dovelas sobre el resto de la torre ya montada, lo cual supone un problema cuando las dovelas no son autoestables. Este es el procedimiento empleado por otros fabricantes de estructuras de torres para antenas ATS, (siglas en inglés de “antenna tower structure”). Este proceso requiere un gran número de elevaciones y un complicado proceso de posicionamiento y sujeción de las dovelas hasta que se tiene una sección completa formada sobre la anterior para la posterior ejecución de las juntas verticales y previamente al apilamiento de las dovelas de la siguiente sección.

- Premontar secciones completas mediante la unión de dovelas, ejecutando las juntas verticales entre ellas en el suelo en las inmediaciones de la base de la torre y posteriormente montar secciones una encima de otra. Dicho procedimiento facilita en gran medida el montaje de la torre, al realizarse la mayor parte de

las operaciones en el suelo. Este es el procedimiento de la patente US7765766B2, que da a conocer un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1. Dicho proceso de montaje comprende dos etapas:

- una etapa de premontaje de secciones, en la cual las dovelas que conforman una sección se ensamblan en la base de la torre y se procede a la ejecución de las juntas verticales entre dovelas de hormigón, y
- una etapa de izado y apilado en la cual las secciones ya premontadas se colocan una sobre otra.

Es un objeto de la presente invención proveer de un procedimiento de montaje de torres de hormigón que reduzca los requerimientos para las grúas con respecto al primero de los procedimientos a la par que simplifica el proceso de montaje global con respecto al segundo procedimiento.

Además, es habitual en el estado de la técnica que la torre de hormigón sea de sección cónica, particularmente troncocónica, para soportar los elevados momentos en la base. Por otro lado, en determinados diseños de torre la altura de las dovelas es mucho mayor que la altura de la torre. Esto hace que cuando la torre presenta conicidad, las dovelas no sean estables cuando se sitúan en posición vertical, pues la proyección horizontal del centro de gravedad cae fuera del perímetro definido por la base de la dovela.

Todos estos inconvenientes quedan solventados con la invención que se describe a continuación.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica en el cual subconjuntos de secciones se montan y se apilan sobre el resto de la torre, siendo dichos subconjuntos autoestables.

La invención se refiere también a la torre de hormigón obtenida con el procedimiento de montaje que se describirá a continuación y que comprende al menos dos secciones anulares apiladas que comprenden a su vez al menos tres dovelas.

El procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica comprende las siguientes etapas:

- una etapa de colocación y posicionamiento de al menos un subconjunto de una sección de torre que comprende al menos dos dovelas en una zona próxima a la base de la torre;
- un etapa de ensamblaje del subconjunto de la sección de torre mediante la unión de al menos dos dovelas, de manera que el subconjunto ensamblado es autoestable; y
- una etapa de apilado del subconjunto ensamblado sobre una sección de torre inmediatamente inferior, donde al menos una dovela restante o al menos otro subconjunto ensamblado para completar la sección de torre están destinados a apilarse sobre la sección de torre inmediatamente inferior.

En caso de que las secciones estén formadas únicamente por subconjuntos autoestables, las etapas anteriores se repiten hasta que se lleva a cabo el apilado de todos los subconjuntos autoestables que conforman todas las secciones de la torre de hormigón.

En caso de que las secciones estén formadas por subconjuntos autoestables y dovelas restantes hasta completar la sección de la torre de hormigón, será necesario apilar también las dovelas restantes para cada una de las secciones de la torre de hormigón.

Además, para asegurar una precisión dimensional adecuada de las secciones, la etapa de colocación y posicionamiento de al menos un subconjunto de una sección de torre comprende las siguientes etapas previas a la etapa de ensamblaje del subconjunto:

- una etapa de colocación, una a una, de todas las dovelas que conforman la sección de torre en la zona próxima a la base de la torre a nivel de suelo;
- una etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas que conforman la sección de torre en relación con las dovelas contiguas de manera que se aseguren las tolerancias dimensionales de la sección acabada.

Además, para poder garantizar la misma posición que la lograda tras la etapa de posicionamiento llevada a cabo en la zona próxima a la base de la torre a nivel de suelo, de las dovelas restantes de la sección que no forman parte del subconjunto respecto a dicho subconjunto, o de subconjuntos entre sí, una vez se apilan, el procedimiento comprende, previamente a la etapa de apilado del subconjunto y posteriormente a la etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas que conforman la sección de la torre:

- una etapa de disposición de unos elementos de control del posicionamiento relativo entre dovelas en zonas accesibles de dichas dovelas desde una plataforma de la torre, que permiten llevar a cabo una etapa de control del posicionamiento relativo entre dovelas, posteriormente a la etapa de apilado de la sección que conforman y previamente al apilado de la sección inmediatamente superior. Así, dichos elementos de control del posicionamiento sirven para identificar, previamente al apilado, la posición de referencia de las dovelas restantes de la sección que no forman parte del subconjunto respecto a dicho subconjunto, o la posición de referencia de subconjuntos entre sí. Posteriormente a la etapa de apilado de las dovelas restantes junto con el subconjunto o de apilado de los subconjuntos, la posición de referencia identificada mediante los elementos de control del posicionamiento, permite llevar a cabo la etapa de control del posicionamiento relativo entre dovelas asegurando que dichas dovelas restantes quedan posicionadas respecto al subconjunto según la posición de referencia identificada mediante los elementos de posicionamiento relativo, es decir, de la misma manera que en la zona próxima a la base de la torre a nivel de suelo, o bien que los subconjuntos quedan posicionados entre sí de la misma manera que en la zona próxima a la base de la torre a nivel de suelo.

El procedimiento comprende además una etapa de unión provisional entre subconjuntos o dovelas restantes y la sección inferior de la torre de hormigón una vez que se ha llevado a cabo la etapa de apilado del subconjunto montado y después de la etapa de control del posicionamiento relativo entre dovelas que se ha descrito anteriormente.

Esta etapa de unión provisional se lleva a cabo mediante unas uniones provisionales que pueden ser ejecutadas mediante el amarre en tres puntos de la superficie en contacto con la superficie inferior a la altura de la junta horizontal definida entre ellos o bien con puntales llevados hasta la zona opuesta de la sección inferior.

El procedimiento comprende además una etapa de ejecución de las uniones definitivas entre subconjuntos, o entre subconjuntos y dovelas restantes, que se lleva a cabo una vez que se ha llevado a cabo el apilado de todos los subconjuntos y dovelas restantes que conforman cada sección de la torre de hormigón, lo que agiliza el montaje.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de la etapa de colocación, una a una, de todas las dovelas que conforman una sección de torre en una zona próxima a la base de la torre, del procedimiento de la presente invención según una primera realización preferente.

La Figura 2 muestra una vista en planta de la etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas que conforman la sección de torre en relación con las dovelas contiguas, del procedimiento de la presente invención según una primera realización preferente.

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de la etapa de ensamblaje de un subconjunto de la sección de torre formado por al menos dos dovelas contiguas, del procedimiento de la presente invención según una primera realización preferente.

La Figura 4 muestra una vista en planta de la Figura 3.

La Figura 5 muestra una vista en perspectiva de la etapa de apilado del subconjunto ensamblado sobre una sección de torre inmediatamente inferior, del procedimiento de la presente invención según una primera realización preferente.

La Figura 6 muestra una vista en perspectiva de la etapa de fijación llevada a cabo entre los subconjuntos de sección, del procedimiento de la presente invención según una primera realización preferente.

La Figura 7 muestra una vista en perspectiva de la etapa de unión definitiva llevada a cabo entre los subconjuntos de cada sección, del procedimiento de la presente invención según una primera realización preferente.

La Figura 8 muestra una vista en perspectiva de la etapa de colocación, una a una, de todas las dovelas que conforman una sección de torre en una zona próxima a la base de la torre, del procedimiento de la presente invención según una segunda realización preferente.

La Figura 9 muestra una vista en planta de la etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas que conforman la sección de torre en relación con las dovelas contiguas, del procedimiento de la presente invención según una segunda realización preferente.

La Figura 10 muestra una vista en perspectiva de la etapa de ensamblaje de un subconjunto de la sección de torre formado por al menos dos dovelas enfrentadas diametralmente, del procedimiento de la presente invención según una segunda realización preferente.

La Figura 11 muestra una vista en planta de la Figura 10.

La Figura 12 muestra una vista en perspectiva de la etapa de apilado del subconjunto ensamblado sobre una sección de torre inmediatamente inferior, del procedimiento de la presente invención según una segunda realización preferente.

La Figura 13 muestra una vista en perspectiva de la etapa de fijación entre el subconjunto y las dovelas restantes de la sección, del procedimiento de la presente invención según una segunda realización preferente.

La Figura 14 muestra una vista en perspectiva de la etapa de unión definitiva llevada a cabo entre subconjuntos y dovelas restantes de cada sección, del procedimiento de la presente invención según una segunda realización preferente.

La Figura 15 muestra una vista en detalle donde se muestran las uniones provisionales ejecutadas mediante el amarre en tres puntos de la superficie en contacto con la superficie inferior a la altura de la junta horizontal definida entre ellas de la etapa de unión provisional entre una sección superior y una sección inferior.

La Figura 16 muestra una vista en planta de la Figura 15.

La Figura 17 muestra una vista en perspectiva de los puntales llevados hasta la zona opuesta de la sección inferior empleados en la etapa de unión provisional entre una sección superior y una sección inferior.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

En una realización preferente de la invención, el procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica comprende las siguientes etapas:

- una etapa de preparación de unas bases de premontaje (2, 12) donde se asegura la horizontalidad y planitud de dichas bases de premontaje (2) que permite asegurar además la verticalidad y conicidad de la torre de hormigón;

- una etapa de colocación y posicionamiento de al menos un subconjunto de una sección de torre formado por al menos dos dovelas en una zona próxima a la base de la torre donde en esta realización preferente se colocan y posicionan una a una todas las dovelas (1, 11) que conforman la sección de torre sobre las bases de premontaje (2, 12), donde esta etapa de colocación y posicionamiento comprende:

  - una etapa de colocación, una a una, de todas las dovelas (1, 11) que conforman la sección de torre en la zona próxima a la base de la torre sobre las bases de premontaje (2, 12) a nivel de suelo;
  - una etapa de obtención de la verticalidad y conicidad de la torre de hormigón en lo correspondiente a dicha sección, mediante el empleo de puntales o medios similares entre las dovelas (1, 11) y el suelo o las bases de premontaje (2, 12), o mediante cuñas o medios similares entre la base de premontaje (2, 12) y la superficie inferior de las dovelas (1, 11), ya que en ocasiones, debido a imperfecciones en el hormigón, el ángulo entre las paredes laterales y la pared inferior de las dovelas (1, 11) no forma el ángulo adecuado; esta etapa comprende a su vez una etapa de certificación de la verticalidad de la torre mediante un sistema de dianas con punteros o plomadas que permite retocar las posiciones relativas entre dovelas (1, 11), y entre dovelas (1, 11) y bases de premontaje (2, 12) si es necesario;

- una etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas (1) que conforman la sección de torre en relación con las dovelas contiguas(1) de manera que se aseguren las tolerancias dimensionales de la sección acabada;

- una etapa de disposición de unos elementos de control (3, 13) para controlar el posicionamiento relativo entre dovelas (1, 11) en zonas accesibles de dichas dovelas (1, 11) desde unas plataformas de la torre, donde dichos elementos de control de posicionamiento (3, 13) sirven para identificar, previamente al apilado, la posición de referencia de las dovelas (11) restantes de la sección que no forma parte del subconjunto (14) respecto a dicho subconjunto (14), o la posición de referencia de subconjuntos (4) entre sí;

- una etapa de ensamblaje de un subconjunto (4, 14) de la sección de torre formado por al menos dos dovelas (1, 11), mediante la unión de dichas dovelas (1, 11), de manera que el subconjunto (4, 14) es autoestable;
  La unión entre dos dovelas (1, 11) puede ser definitiva o provisional.
  Si la unión es definitiva (6), según una primera realización mostrada en las Figuras 1 a 7 para un subconjunto (4) formado por al menos dos dovelas contiguas (1), se emplea un mortero para la unión definitiva (6) entre dovelas (1) y comprende una etapa de ejecución de las juntas verticales entre dovelas contiguas (1). Para ello, se disponen unos encofrados a lo largo de los flancos verticales de las dovelas (1) para cerrar el volumen interior y proceder posteriormente al vertido en el mortero.
  Si la unión es provisional, según una segunda realización preferente mostrada en las Figuras 8 a 14 para un subconjunto (14) formado por al menos dos dovelas (11) enfrentadas diametralmente, la unión de dichas dovelas (11) se lleva a cabo mediante unos medios de unión provisional (19) que aportan rigidez y estabilidad al subconjunto (14). Los medios de unión provisional (19) entre dovelas (11) enfrentadas diametralmente se lleva a cabo mediante unas vigas o tirantes que restringen el movimiento relativo entre las dovelas (11).

- una etapa de apilado del subconjunto (4, 14) ensamblado sobre una sección de torre inmediatamente inferior, que comprende una etapa de posicionamiento en altura del subconjunto (4, 14).

Como por tolerancias de fabricación pueden existir diferencias entre dovelas (1, 11), la superficie superior resultante no siempre es plana ni horizontal. En una realización preferente, la etapa de posicionamiento en altura del subconjunto (4, 14) se lleva a cabo mediante la realización de una réplica de la superficie horizontal de la base de premontaje (2, 12) sobre la superficie superior de la sección de torre inmediatamente inferior previamente a la etapa de apilado del subconjunto ensamblado (4, 14), mediante unos calces colocados en tres puntos por subconjunto (4, 14) y/o dovela (1, 11), en unas posiciones angulares predeterminadas iguales para todas las secciones, donde dichos calces se fijan a las dovelas (1, 11), donde en esas mismas posiciones angulares donde se colocan los calces se colocan una cuñas de control de la verticalidad. Por tanto, la suma de la superficie horizontal definida por los calces más la de las cuñas permitirá replicar la posición lograda en la base de premontaje (2, 12), una vez estén apilados los subconjuntos (4, 14).

Alternativamente, cuando se apila el subconjunto (4, 14) se comprueba que el centro del subconjunto (4, 14) coincide con el eje vertical de la torre o de lo contrario se ajusta hasta que coincida. Posteriormente, se apila el otro subconjunto (4), para el caso de dos subconjuntos (4) por sección, o las dovelas restantes (11), y se aplica la siguiente etapa de control del posicionamiento relativo entre dovelas:

- una etapa de control del posicionamiento relativo entre dovelas posteriormente a la etapa de apilado de la sección que conforman y previamente al apilado de la sección inmediatamente superior mediante los elementos de control de posicionamiento (3, 13) dispuestos en la etapa de disposición de los elementos de control (3, 13) para controlar el posicionamiento relativo entre dovelas (1, 11) asegurando que las dovelas restantes (11) de la sección quedan posicionadas respecto al subconjunto (14) según la posición de referencia identificada mediante los elementos de control de posicionamiento relativo (3, 13), es decir, de la misma manera que en las bases de posicionamiento (2, 12), o bien que los subconjuntos (4) quedan posicionados entre sí de la misma manera que en las bases de posicionamiento (2).

El primero de los subconjuntos (4, 14) en ser apilado será el que incorpore un tramo de escalera necesario para acceder a la parte superior del subconjunto (4, 14) y con ello permitir retirar el enganche a una grúa con la que se lleva a cabo un izado de dicho subconjunto (4, 14).

Las etapas de ensamblaje y apilado del subconjunto ensamblado (4) se repiten tantas veces para cada una de las secciones que conforman la torre de hormigón como número de subconjuntos (4) presentes en la sección en caso de que esta sección este formada por subconjuntos (4) en los que se ha llevado a cabo la unión definitiva (6) entre dovelas (1) antes del apilado, tal y como se muestra en las Figuras 1 a 7, mientras que para el caso de un subconjunto (14) formado por al menos dos dovelas (11) enfrentadas diametralmente, es necesario llevar a cabo una etapa de apilado de cada una las dovelas (11) restantes de la sección que no forman parte del subconjunto (14) ensamblado sobre la sección de torre inmediatamente inferior.

Después de la etapa de apilado para cada uno de los subconjuntos de sección (4), el procedimiento comprende una etapa de fijación entre los subconjuntos de sección (4), para la realización mostrada en las Figuras 1 a 7, o entre el subconjunto (14) y las dovelas (11) restantes de la sección mediante la disposición de unos elementos de unión provisional (5, 15), de manera que se consigue dotar a la sección de una estabilidad adicional al menos hasta que se lleve a cabo la etapa de apilado de los subconjuntos ensamblados (4), o subconjuntos (14) y dovelas restantes (11), de una sección inmediatamente superior.

Dichos elementos de unión provisional (5, 15) entre subconjuntos (4), o subconjuntos (14) y dovelas restantes (11) pueden incluir unas orejetas y unos gatos hidráulicos dispuestos en zonas accesibles de los subconjuntos (4), o de los subconjuntos (14) y las dovelas restantes (11), al menos uno en la zona superior de la sección de manera que sea accesible desde la parte superior.

Después de la etapa de fijación realiza entre el subconjunto (14) de la sección y las dovelas (11) restantes de la sección mediante la disposición de unos elementos de unión provisional (15) para la realización mostrada en las Figuras 8 a 14, el procedimiento comprende una etapa de retirada de los medios de unión provisional (19) entre las dovelas (11) del subconjunto (14).

El procedimiento comprende además una etapa de ejecución de unas uniones definitivas (6, 16) entre subconjuntos (4), o entre subconjuntos (14) y dovelas restantes (11), que se lleva a cabo una vez que se ha llevado a cabo el apilado de todos los subconjuntos (4, 14) y dovelas (11) que conforman todas las secciones de la torre de hormigón y asegurando el adecuado posicionamiento entre todos ellos.

El procedimiento comprende además una etapa de unión provisional entre subconjuntos o dovelas restantes y la sección inferior de la torre de hormigón una vez que se ha llevado a cabo la etapa de apilado del subconjunto ensamblado.

Esta etapa de unión provisional se lleva a cabo mediante unas uniones provisionales que pueden ser ejecutadas mediante el amarre (20) en tres puntos de la superficie en contacto con la superficie inferior a la altura de la junta horizontal definida entre ellos o bien con puntales (21) llevados hasta la zona opuesta de la sección inferior.

De manera preferente, cada una de las secciones se encuentra escalonada angularmente con respecto a la sección inferior de manera que las uniones definitivas (6, 16) no tienen continuidad a lo largo de la torre, mejorando la estabilidad de la misma.

Dicha etapa de ejecución de las uniones definitivas (6, 16) entre subconjuntos (4), o entre subconjuntos (14) y dovelas restantes (11), comprende una etapa de realización de unas juntas verticales de hormigón. Para que el mortero empleado en las juntas verticales de hormigón quede confinado dentro de una cavidad cerrada, se disponen unos elementos sellantes premontados o unos elementos hinchables a lo largo de las juntas verticales de hormigón a modo de encofrado.

A su vez, para que el mortero no fluya hacia la junta horizontal entre secciones, unos tapes que sellan inferiormente las juntas verticales se disponen previamente al montaje de la sección superior.

Preferentemente, la etapa de ejecución de las uniones definitivas (6, 16) entre subconjuntos (4), o bien entre subconjuntos (14) y dovelas restantes (11) se lleva a cabo una vez que se ha llevado a cabo el montaje de una góndola (7) del aerogenerador.

Preferentemente, el procedimiento comprende además una etapa de ejecución de unas uniones definitivas (8, 18) entre secciones adyacentes que se lleva a cabo después de la etapa de ejecución de las uniones definitivas (6, 16) entre subconjuntos (4) o entre subconjuntos (14) y las dovelas restantes (11), y más preferentemente, la etapa de ejecución de las uniones definitivas (8, 18) entre secciones adyacentes se lleva a cabo desde la sección más alta

hasta la sección más baja de la torre, donde esta etapa de ejecución de unas uniones definitivas (8, 18) entre secciones adyacentes comprende una etapa de realización de unas juntas horizontales de hormigón.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica, que comprende las siguientes etapas:

- una etapa de colocación y posicionamiento de al menos un subconjunto (4, 14) de una sección de torre formado por al menos dos dovelas (1, 11) en una zona próxima a la base de la torre;
- una etapa de ensamblaje del subconjunto (4, 14) de la sección de torre mediante la unión de al menos dos dovelas (1, 11), de manera que el subconjunto ensamblado (4, 14) es autoestable;

caracterizado por que el procedimiento comprende además:

- una etapa de apilado del subconjunto ensamblado (4, 14) sobre una sección de torre inmediatamente inferior, donde al menos una dovela restante (1, 11) o al menos otro subconjunto ensamblado (4, 14) para completar la sección de torre están destinados a apilarse sobre la sección de torre inmediatamente inferior.

2.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el procedimiento comprende además:

- una etapa de apilado de al menos una dovela restante (1, 11) o de al menos otro subconjunto ensamblado (4, 14) de la sección de torre sobre la sección de torre inmediatamente inferior para completar la sección de torre.

3.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la etapa de colocación y posicionamiento de al menos un subconjunto (4, 14) de una sección de torre comprende las siguientes etapas previas a la etapa de ensamblaje del subconjunto (4, 14):

• una etapa de colocación, una a una, de todas las dovelas (1, 11) que conforman la sección de torre en la zona próxima a la base de la torre a nivel de suelo;

• una etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas (1, 11) que conforman la sección de torre en relación con las dovelas contiguas (1, 11) de manera que se aseguren las tolerancias dimensionales de la sección acabada.

4.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 3, **caracterizado por que** comprende, previamente a la etapa de apilado del subconjunto (4, 14) y posteriormente a la etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas (1, 11) que conforman la sección de torre:

• una etapa de disposición de unos elementos de control (3, 13) para controlar el posicionamiento relativo entre dovelas (1, 11) en zonas accesibles de dichas dovelas (1, 11) desde unas plataformas de la torre.

5.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la etapa de disposición de unos elementos de control (3, 13) para controlar el posicionamiento relativo entre dovelas (1, 11) lleva a cabo la identificación, previamente al apilado, de la posición de referencia de las dovelas restantes (11) de la sección que no forman parte del subconjunto (14) respecto a dicho subconjunto (14), o de la posición de referencia de subconjuntos (4) entre sí.

6.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 5, **caracterizado por que** comprende una etapa de control del posicionamiento relativo entre dovelas (1, 11) posteriormente a la etapa de apilado de la sección que conforman y previamente al apilado de la sección inmediatamente superior, donde se asegura que las dovelas restantes (11) quedan posicionadas respecto al subconjunto (14) según la posición de referencia identificada mediante los elementos de posicionamiento relativo (3, 13), es decir, de la misma manera que en la zona próxima a la base de la torre a nivel de suelo, o bien que los subconjuntos (4) quedan posicionados entre sí de la misma manera que en la zona próxima a la base de la torre a nivel de suelo.

7.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado por que** en la zona próxima a la base de la torre se disponen unas bases de premontaje (2, 12), donde se lleva a cabo la etapa de colocación y posicionamiento de al menos un subconjunto (4, 14) de una sección de torre formado por al menos dos dovelas (1, 11) y donde el procedimiento comprende:

- una etapa de preparación de las bases de premontaje (2, 12) donde se asegura la horizontalidad y planitud de dichas bases de premontaje (2) y que permite asegurar además la verticalidad y conicidad de la torre de hormigón antes de la etapa de colocación, una a una, de todas las dovelas (1, 11) que conforman la sección de torre en las bases de premontaje (2, 12).

8.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado por que** la etapa de colocación y posicionamiento de al menos un subconjunto (4, 14) de una sección de torre, comprende, entre la etapa de colocación, una a una, de todas las dovelas (1, 11) y la etapa de posicionamiento de cada una de las dovelas (1, 11):

- una etapa de obtención de la verticalidad y conicidad de la torre de hormigón en lo correspondiente a dicha sección, que a su vez comprende una etapa de certificación de la verticalidad de la torre que permite retocar las posiciones relativas entre dovelas (1, 11), y entre dovelas (1, 11) y bases de premontaje (2, 12).

9.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de apilado del subconjunto ensamblado (4, 14) sobre una sección de torre inmediatamente inferior comprende una etapa de posicionamiento en altura del subconjunto (4, 14).

10.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la etapa de posicionamiento en altura del subconjunto (4, 14) se lleva a cabo mediante la realización de una réplica de la superficie horizontal de la base de premontaje (2, 12) sobre la superficie superior de la sección de torre inmediatamente inferior previamente a la etapa de apilado del subconjunto ensamblado (4, 14), mediante unos calces colocados en tres puntos por subconjunto (4, 14) y/o dovela (1, 11), en unas posiciones angulares predeterminadas iguales para todas las secciones.

11.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la etapa de apilado del subconjunto ensamblado (4, 14) sobre una sección de torre inmediatamente inferior comprende una etapa de comprobación de la situación del centro del subconjunto (4, 14) para asegurar que coincida con el eje vertical de la torre o para ajustarlo hasta que coincida en caso contrario.

12.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según las reivindicaciones 2, 4, 7 y 11, **caracterizado por que** posteriormente otro subconjunto (4) o las dovelas restantes (11) se vuelven a posicionar mediante la etapa de control del posicionamiento relativo entre dovelas (1, 11) hasta que los elementos de control de posicionamiento relativo (3, 13) den como resultado la misma posición que en las bases de premontaje (2, 12).

13.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 12, **caracterizado por que** después de la etapa de apilado para cada uno de los subconjuntos (4) de la sección, el procedimiento comprende una etapa de fijación entre los subconjuntos (4) de la sección o entre el subconjunto (14) y las dovelas restantes (11) de la sección mediante la disposición de unos elementos de unión provisional (5, 15), de manera que se consigue dotar a la sección de una estabilidad adicional al menos hasta que se lleve a cabo la etapa de apilado de los subconjuntos (4), o de los subconjuntos (14) y las dovelas restantes (11), de una sección inmediatamente superior.

14.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 13, **caracterizado por que** comprende además una etapa de ejecución de unas uniones definitivas (6, 16) entre subconjuntos (4), o entre subconjuntos (14) y dovelas restantes (11), que se lleva a cabo una vez que se ha completado el apilado de todos los subconjuntos (4, 14) y dovelas (11) que conforman cada sección de la torre de hormigón.

15.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según la reivindicación 14, **caracterizado por que** la etapa de ejecución de las uniones definitivas (6, 16) entre subconjuntos (4), o entre subconjuntos (14) y dovelas restantes (11) se lleva a cabo una vez que se ha montado una góndola (7) del aerogenerador.

16.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de ensamblaje del subconjunto (4, 14) de la sección de torre mediante la unión de al menos dos dovelas (1, 11), de manera que el subconjunto ensamblado (4, 14) es autoestable, se lleva a cabo uniendo dos dovelas contiguas (1).

17.- Procedimiento de montaje de torres de hormigón de sección troncocónica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado por que** la etapa de ensamblaje del subconjunto (14) de la sección de torre mediante la unión de al menos dos dovelas (11), de manera que el subconjunto ensamblado (14) es autoestable, se lleva a cabo uniendo dos dovelas (11) diametralmente enfrentadas.

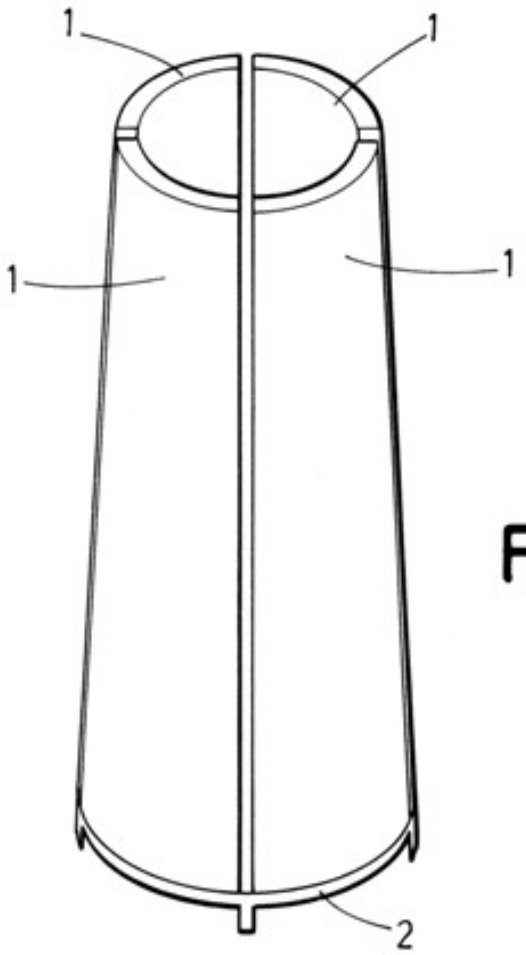

FIG.1

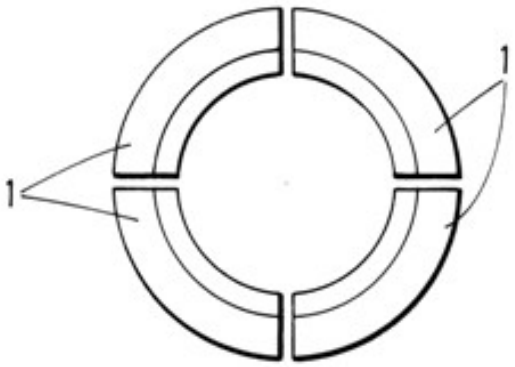

FIG.2

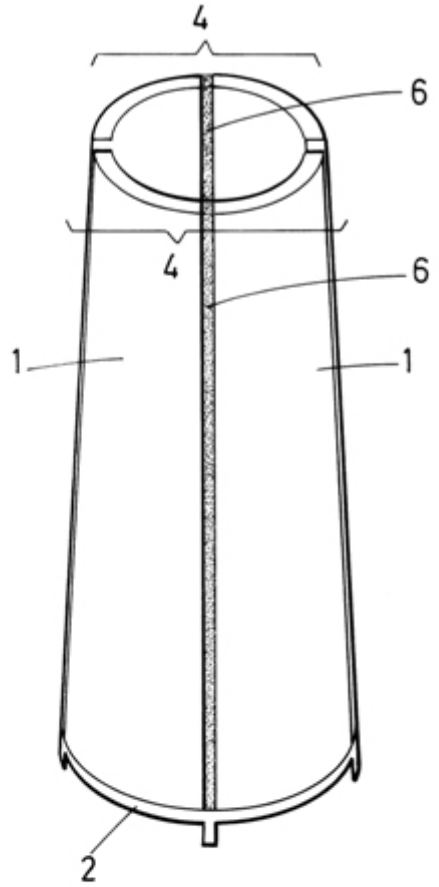

FIG.3

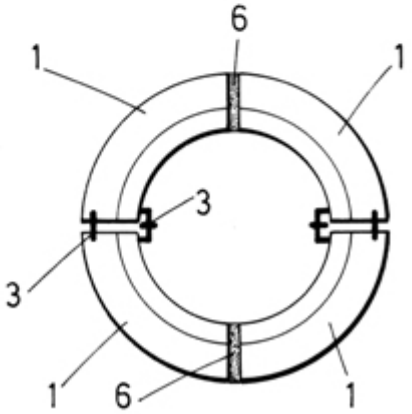

FIG.4

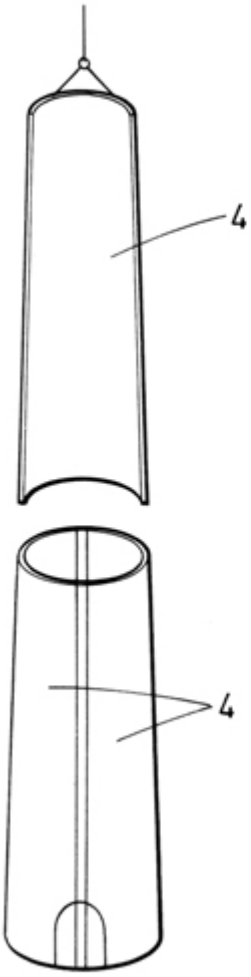

FIG.5

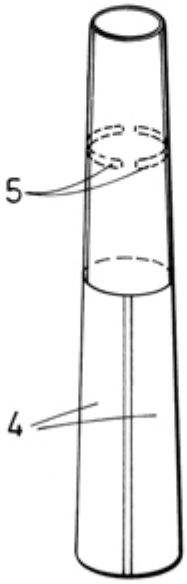

FIG.6

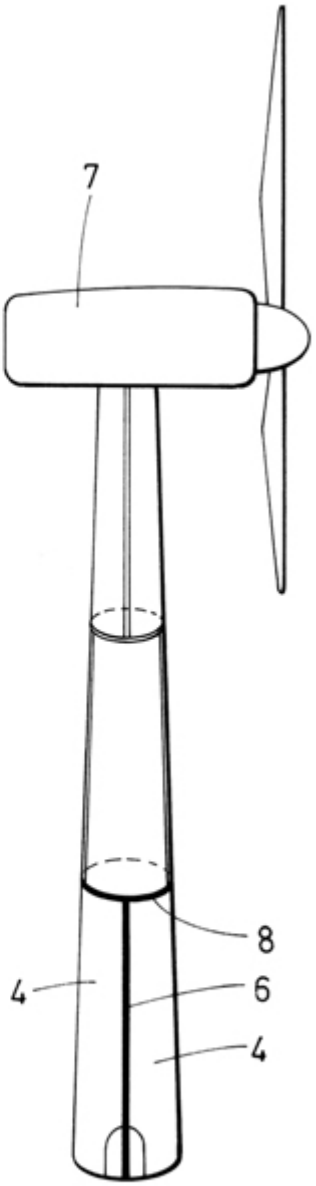

FIG.7

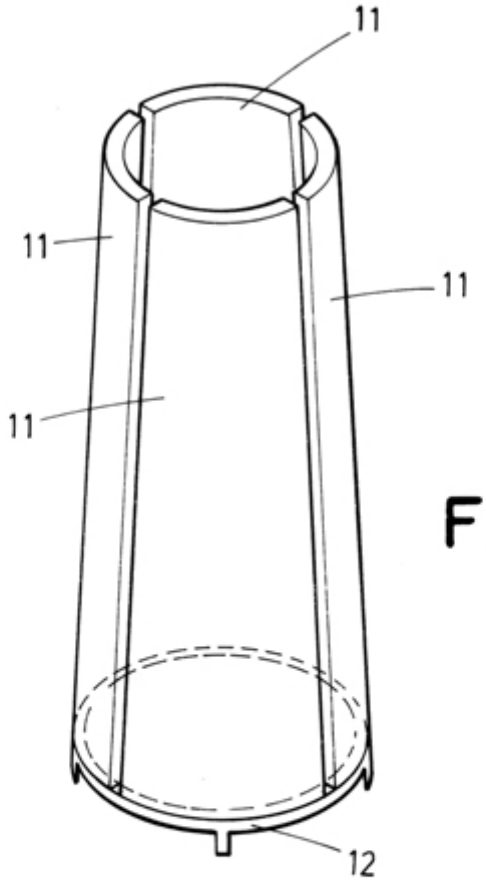

FIG.8

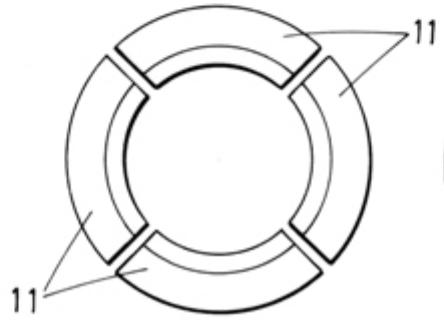

FIG.9

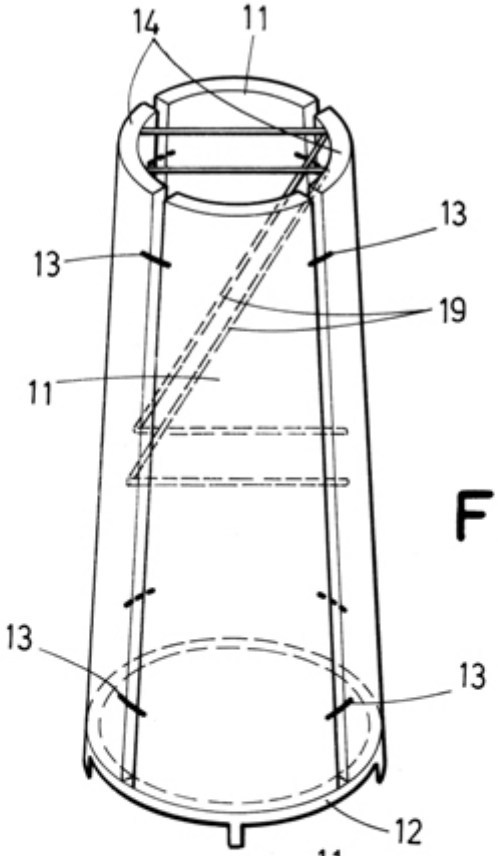

FIG.10

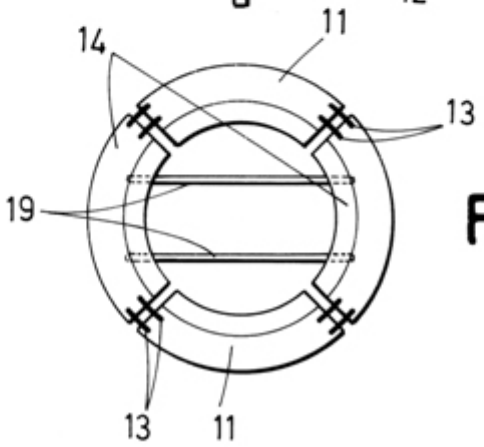

FIG.11

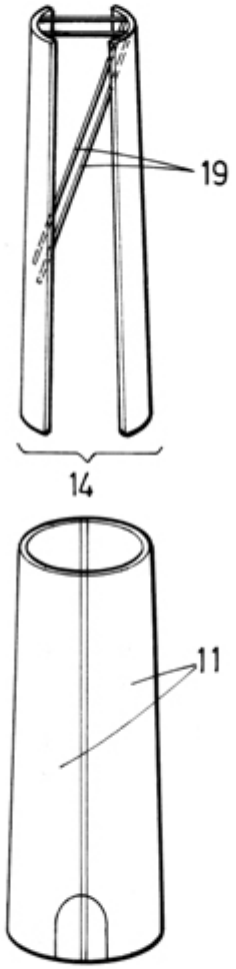

FIG.12

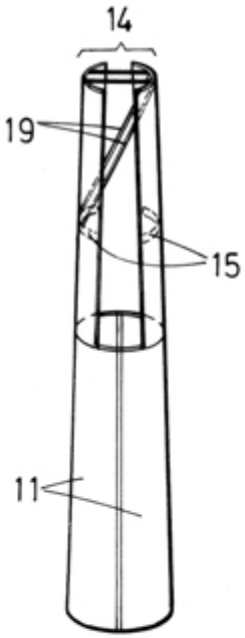

FIG.13

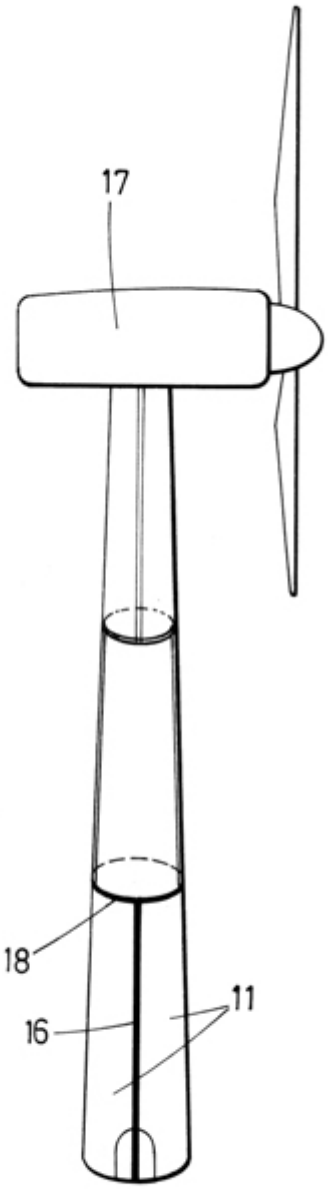

FIG.14

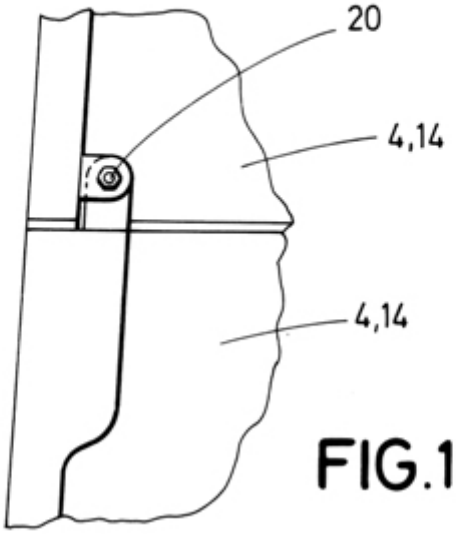

FIG.15

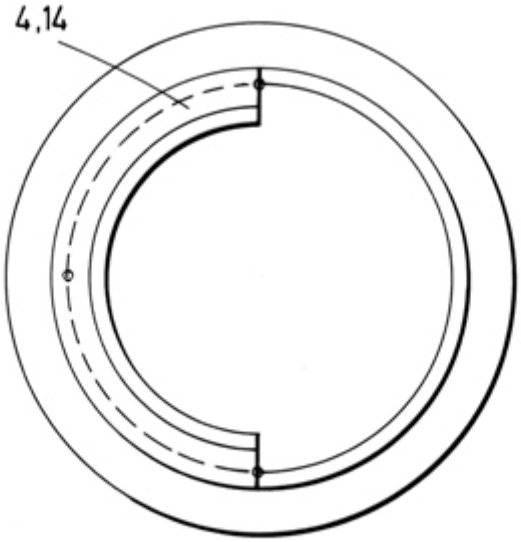

FIG.16

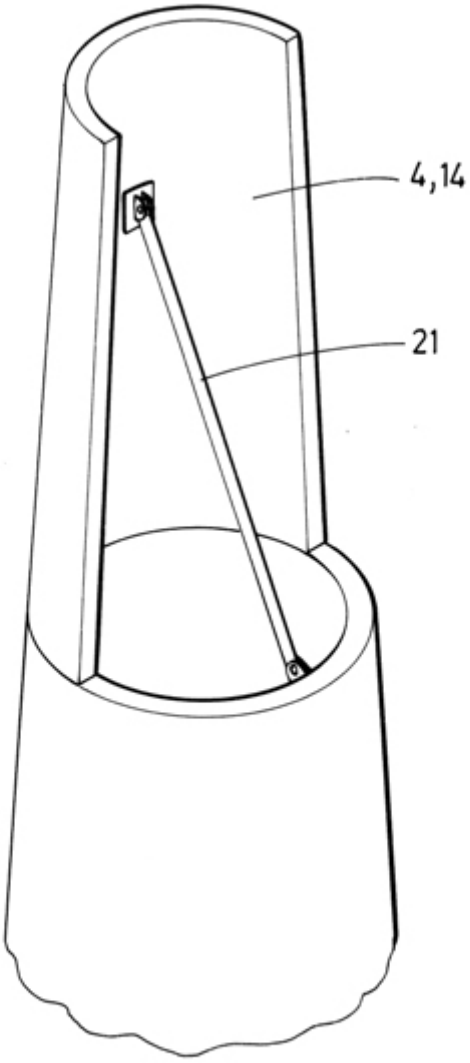

FIG.17