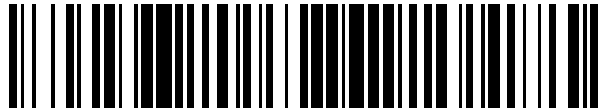


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 538**

51 Int. Cl.:

**E02D 27/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2012 E 12183568 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2570555**

54 Título: **Sección de base de torre de turbina eólica, turbina eólica y sistema de montaje de torre**

30 Prioridad:

**16.09.2011 US 201113234341**

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

**26.05.2015**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)**

**1 River Road  
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**KARACA, HUESEYIN;  
GEVERS, WILLIAM y  
KRISTEVA, NINA**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 536 538 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**

Sección de base de torre de turbina eólica, turbina eólica y sistema de montaje de torre

5 La materia objeto descrita en el presente documento se refiere, en general, a una sección de base de torre y una turbina eólica y, más en particular, a una sección de base de torre de una turbina eólica y un sistema para montar una torre en un basamento.

10 Varias instalaciones técnicas requieren una torre o un mástil para transferir las reacciones de las cargas laterales y gravitatorias al basamento de soporte. Las turbinas eólicas, las torres de antenas usadas en la radiodifusión o las telecomunicaciones móviles, los pilones usados en las obras de puentes y los postes de electricidad son ejemplos no limitantes de tales instalaciones. Normalmente, la torre se fabrica de acero y tiene que conectarse a un basamento fabricado de hormigón armado. La solución técnica habitual es proporcionar una denominada brida en forma de T con agujeros pasantes en la parte inferior de la sección de base de torre. Unos pernos de anclaje se insertan en los agujeros pasantes y se sujetan con el fin de conectar la sección de base de torre al basamento.

Una base de torre de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce a partir del documento EP 1849920 A2.

15 Al menos algunas turbinas eólicas conocidas incluyen una torre y una barquilla montada en la torre. Un rotor se monta de manera rotatoria en la barquilla y se acopla a un generador por un eje. Una pluralidad de palas se extiende desde el rotor. Las palas se orientan de tal manera que el viento que pasa a través de las palas hace girar el rotor y hace rotar el eje, accionando de este modo el generador para generar electricidad.

20 La sección de torre más baja, también denominada a continuación sección de base de torre, de la torre de turbina eólica está sujeta al basamento (por ejemplo, una losa de hormigón u otro basamento adecuado). La sección de base de torre puede formarse en el extremo inferior como una brida en forma de T invertida con unos agujeros pasantes internos y externos para pernos de anclaje conectados a un anillo de anclaje incrustado en el basamento. Las dimensiones transversales de cada sección de torre, y en particular de la sección de base, deben dimensionarse para soportar todas las cargas operativas y ambientales de diseño (viento, actividad sísmica, hielo, nieve, etc.) y transferirlas a la estructura de basamento de soporte. Las magnitudes de las fuerzas de diseño podrían superar los 2000 kN actuando hacia abajo y los 500 kN/150 kN en el plano lateral en la base de la torre en dos direcciones ortogonales simultáneamente. A medida que las torres de turbina eólica se han hecho más altas, las dimensiones transversales de la sección de base de torre, incluyendo la brida en forma de T, se han hecho cada vez más grandes, presentando dificultades en el transporte terrestre, por ejemplo, por camión o ferrocarril, debido a las limitaciones de tamaño de las carreteras, puentes y túneles a través de los que estas secciones deben pasar en ruta hacia su destino de montaje.

35 Como alternativa, puede usarse un anillo de base de torre continuo entre la sección de torre más baja tubular y el basamento. Dos filas de pernos de anclaje, que se distribuyen circunferencialmente en una brida en forma de T invertida del anillo de base de torre, se conectan al anillo de anclaje incrustado en el basamento. Las fuerzas más altas pueden transferirse de manera segura entre la torre y el basamento aumentando el diámetro del anillo de base de torre, lo que lleva a los mismos desafíos de transporte. El diámetro máximo transportable en posición horizontal está limitado en muchos países, por ejemplo a 4,3 m en Europa y a 4,556 m en los Estados Unidos, debido a restricciones de transporte y logística. En consecuencia, a menudo se requiere un transporte vertical del anillo de base de torre con alturas habituales de aproximadamente 1 m. Esto aumenta los costes de transporte.

40 En vista de lo anterior, existe un deseo de secciones de base de torre y adaptadores de torre que permitan un transporte terrestre rentable y el montaje de las secciones de base de torre con grandes dimensiones transversales.

45 En un aspecto de acuerdo con la presente invención, se proporciona una sección de base de torre de un dispositivo de turbina eólica. La sección de base de torre incluye una pared lateral tubular y una parte de brida que está configurada como una brida en forma de T. La parte de brida incluye una parte interna y una parte externa. La parte interna se extiende radialmente hacia dentro desde la pared lateral tubular hasta una primera longitud. La parte externa se extiende radialmente hacia fuera desde la pared lateral tubular hasta una segunda longitud. La primera longitud es mayor que la segunda longitud.

50 En otro aspecto, se proporciona una turbina eólica. La turbina eólica incluye una sección de base de torre y un adaptador. La sección de base de torre incluye una pared lateral tubular y una parte de brida. La parte de brida tiene un radio interno y un radio externo y está configurada como una brida en forma de T. La pared lateral tubular se localiza más cerca del radio externo que del radio interno. El adaptador está dispuesto en el exterior de la pared lateral tubular e incluye un reborde que presiona desde arriba sobre la parte de brida.

55 En otro aspecto más, se proporciona un sistema para montar una torre en un basamento. El sistema incluye una sección de base de torre que tiene en un extremo inferior una brida en forma de T con una parte externa. El sistema incluye además al menos un adaptador que tiene un cuerpo con un agujero pasante para un perno de anclaje, una primera superficie inferior y una segunda superficie inferior. La primera superficie inferior está configurada para disponerse en la parte externa de la brida en forma de T. La segunda superficie inferior está, en la dirección del

agujero pasante, dispuesta por debajo de la primera superficie inferior y configurada para disponerse en el basamento.

Diversos aspectos, ventajas y características de la presente invención son evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes, la descripción y los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La Figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina 10 eólica ejemplar.  
 La Figura 2 ilustra, en una sección transversal vertical, una sección de base de torre de acuerdo con una realización.  
 La Figura 3 ilustra, en una sección transversal vertical, una sección de base de torre de acuerdo con otra realización.
- 10 La Figura 4 ilustra, en una sección transversal vertical, un adaptador de torre de acuerdo con una realización.  
 La Figura 5 ilustra, en una sección transversal vertical, un adaptador de torre de acuerdo con otra realización.  
 La Figura 6 ilustra, en una sección transversal vertical, una sección de base de torre que incluye su basamento de acuerdo con una realización.  
 La Figura 7 ilustra, en una vista en planta, una sección de base de torre y un basamento de acuerdo con una realización.
- 15 La Figura 8 ilustra, en una sección transversal vertical, un adaptador de torre de acuerdo con otra realización.  
 La Figura 9 ilustra, en una sección transversal vertical, una sección de base de torre y un basamento de acuerdo con una realización.  
 La Figura 10 ilustra, en una sección transversal vertical, una sección de base de torre y un basamento de acuerdo aún con una realización.
- 20 Las Figuras 11 a 16 ilustran un procedimiento para formar un basamento de torre, un sistema de anclaje, y una colocación de base de torre de acuerdo con las realizaciones.  
 La Figura 17 ilustra un diagrama de flujo para formar un basamento de torre, un sistema de anclaje, y una colocación de base de torre de acuerdo con las realizaciones.

25 Ahora se hará referencia en detalle a las diversas realizaciones, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en cada figura. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación y no pretende ser una limitación. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden usarse en o junto con otras realizaciones para producir aún más realizaciones. Se pretende que la presente divulgación incluya tales modificaciones y variaciones.

30 Las realizaciones descritas en el presente documento incluyen una sección de base de torre de una turbina eólica, en particular con una gran dimensión transversal, un adaptador para sujetar la sección de base de torre a un basamento, y una turbina eólica respectiva. El adaptador permite la sustitución de un gran anillo de base de torre y, por lo tanto, un transporte terrestre más rentable de los componentes al lugar de levantamiento de la turbina eólica. Además, el diámetro externo del adaptador montado puede aumentarse en comparación con el diámetro externo del anillo de base de torre. De este modo, puede reducirse el esfuerzo de la lechada y el esfuerzo del hormigón del basamento.

35 Sin embargo, debe entenderse que la presente invención no se limita o se restringe a turbinas eólicas, sino que también puede aplicarse a estructuras de torre usadas en otros campos técnicos. En particular, las diversas realizaciones de la presente invención también pueden aplicarse a las torres de antenas usadas en la radiodifusión o las telecomunicaciones móviles o a los pilones usados en las obras de puentes. Por lo tanto, aunque los aspectos de la invención se ejemplificarán con referencia a una turbina eólica, el ámbito de la presente invención no debe limitarse a la misma.

40 Tal como se usa en el presente documento, el término "pala" pretende ser representativo de cualquier dispositivo que proporciona una fuerza reactiva cuando está en movimiento en relación con un fluido circundante. Tal como se usa en el presente documento, el término "turbina eólica" pretende ser representativo de cualquier dispositivo que convierte la energía eólica en energía rotatoria y, más específicamente, que convierte la energía cinética del viento en energía mecánica. Tal como se usa en el presente documento, el término "generador eólico" pretende ser representativo de cualquier turbina eólica que genera energía eléctrica a partir de la energía rotatoria generada a partir de energía eólica y, más específicamente, que convierte la energía mecánica convertida a partir de la energía cinética del viento en energía eléctrica.

45 La Figura 1 es una vista en perspectiva de una turbina 10 eólica ejemplar. En la realización ejemplar, la turbina 10 eólica es una turbina eólica de eje horizontal. Como alternativa, la turbina 10 eólica puede ser una turbina eólica de eje vertical. En la realización ejemplar, la turbina 10 eólica incluye una torre 12 que se extiende desde un basamento 100, una barquilla 16 montada en la torre 12, y un rotor 18 que está acoplado a la barquilla 16. Normalmente, la

50 La turbina 10 eólica es una turbina eólica en tierra. La mayor parte del basamento 100 está dispuesto normalmente en un suelo 14. La torre 12 se fija mediante unos pernos 110, 111 de anclaje que se extienden en una placa 104 de anclaje que está incrustada en el basamento 100. Normalmente, los pernos 110 de anclaje y los pernos 111 de anclaje están dispuestos, respectivamente, en un anillo externo y un anillo interno. El basamento 100 tiene que ser lo suficientemente grande como para resistir las fuerzas que actúan sobre la turbina 10 eólica durante el

funcionamiento y/o las condiciones de viento de carga alta cuando la turbina 10 está desconectada.

La barquilla 16 también incluye al menos un mástil 58 meteorológico que incluye una veleta y un anemómetro (ninguno mostrado en la Figura 1). El rotor 18 incluye un buje 20 rotatorio y al menos una pala 22 de rotor acoplada a, y que se extiende hacia fuera de, el buje 20. En la realización ejemplar, el rotor 18 tiene tres palas 22 de rotor. En una realización alternativa, el rotor 18 incluye más o menos de tres palas 22 de rotor. En la realización ejemplar, la torre 12 se fabrica a partir de acero tubular para definir una cavidad (no mostrada en la Figura 1) entre el basamento 100 y la barquilla 16. En una realización alternativa, la torre 12 es cualquier tipo adecuado de torre que tenga cualquier altura adecuada.

Las palas 22 de rotor se espacian alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 para permitir que la energía cinética se transfiera a partir del viento en energía mecánica útil y, posteriormente, en energía eléctrica. Las palas 22 de rotor se ajustan al buje 20 acoplando una parte 24 de raíz de pala al buje 20 en una pluralidad de zonas 26 de transferencia de cargas. Las zonas 26 de transferencia de cargas tienen una zona de transferencia de cargas de buje y una zona de transferencia de cargas de pala (ninguna de las dos mostrada en la Figura 1). Las cargas inducidas en las palas 22 de rotor se transfieren al buje 20 a través de las zonas 26 de transferencia de cargas.

En una realización, las palas 22 de rotor tienen una longitud que varía de aproximadamente 15 metros (m) a aproximadamente 90 m. Como alternativa, las palas 22 de rotor pueden tener cualquier longitud adecuada que permita que la turbina 10 eólica funcione como se describe en el presente documento. Por ejemplo, otros ejemplos no limitantes de longitudes de pala incluyen 10 m o menos, 20 m, 37 m, o una longitud que es mayor de 90 m. Cuando el viento golpea las palas 22 de rotor desde una dirección 28, se hace rotar el rotor 18 alrededor de un eje 30 de rotación. Cuando las palas 22 de rotor se hacen rotar y se someten a fuerzas centrífugas, las palas 22 de rotor también se someten a diversas fuerzas y momentos. Como tal, las palas 22 de rotor pueden desviarse y/o rotar desde una posición neutra, o no desviada, a una posición desviada.

Además, un ángulo de paso o paso de pala de las palas 22 de rotor, es decir, un ángulo que determina una perspectiva de las palas 22 de rotor con respecto a la dirección 28 del viento, puede cambiarse por un sistema 32 de ajuste de paso para controlar la carga y la energía generada por la turbina 10 eólica ajustando una posición angular de al menos una pala 22 de rotor en relación con los vectores de viento. Se muestran unos ejes 34 de paso para las palas 22 de rotor. Durante el funcionamiento de la turbina 10 eólica, el sistema 32 de ajuste de paso puede cambiar un paso de pala de las palas 22 de rotor, de manera que las palas 22 de rotor se mueven a una posición en banderola, de manera que la perspectiva de al menos una pala 22 de rotor en relación con los vectores de viento proporciona un área de superficie mínima de la pala 22 de rotor que se orienta hacia los vectores de viento, lo que facilita la reducción de una velocidad rotatoria del rotor 18 y/o facilita una pérdida del rotor 18.

En la realización ejemplar, un paso de pala de cada pala 22 de rotor se controla individualmente por un sistema 36 de control. Como alternativa, el paso de pala para todas las palas 22 de rotor puede controlarse simultáneamente por el sistema 36 de control. Además, en la realización ejemplar, cuando cambia la dirección 28, una dirección de guiñada de la barquilla 16 puede controlarse alrededor de un eje 38 de guiñada para colocar las palas 22 de rotor con respecto a la dirección 28.

En la realización ejemplar, el sistema 36 de control se muestra centrado dentro de la barquilla 16, sin embargo, el sistema 36 de control puede ser un sistema distribuido a todo lo largo de la turbina 10 eólica, en el sistema 14 de soporte, dentro de un parque eólico, y/o en un centro de control remoto. El sistema 36 de control incluye un procesador 40 configurado para realizar los procedimientos y/o las etapas descritos en el presente documento. Además, muchos de los otros componentes descritos en el presente documento incluyen un procesador. Tal como se usa en el presente documento, el término "procesador" no se limita a los circuitos integrados denominados ordenador en la técnica, sino que, en general, se refiere a un controlador, un microcontrolador, un microordenador, un controlador lógico programable (PLC), un circuito integrado de aplicación específica, y otros circuitos programables, y estas expresiones se usan indistintamente en el presente documento. Debe entenderse que un procesador y/o un sistema de control también pueden incluir memoria, canales de entrada, y/o canales de salida.

La Figura 2 ilustra una sección transversal vertical de una sección 23 de base de torre de acuerdo con una realización. La sección 23 de base de torre tiene una pared 231 lateral tubular que se extiende hacia un extremo 243 superior. En la realización ejemplar, la pared 231 lateral tubular se forma como un cilindro hueco que tiene una superficie 241 interna y una superficie 242 externa y un eje 38 central. El eje 38 central define una dirección 38 axial y una dirección 238 radial que es ortogonal a la dirección 38 axial. Una extensión axial de la sección 23 de base de torre puede ser relativamente grande, variando normalmente de aproximadamente 10 m a aproximadamente 20 m. En consecuencia, la sección 23 de base de torre se transporta normalmente en una posición horizontal para cumplir con el gálibo de los puentes y otras limitaciones del transporte terrestre.

Como parte de una turbina eólica, la sección 23 de base de torre forma una sección más baja o inferior de una torre de turbina eólica que soporta una barquilla. En esta realización, el eje 38 central forma normalmente un eje de guiñada de la turbina eólica. La sección 23 de base de torre puede incluir una puerta (no ilustrada en la Figura 2) para acceder a la turbina eólica y también puede, por lo tanto, denominarse sección de puerta. El extremo 243 superior se forma normalmente como una brida en forma de L dirigida radialmente hacia dentro (no ilustrada en la

Figura 2) en la que puede montarse una sección de torre adicional.

De acuerdo con una realización, la sección 23 de base de torre se forma como una brida 230 en forma de T en un extremo inferior que es opuesto al extremo 243 superior. La brida 230 en forma de T está formada por la parte más baja de la pared 231 lateral tubular y una parte 213 de brida normalmente en forma de anillo. La parte 213 de brida incluye una parte 232 interna y una parte 233 externa. La parte 232 interna se extiende radialmente hacia dentro desde la pared 231 lateral tubular y la superficie 241 interna, respectivamente, hasta una primera longitud 234. La parte 233 externa se extiende radialmente hacia fuera desde la pared 231 lateral tubular y la superficie 242 externa, respectivamente, hasta una segunda longitud 235. La primera longitud 234 es más grande que la segunda longitud 235. Normalmente, la primera longitud 234 es al menos aproximadamente 1,5 veces más grande, más habitualmente al menos aproximadamente 2,5 veces más grande, que la segunda longitud 235. De este modo, un diámetro 250 externo de la sección 23 de base de torre solo es ligeramente mayor que un diámetro 251 externo de la pared 231 lateral tubular, por ejemplo aproximadamente hasta 0,1 m o hasta 0,2 m. Esto corresponde a un intervalo de tamaño de la segunda longitud 235 de aproximadamente 5 cm a aproximadamente 10 cm. En consecuencia, se facilita el transporte horizontal de la sección 23 de base de torre.

Puesto que el diámetro 250 externo de la parte 213 de brida para el transporte horizontal se limita a 4,556 m y 4,3 m en los Estados Unidos y Europa, respectivamente, esto es especialmente importante para realizaciones en las que la sección 23 de base de torre está configurada para soportar cargas de más de aproximadamente 2000 kN. Normalmente, la reducción del tamaño de la parte 233 externa de brida se compensa aumentando la parte 232 interna de brida.

Por razones de estabilidad, la sección 23 de base de torre se fabrica normalmente de acero para la aplicación de turbina eólica.

De acuerdo con una realización, solo la parte 232 interna de la parte 213 de brida incluye los agujeros 239 pasantes para los pernos de anclaje. Los agujeros 239 pasantes se extienden sustancialmente paralelos a la pared 231 lateral tubular y la dirección 38 axial, respectivamente. Normalmente, se forma un anillo interno de agujeros 239 pasantes a través de la parte 232 interna para sujetar la sección 23 de base de torre a un basamento (no ilustrado en la Figura 2) a través de pernos de anclaje. Si es necesario, pueden formarse más anillos internos de agujeros 239 pasantes a través de la parte 232 interna.

Diferente a la misma, la parte 233 externa es normalmente monolítica sin ningún agujero pasante. En consecuencia, se garantiza una alta resistencia mecánica de la parte 233 externa y una conexión entre la parte 233 externa y la pared 231 lateral tubular. Esto permite la aplicación de grandes fuerzas sobre una superficie 93 superior de la parte 233 externa. En consecuencia, la sección 23 de base de torre puede sujetarse adicionalmente o incluso solamente al basamento ejerciendo una fuerza de fijación lo suficientemente grande sobre la superficie 93 superior. Por ejemplo, una superficie inferior de un adaptador puede presionarse circunferencialmente sobre la superficie 93 superior. Como se explicará con más detalle a continuación, esto puede lograrse fijando el adaptador mediante tuercas a un anillo externo de pernos de anclaje sujetos al basamento.

La Figura 3 ilustra una realización adicional de la sección 23 de base de torre en una vista en sección transversal. La parte 213 de brida normalmente en forma de anillo de la brida 230 en forma de T se extiende desde un radio 236 interno hasta un radio 240 externo, de manera que la pared 231 lateral tubular se localiza más cerca del radio 240 externo que del radio 236 interno. Por ejemplo, un radio 237 principal de una pared 231 lateral tubular simétrica normalmente de manera radial puede ser mayor, por ejemplo de aproximadamente 10 cm a aproximadamente 20 cm, que la mitad de la suma del radio 240 externo y el radio 236 interno. De este modo, el diámetro 250 externo de la sección 23 de base de torre solo es ligeramente mayor que un diámetro externo de la pared 231 lateral tubular, lo que facilita el transporte horizontal de la sección 23 de base de torre.

La Figura 4 ilustra una sección transversal vertical de un adaptador 29 para sujetar una sección de base de torre, como se ha explicado con referencia a las Figuras 2 y 3, a un basamento (no ilustrado en la Figura 4) de acuerdo con una realización. El adaptador 29, también denominado a continuación adaptador de torre, tiene un cuerpo 290 con una parte 209 de sujeción y una parte 291 de retención.

De acuerdo con una realización, la parte 291 de retención se forma como un reborde que está formado de tal manera que el reborde puede disponerse en una parte externa de un brida en forma de T que forma un extremo inferior de la sección de base de torre como se ha explicado con referencia a las Figuras 2 y 3. Al menos un agujero 299 pasante para un perno de anclaje se extiende a través de la parte 209 de sujeción. En consecuencia, el adaptador 29 de torre puede usarse para sujetar la sección de base de torre al basamento. De este modo, no se necesita ningún anillo de base de torre para levantar una torre de turbina eólica. Por lo tanto, pueden ahorrarse costes de producción y de transporte. Además, puede disminuirse el tiempo de levantamiento, puesto que se reduce normalmente el número de pares de bridas que se enroscan entre sí.

Normalmente, el reborde 291 tiene una primera superficie 91 inferior, por ejemplo una superficie plana que puede disponerse sobre una superficie superior respectiva de la parte externa de la brida en forma de T. Una segunda superficie 92 inferior está, en la dirección del agujero pasante 299, dispuesta por debajo de la primera superficie 91

inferior y configurada para disponerse en el basamento. Durante y/o después de sujetar la parte 209 mediante tuercas a los pernos de anclaje, la primera superficie 91 inferior presiona normalmente sobre la superficie inferior de la parte externa. En consecuencia, la brida en forma de T y, por lo tanto, la sección de base de torre se fijan al basamento. Por lo tanto, la parte 291 de retención también se denomina a continuación parte de fijación.

5 De acuerdo con una realización, el adaptador 29 de torre tiene forma de anillo o forma de segmento anular. Normalmente, tanto la parte 209 de sujeción como la parte 291 de fijación tienen forma de anillo o forma de segmento anular, por ejemplo una forma de anillo circular o de segmento anular circular. En consecuencia, un adaptador de torre en forma de anillo monolítico o un adaptador segmentado de dos o más adaptadores de torre en forma de segmento anular pueden disponerse circunferencialmente alrededor de y presionar sobre una parte  
10 externa en forma de anillo de la brida en forma de T. De este modo, puede proporcionarse una fijación uniforme de la sección de base de torre.

Por ejemplo, el adaptador 29 de torre puede tener un primer radio 292, un segundo radio 293, que es mayor que el primer radio 292, y un radio 294 externo que es mayor que el segundo radio 293. Cuando el adaptador 29 de torre tiene forma de segmento anular, el primer radio 292, el segundo radio 293 y el radio 294 externo solo forman  
15 normalmente radios de curvatura. La diferencia entre el segundo radio 293 y el primer radio 292 determina la extensión de la superficie 92 inferior en la dirección 238 radial y de una parte que sobresale radialmente hacia dentro de la parte 291 de fijación, respectivamente. Normalmente, la diferencia entre el segundo radio 293 y el primer radio 292 varía de aproximadamente 5 cm a aproximadamente 25 cm, más habitualmente de aproximadamente 10 cm a aproximadamente 20 cm. La diferencia entre el radio 294 externo y el segundo radio 293 normalmente varía de  
20 aproximadamente 20 cm a aproximadamente 40 cm, más habitualmente de aproximadamente 25 cm a aproximadamente 35 cm.

El radio 294 externo puede ser mayor que aproximadamente 2,15 m y 2,27 m en Europa y Estados Unidos, respectivamente. Con estas dimensiones, un adaptador 29 de torre monolítico permite normalmente un transporte no horizontal en las carreteras de muchos países. Sin embargo, puesto que la dimensión 279 del adaptador 29 de  
25 torre en la dirección 38 axial y la longitud de los agujeros 299 pasantes, respectivamente, está por debajo de los límites verticales de transporte terrestre, normalmente por debajo de 0,5 m, más habitualmente por debajo de 0,25 m, o incluso por debajo de 0,15 m, se reducen los costes de transporte en comparación con los anillos de base de torre de igual tamaño radial.

Además, el uso de dos o más segmentos de adaptadores de torre en forma de segmento anular permite el transporte horizontal incluso para radios 294 de curvatura externos sustancialmente mayores. De este modo, puede aumentarse el diámetro de un anillo externo de pernos de anclaje y la superficie de contacto entre la parte 209 de sujeción de adaptador de torre montado y el basamento. Esto facilita la reducción del esfuerzo mecánico.

Debe entenderse, sin embargo, que la forma del adaptador 29 de torre también puede adaptarse a secciones transversales distintas de las circulares, por ejemplo hexagonales, de la sección de base de torre y la brida en forma  
35 de T, respectivamente.

Por razones de estabilidad, el adaptador 29 de torre está formado normalmente de acero. Otros materiales adecuados también pueden usarse para fabricar el adaptador 29 de torre. Se entiende, sin embargo, que pueden usarse otras técnicas y procedimientos de fabricación adecuados para fabricar el adaptador 29 de torre.

Para garantizar una estabilidad mecánica suficientemente alta en un peso razonable, la altura 792 mínima para la parte 291 de retención tiene, en la dirección 38, es decir, en una dirección que es sustancialmente paralela al agujero 299 pasante, una altura 792 mínima que está en un intervalo de aproximadamente 2 cm a aproximadamente  
40 25 cm, más habitualmente en un intervalo de aproximadamente 5 cm a aproximadamente 20 cm, incluso más habitualmente en un intervalo de aproximadamente 7 cm a aproximadamente 10 cm.

La Figura 5 ilustra otra realización de un adaptador 29 de torre en una vista en sección transversal. En la realización ejemplar, el adaptador 29 de torre tiene un cuerpo 290 sustancialmente en forma de anillo o en forma de segmento anular con un radio 294 externo que supera un radio externo máximo de una brida en forma de T de una sección de base de torre alrededor de la que puede disponerse el adaptador 29 de torre. Un saliente 219 se extiende radialmente hacia dentro de tal manera que se forma un reborde 291 con una superficie 92 inferior que puede aplicarse a una superficie superior de una parte externa de la brida en forma de T para fijar la sección de base de  
45 torre a un basamento.

Normalmente, el reborde 291 tiene, en una dirección 38 que es sustancialmente paralela a un agujero 299 pasante formado a través de una parte 209 de sujeción que se extiende radialmente hacia fuera del cuerpo 209, una altura 297 de escalón que es ligeramente menor, por ejemplo unos pocos mm hasta aproximadamente 1 cm, que la parte externa de la brida en forma de T en esta dirección. En consecuencia, pueden aplicarse altas fuerzas de fijación a la  
55 brida en forma de T.

En la realización ejemplar, dos agujeros 299 pasantes radialmente separados se extienden a través de la segunda superficie 92 inferior de cada una de las partes ilustradas del adaptador 29 de torre. En consecuencia, pueden aplicarse altas fuerzas de fijación a la sección de base de torre.

La Figura 6 ilustra una sección transversal vertical de un sistema para montar una torre en un basamento de acuerdo con una realización. Normalmente, el sistema corresponde a una parte inferior de una turbina 102 eólica que incluye su basamento 200. Una sección 23 de base de torre, normalmente una sección de base de torre como se ha explicado con referencia a las Figuras 2 y 3, se sujeta usando un adaptador 29 de torre, normalmente un adaptador de torre como se ha explicado con referencia a las Figuras 4 y 5, al basamento 200. La sección 23 de base de torre incluye una pared 231 lateral tubular que define una dirección 38 axial. Además, la sección 23 de base de torre incluye una parte de brida para formar una brida en forma de T invertida en la parte más baja de la sección 23 de base de torre. La parte de brida se extiende radialmente entre un radio 236 interno y un radio 240 externo. La pared 231 lateral tubular se localiza más cerca del radio 240 externo que del radio 236 interno. El adaptador 29 de torre está dispuesto en el exterior de la pared 231 lateral tubular y presiona con una parte de fijación formada como un reborde y un saliente dispuesto radialmente hacia dentro, respectivamente, desde arriba sobre una parte externa de la parte de brida.

Normalmente, se forma al menos un agujero 299 pasante vertical a través del adaptador 29 de torre en una parte de sujeción. El al menos un agujero 299 pasante vertical está, en una dirección 238 radial, separado del reborde y el saliente dispuesto radialmente hacia dentro, respectivamente. El adaptador 29 de torre se sujeta con pernos 210 de anclaje que se extienden a través de los agujeros pasantes respectivos en un cuerpo 201 de basamento dispuesto por debajo de la sección 23 de base de torre. Normalmente, las tuercas 273 se usan para fijar el adaptador 29 de torre a los pernos 210 de anclaje. Para una carga mecánica nominal determinada de la torre y la sección 23 de base de torre, respectivamente, puede elegirse un radio 240 externo más grande que un radio externo máximo de un anillo de base de torre sin aumentar los costes de transporte. En consecuencia, pueden aumentarse el diámetro de un anillo externo de pernos 210 de anclaje y la superficie de contacto entre el adaptador 29 de torre y el basamento 200. Esto reduce normalmente el esfuerzo mecánico en el basamento 200 y también aumenta la estabilidad del conjunto de torre-basamento. Por ejemplo, un diámetro del anillo externo de pernos de anclaje es mayor que aproximadamente 4,25 m o incluso mayor que aproximadamente 4,5 m.

Además, la sección 23 de base de torre se fija normalmente mediante unas tuercas 274 a los pernos 211 de anclaje. En consecuencia, normalmente se mejora aún más la sujeción de la sección 23 de base de torre al basamento 200.

El cuerpo 201 de basamento está fabricado normalmente de hormigón armado. Puesto que la superficie del hormigón puede ser bastante rugosa, el adaptador 29 de torre y el segmento 23 de torre de base se disponen normalmente en una junta 205 de lechada formada en el cuerpo 201 de basamento y un rebaje del cuerpo 201 de basamento, respectivamente. En estas realizaciones, el adaptador 29 de torre presiona la sección 23 de torre de base sobre la junta 205 de lechada.

De acuerdo con una realización, una altura de escalón del reborde está en una dirección 38 axial ligeramente menor, por ejemplo unos pocos mm hasta aproximadamente 1 cm o incluso hasta aproximadamente 2 cm, que una altura de una parte subyacente contigua de la parte de brida. En consecuencia, la sección 23 de base de torre puede fijarse firmemente enroscando las tuercas 273 en los pernos 210 de anclaje para fijar el adaptador 29 de torre.

Normalmente, una placa de anclaje, por ejemplo el anillo 204 de anclaje ilustrado, se incrusta en cuerpo 201 de basamento para anclar firmemente los pernos 210 de anclaje y/o los pernos 211 de anclaje en el cuerpo 201 de basamento. Los pernos 210 de anclaje y/o los pernos 211 de anclaje pueden fijarse mediante las tuercas 27 al anillo 204 de anclaje.

De acuerdo con las realizaciones típicas descritas en el presente documento, los pernos 210, 211 de anclaje pueden variar de aproximadamente 1 m a aproximadamente 3 m, por ejemplo aproximadamente 2 m. Los pernos 210, 211 de anclaje también pueden denominarse pernos de tensado o pernos de refuerzo.

La Figura 7 ilustra el sistema y la turbina 102 eólica que incluye su basamento 200, respectivamente, en una vista en planta esquemática de la sección 23 de base de torre de acuerdo con una realización. En aras de la claridad, los pernos y las tuercas de anclaje no se muestran en la Figura 7. En su lugar, se muestran los agujeros 239 pasantes internos de la brida en forma de T de la sección 23 de base de torre y los agujeros 299 pasantes del adaptador 29 de torre. El adaptador 29 de torre rodea circunferencialmente la sección 23 de base de torre. En consecuencia, pueden aplicarse de manera uniforme altas fuerzas de fijación a la parte más externa de la brida en forma de T invertida de la sección 23 de base de torre. Normalmente, se proporciona una pluralidad de agujeros 239, 299 pasantes para garantizar fuerzas de fijación lo suficientemente altas.

El adaptador 29 de torre puede ser monolítico o puede incluir varios segmentos 129, 239, 429, 492 de adaptador de torre como se indica por las líneas discontinuas. En lugar de los cuatro segmentos 129, 239, 429, 492 de adaptador de torre ilustrados, pueden usarse dos, tres o cualquier otro número de segmentos de adaptador de torre. En la realización ejemplar ilustrada en la Figura 7, se proporcionan 36 agujeros 299 pasantes. El número de segmentos con uno, dos o más agujeros pasantes por segmento debe determinarse en base a la aplicación específica. Normalmente, los segmentos 129, 239, 429, 492 de adaptador de torre se forman sustancialmente como segmentos anulares. En consecuencia, los segmentos 129, 239, 429, 492 de adaptador de torre pueden colindar entre sí. Esto aumenta la estabilidad. Además, puede facilitarse el montaje.

- De acuerdo con otras realizaciones, puede formarse más de un círculo de agujeros 299 pasantes para pernos de anclaje a través del adaptador 29 de torre. Por ejemplo, un primer anillo de agujeros 299 pasantes que tiene un diámetro ligeramente menor que un anillo externo de agujeros 299 pasantes para pernos de anclaje. En consecuencia, pueden proporcionarse dos anillos de pernos de anclaje externos. Por lo tanto, puede mejorarse incluso la estabilidad de la torre de turbina eólica montada. Por ejemplo, puede proporcionarse un total de 36 pernos de anclaje como dos anillos. De acuerdo con otras realizaciones, pueden proporcionarse más de 36 pernos de anclaje, por ejemplo, un total de 72 o incluso 96 pernos de anclaje. De acuerdo aún con realizaciones diferentes, los anillos de pernos pueden tener diámetros que están separados apropiadamente, por ejemplo, por varios centímetros.
- 5 La Figura 8 ilustra otra realización de un adaptador 29 de torre en una vista en sección transversal. En la realización ejemplar, el adaptador 29 de torre tiene un cuerpo 290 sustancialmente en forma de anillo o en forma de segmento anular con un radio 294 externo que supera un radio externo máximo de una brida en forma de T de una sección de base de torre alrededor de la que puede disponerse el adaptador 29 de torre. Un agujero 299 pasante para un perno de anclaje se forma a través de un cuerpo 290 del adaptador 29 de torre. El cuerpo 290 incluye una primera superficie 91 inferior que está configurada para disponerse en una parte externa de una brida en forma de T. El cuerpo 290 incluye una segunda superficie 92 inferior que está, en la dirección del agujero 299 pasante, dispuesta por debajo de la primera superficie 92 inferior y puede disponerse en un basamento. En consecuencia, una sección de base de torre, por ejemplo una sección de base de torre de una turbina eólica, puede fijarse al basamento.
- 10 Mientras que los agujeros pasantes de los adaptadores explicados con referencia a las Figuras 4, 5 se extienden a través la segunda superficie inferior, los agujeros 299 pasantes del adaptador 29 de la Figura 8 están dispuestos entre la primera superficie 91 inferior y la segunda superficie 92 inferior.
- 15 En la realización ejemplar, la primera superficie 91 inferior y la segunda superficie 92 inferior no son planas sino que sobresalen hacia abajo. Normalmente, la primera superficie 91 inferior y la segunda superficie 92 inferior son convexas. El uso de las superficies 91, 92 inferiores que sobresalen hacia abajo y las superficies 91, 92 inferiores convexas, respectivamente, permite un contacto firme con las superficies dispuestas por debajo, incluso si las superficies dispuestas por debajo no son planas y/o si sus elevaciones difieren de las elevaciones diseñadas. Normalmente, al menos la segunda superficie 92 inferior es convexa.
- 20 La Figura 9 ilustra una sección transversal vertical de un sistema para montar una torre en un basamento 200 de acuerdo con una realización. Normalmente, el sistema corresponde a una parte inferior de una turbina 102 eólica que incluye su basamento 200. Una sección 23 de base de torre, normalmente una sección 23 de base de torre como se ha explicado con referencia a las Figuras 2 y 3, se sujeta usando un adaptador 29 de torre, normalmente un adaptador 29 de torre como se ha explicado con referencia a las Figuras 4, 5 y 8, al basamento 200. La sección 23 de base de torre está dispuesta en una junta 205 de lechada del basamento 200 e incluye en un extremo inferior una brida en forma de T que tiene una parte 233 externa y una parte interna. Solo la parte interna incluye agujeros pasantes para sujetar la sección 23 de base de torre al basamento 200 con los pernos 211 de anclaje internos. El adaptador 29 está dispuesto con una primera superficie 91 inferior y una segunda superficie 92 inferior en la parte 23 externa y una placa 96 de acero circunferencial incrustada en una junta 201 de lechada. Al menos un agujero pasante, normalmente una pluralidad de agujeros pasantes, se forma a través de un cuerpo del adaptador 29 entre la primera superficie 91 inferior y la segunda superficie 92 inferior. Al menos un perno 210 de anclaje externo, normalmente una pluralidad de pernos 210 de anclaje externos, se usa para sujetar el adaptador 29 al basamento 200 mediante las tuercas 273 respectivas. En consecuencia, la sección 23 de base de torre se sujeta de manera segura al basamento 200.
- 25 Normalmente, las superficies inferiores primera y segunda del adaptador 29 son convexas, como se ha explicado con referencia a la Figura 8. En consecuencia, puede formarse un firme contacto entre el adaptador 29 y la parte 23 externa y entre el adaptador 29 y un anillo 96 de acero incrustado, que a continuación también se denomina placa de metal circunferencial. En la realización ejemplar, el anillo 96 de acero se incrusta en la junta 205 de lechada para permitir fuerzas de fijación más altas sin dañar la junta 205 de lechada. Garantizar un buen contacto entre dos superficies planas requiere normalmente una alta precisión. El uso de las superficies inferiores primera y/o segunda convexas normalmente ahorra costes.
- 30 A continuación, se describe una realización con referencia a la Figura 10. El sistema para montar una torre en un basamento 200 y la turbina eólica, respectivamente, mostrado en la Figura 10, es muy similar a la realización ejemplar descrita anteriormente con respecto a la Figura 9. Sin embargo, el anillo 97 de acero ilustrado en la Figura 10 se incrusta directamente en el cuerpo 201 de basamento. En consecuencia, pueden aplicarse incluso fuerzas de fijación más altas. El anillo 97 de acero puede estar en contacto con un refuerzo del cuerpo 20 de basamento. Esto permite fuerzas de fijación muy altas y puede, además, facilitar la formación del basamento 200 y el levantamiento de la turbina 102 eólica, respectivamente.
- 35 Las Figuras 11 a 16 ilustran, en vistas en sección transversal, un procedimiento para formar un basamento 200 de torre y una turbina eólica de acuerdo con las realizaciones. En un primer procedimiento se forma un armazón 208 que incluye una placa de base. Normalmente, el armazón 208 está al menos parcialmente dispuesto en un suelo 14. Los pernos 211 de anclaje internos y los pernos 210 de anclaje externos se montan en un anillo 204 de anclaje,
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60



normalmente mediante tuercas 27, 271. Una plantilla 207 se monta en los pernos 211 de anclaje internos y/o los pernos 210 de anclaje externos. El anillo 204 de anclaje, que incluye los pernos 211 de anclaje internos, los pernos 210 de anclaje externos y la plantilla 207 se disponen dentro del armazón 208, por ejemplo en un soporte 215, de manera que los pernos 211 de anclaje internos y los pernos 210 de anclaje externos sobresalen hacia fuera del armazón 208. El basamento 200 de torre resultante se ilustra en la Figura 11.

A continuación, se instala normalmente un refuerzo en el armazón 208. Además, puede disponerse una placa de acero circunferencial opcional (no ilustrada en la Figura 12), como se ha explicado con respecto a la Figura 10, dentro del armazón 208 y sujetarse al refuerzo. Normalmente, esto va seguido por el vertido de hormigón en el armazón 208 y el curado del hormigón para formar un cuerpo 201 de basamento. El basamento 200 de torre resultante se ilustra en la Figura 12.

A continuación, la plantilla 207 puede retirarse como se ilustra en la Figura 13. En consecuencia, se hace accesible un rebaje 215 normalmente en forma de anillo del cuerpo 201 de basamento. Especialmente, el rebaje 215 se forma de tal manera que los pernos 210, 211 de anclaje se extienden desde una superficie inferior del rebaje 215, es decir, el rebaje 210 se localiza por encima de y alineado con el anillo 204 de anclaje.

A continuación, una sección 23 de base de torre, como se ha explicado con referencia a las Figuras 2 y 3, está normalmente por encima del rebaje 215, de manera que los pernos 211 de anclaje internos sobresalen a través de los agujeros en una parte interna de una brida en forma de T invertida de la sección 23 de base de torre. El basamento 200 de torre resultante se ilustra en Figura 14. Normalmente, la sección 23 de base de torre se coloca sobre unos espaciadores (no ilustrados en la Figura 14) para salvar el rebaje 215. Además, una placa de acero circunferencial opcional (no ilustrada en la Figura 14), como se ha explicado con respecto a la Figura 9, puede disponerse sobre los espaciadores en el rebaje 215.

Normalmente, la superficie de hormigón del basamento es relativamente rugosa. Por lo tanto, la lechada se vierte normalmente en el rebaje 215 para formar una junta 205 de lechada. Después del curado, un adaptador 29 de torre, como se ha explicado con referencia a las Figuras 4, 5 y 8, puede colocarse en el segmento 23 de torre de base y la junta 205 de lechada, de manera que los pernos 210 de anclaje externos sobresalen a través de los agujeros en una parte de fijación del adaptador 29 de torre. El adaptador 29 de torre puede, por ejemplo, ser un adaptador de torre en forma de anillo monolítico o un adaptador segmentado de adaptadores de torre en forma de segmento anular. En consecuencia, el adaptador 29 de torre puede rodear circunferencialmente la sección 23 de base de torre. El basamento 200 de torre resultante se ilustra en Figura 15.

A continuación, la sección 23 de base de torre se sujeta con tuercas 274 a los pernos 211 de anclaje internos y el adaptador 23 de torre se sujeta con tuercas 273 a los pernos 210 de anclaje externos. Normalmente, el adaptador 23 de torre se presiona sobre la sección 23 de base de torre enroscando las tuercas 273. Puesto que normalmente una altura de escalón del adaptador 23 de torre es ligeramente menor que una altura de la parte subyacente de la brida en forma de T de la sección 23 de base de torre, pueden aplicarse grandes fuerzas de fijación enroscando las tuercas 273 en los pernos 210 de anclaje. El basamento 200 de torre resultante se ilustra en la Figura 16.

A continuación, otras secciones de torre pueden montarse en la sección 23 de base de torre y unas a otras, respectivamente, para formar una torre de turbina eólica. Esto va seguido normalmente por el montaje de una barquilla en la sección de torre más alta, la instalación de componentes eléctricos y mecánicos, tales como una caja de engranajes, un generador y un inversor en la barquilla y el montaje de un cono de hélice en la barquilla y de las palas de rotor en el cono de hélice.

La Figura 17 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento 100 para formar un basamento de torre y una turbina eólica de acuerdo con las realizaciones. Normalmente, el procedimiento 1000 corresponde a los procedimientos que se han explicado con referencia a las Figuras 8 a 13.

En un primer bloque 1100 se forma un cuerpo de basamento, de manera que los pernos de anclaje internos y los pernos de anclaje externos sobresalen de un rebaje en una superficie superior del cuerpo de basamento. Esto se hace normalmente como se ha explicado con referencia a las Figuras 8 a 10.

En un bloque 1200 posterior, una sección de base de torre formada como una brida en forma de T invertida en la parte más baja, se dispone por encima del rebaje, de manera que los pernos de anclaje internos se extienden a través de los agujeros de la brida en forma de T. Esto se hace normalmente como se ha explicado con referencia a la Figura 11 y seguido por la formación de una junta de lechada en el rebaje.

En un bloque 1300 posterior, un adaptador de torre se dispone en el exterior de y sobre la brida en forma de T, de manera que los pernos de anclaje externos se extienden a través de los agujeros del adaptador de torre. Esto se hace normalmente como se ha explicado con referencia a la Figura 11.

En los bloques 1400 y 1500 posteriores, el adaptador de torre se sujeta a los pernos de anclaje externos mediante tuercas, ejerciendo de este modo una fuerza de fijación sobre la brida en forma de T, y la brida en forma de T se sujeta mediante tuercas a los pernos de anclaje internos.

5 Las realizaciones ejemplares de los sistemas y los procedimientos para levantar una torre, en particular una torre de turbina eólica, se han descrito anteriormente en detalle. Los sistemas y los procedimientos pueden aplicarse a otros tipos de torres, tales como las torres de antenas usadas en la radiodifusión o las telecomunicaciones móviles, los pilones usados en las obras de puentes y los postes de electricidad. Además, los sistemas y los procedimientos no se limitan a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino que más bien, los componentes de los sistemas y/o las etapas de los procedimientos pueden utilizarse de manera independiente y por separado de otros componentes y/o etapas descritas en el presente documento.

10 Aunque las características específicas de diversas realizaciones de la invención pueden mostrarse en algunos dibujos y no en otros, esto es solo por conveniencia. De acuerdo con los principios de la invención, cualquier característica de un dibujo puede referenciarse y/o reivindicarse en combinación con cualquier característica de cualquier otro dibujo.

15 La presente descripción usa ejemplos para desvelar la invención, incluyendo el modo preferido, y también para permitir que cualquier experto en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier procedimiento incorporado.

**REIVINDICACIONES**

1. Una sección (23) de base de torre de una turbina (102) eólica, que comprende:  
una pared (231) lateral tubular; y  
una parte (213) de brida que está configurada como una brida en forma de T, comprendiendo la parte (213) de brida una parte (232) interna y una parte (233) externa, extendiéndose la parte (232) interna radialmente hacia el interior desde la pared (231) lateral tubular hasta una primera longitud (234), extendiéndose la parte (233) externa radialmente hacia fuera desde la pared (131) lateral tubular hasta a una segunda longitud (235), **caracterizada porque** la primera longitud (234) es mayor que la segunda longitud (235).
2. La sección de base de torre de la reivindicación 1, en la que la parte (213) de brida comprende unos agujeros (239) pasantes que se extienden sustancialmente paralelos a la pared (231) lateral tubular, y en la que los agujeros (239) pasantes solo se forman a través de la parte (232) interna.
3. La sección de base de torre de la reivindicación 1 o 2, en la que la primera longitud (234) es al menos aproximadamente 1,5 veces mayor que la segunda longitud (235).
4. Un sistema para montar una torre en un basamento (200), comprendiendo el sistema:  
una sección (23) de base de torre que comprende en un extremo inferior una brida en forma de T que comprende una parte (233) externa; y  
al menos un adaptador (29) que comprende un cuerpo (290) que comprende al menos un agujero (299) pasante para un perno (210) de anclaje, una primera superficie (91) inferior que está configurada para disponerse en la parte (233) externa de la brida en forma de T, y una segunda superficie (92) inferior que está, en la dirección del agujero (299) pasante, dispuesta por debajo de la primera superficie (91) inferior y configurada para disponerse en el basamento (200).
5. El sistema de la reivindicación 4, en el que el al menos un agujero (299) pasante se extiende a través de la segunda superficie (92) inferior o en el que el al menos un agujero (299) pasante está dispuesto entre la primera superficie (91) inferior y la segunda superficie (92) inferior.
6. El sistema de la reivindicación 4 o 5, en el que el cuerpo (290) tiene sustancialmente forma de anillo o forma de segmento anular.
7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que el cuerpo (290) comprende un radio externo que es mayor que aproximadamente 2,15 m.
8. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que la sección (23) de base de torre comprende una pared (291) lateral tubular que define una dirección (38) axial, y en el que una altura de escalón entre la primera superficie (91) inferior y la primera superficie (92) inferior en la dirección (38) axial es ligeramente menor que una extensión de la parte (233) externa en la dirección (38) axial.
9. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, que comprende además una placa (96, 97) metálica circunferencial sujeta a un cuerpo (201) del basamento (201) y que se extiende en una superficie superior del basamento, y en el que la segunda superficie (92) inferior está configurada para disponerse sobre la placa (96, 97) metálica circunferencial.
10. El sistema de cualquier reivindicación de las reivindicaciones 4 a 9, en el que la sección (23) de base de torre es la sección de base de torre de una turbina (102) eólica.

FIG. 1

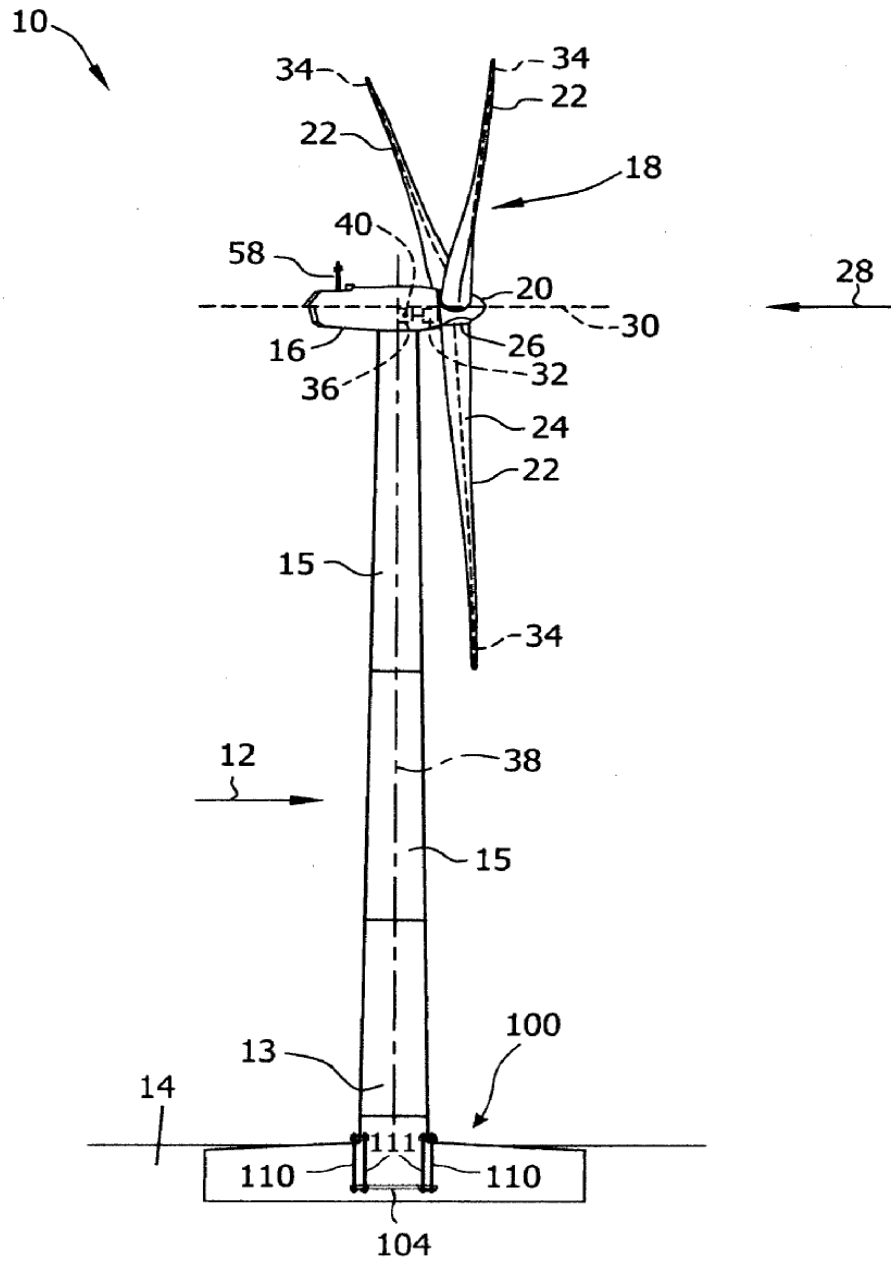


FIG. 2

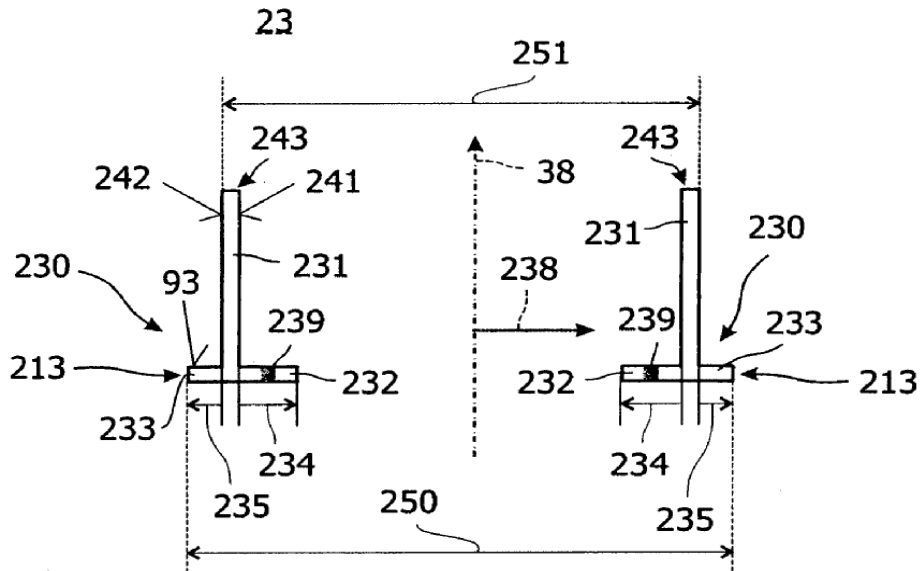


FIG. 3

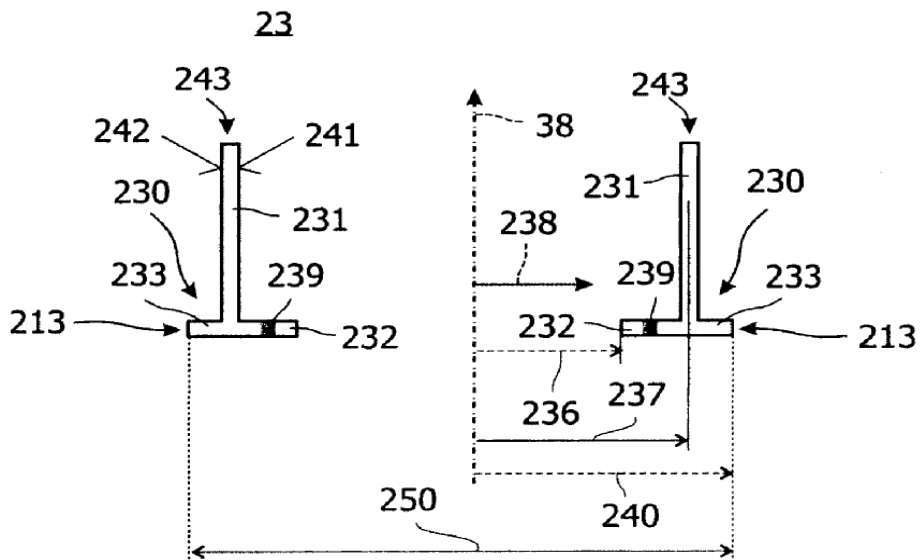


FIG. 4

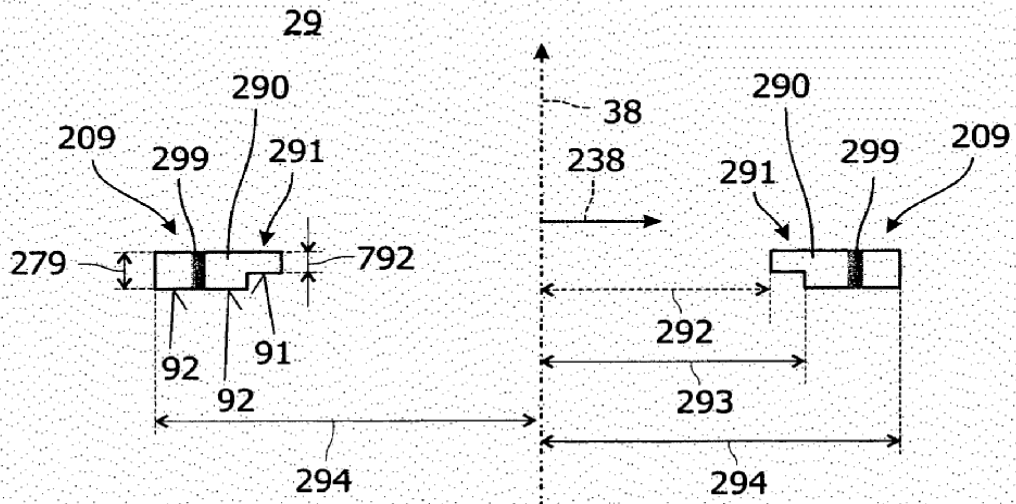


FIG. 5

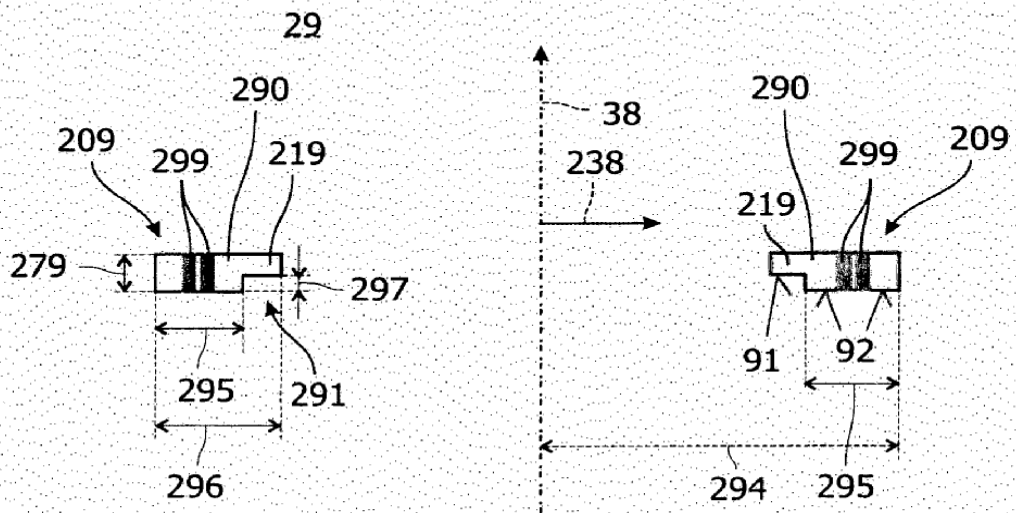


FIG. 6

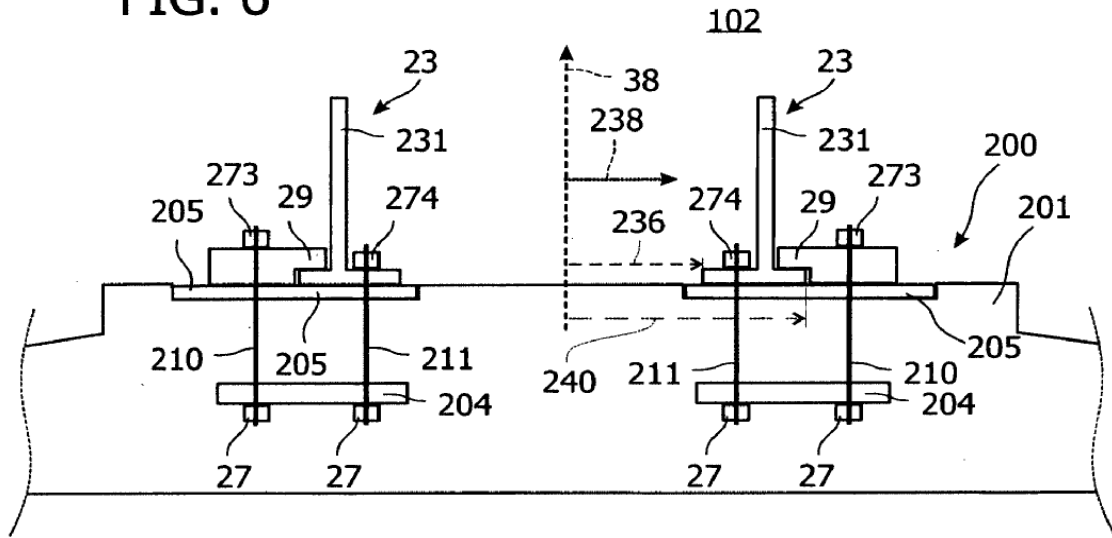


FIG. 7

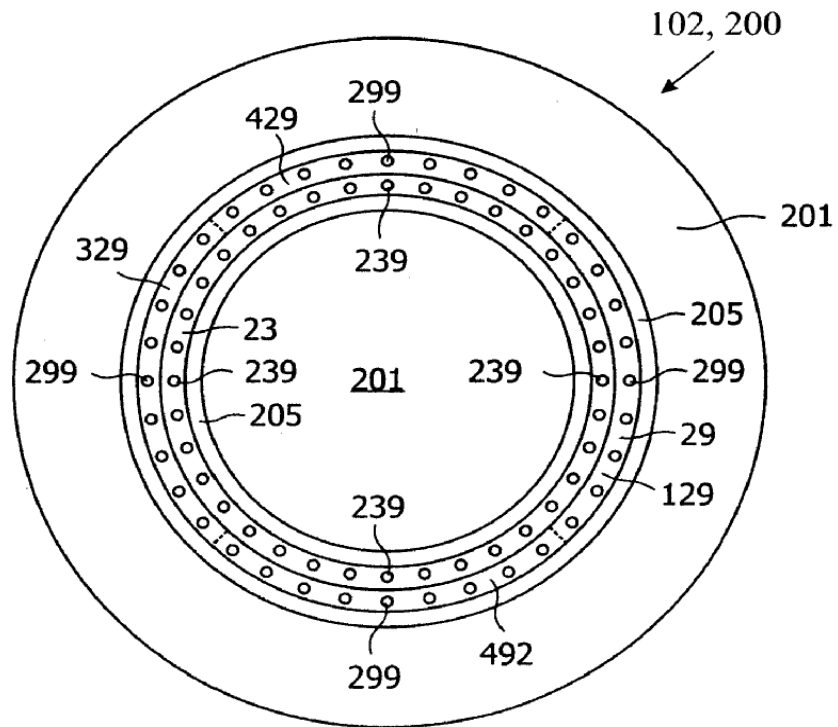


FIG. 8

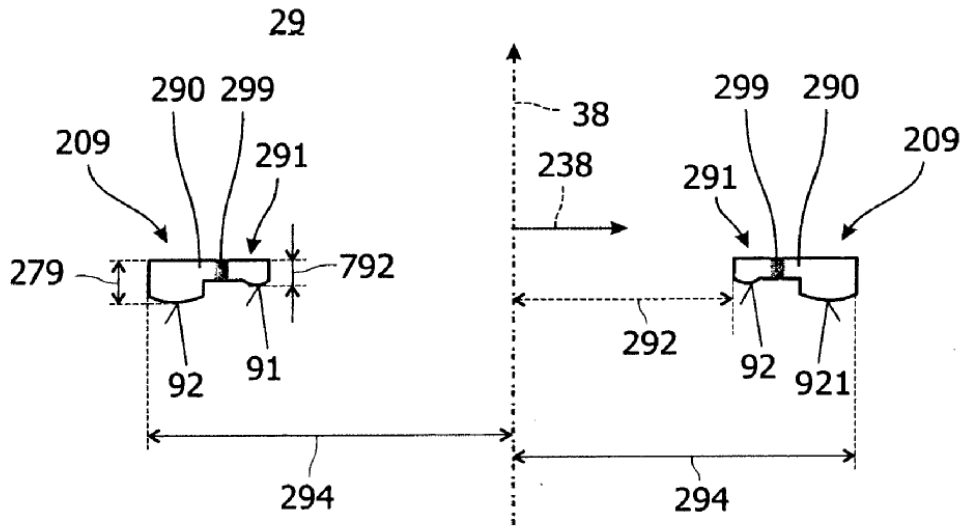


FIG. 9

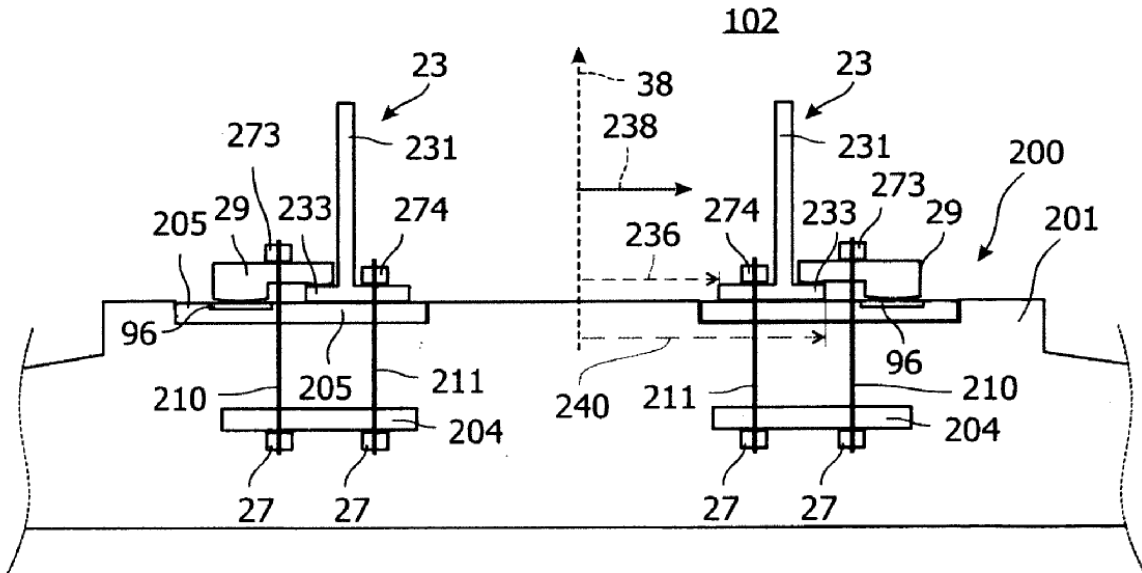
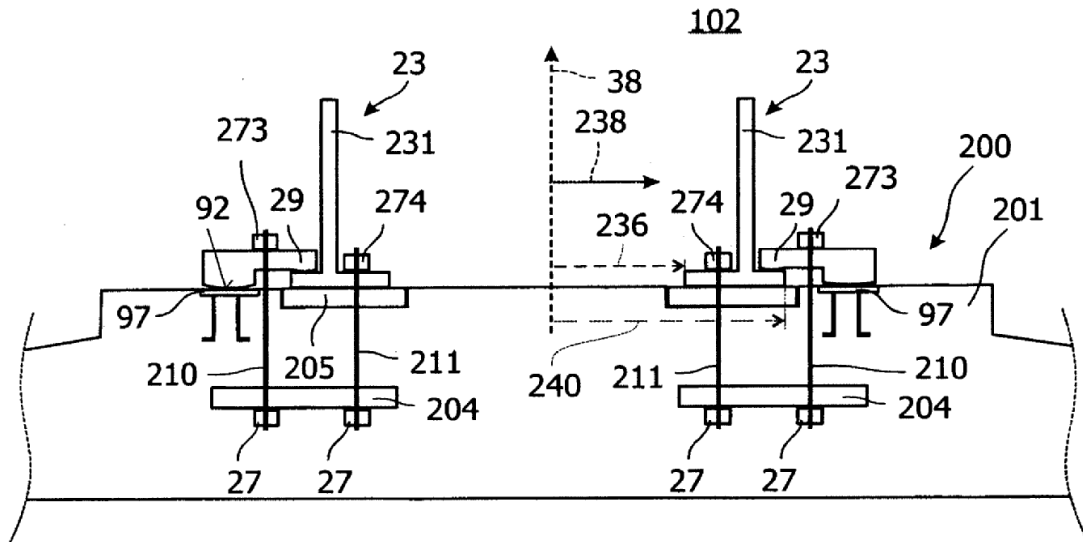




FIG. 10



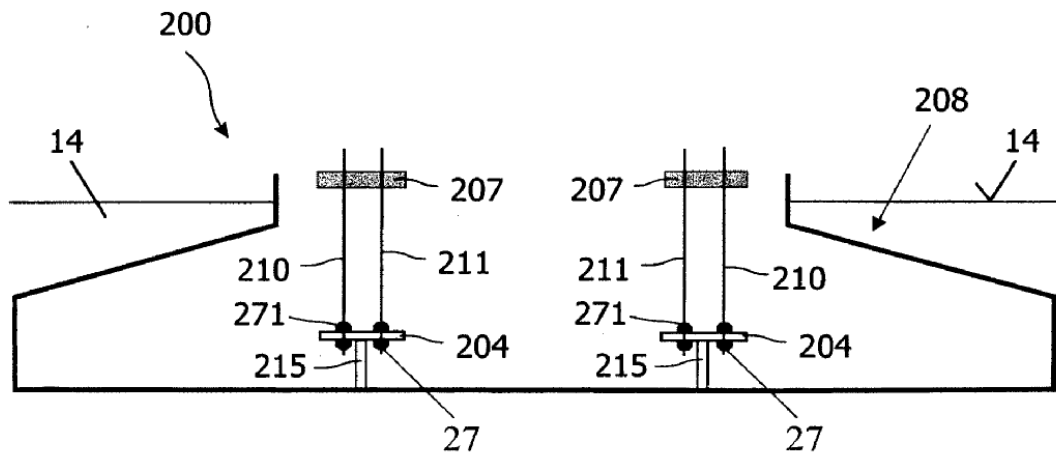


Fig. 11

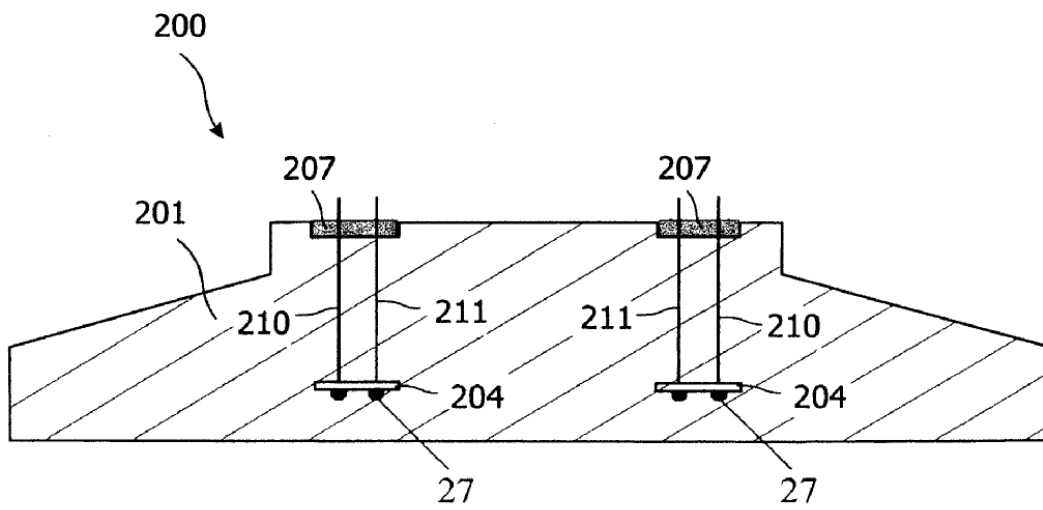


Fig. 12

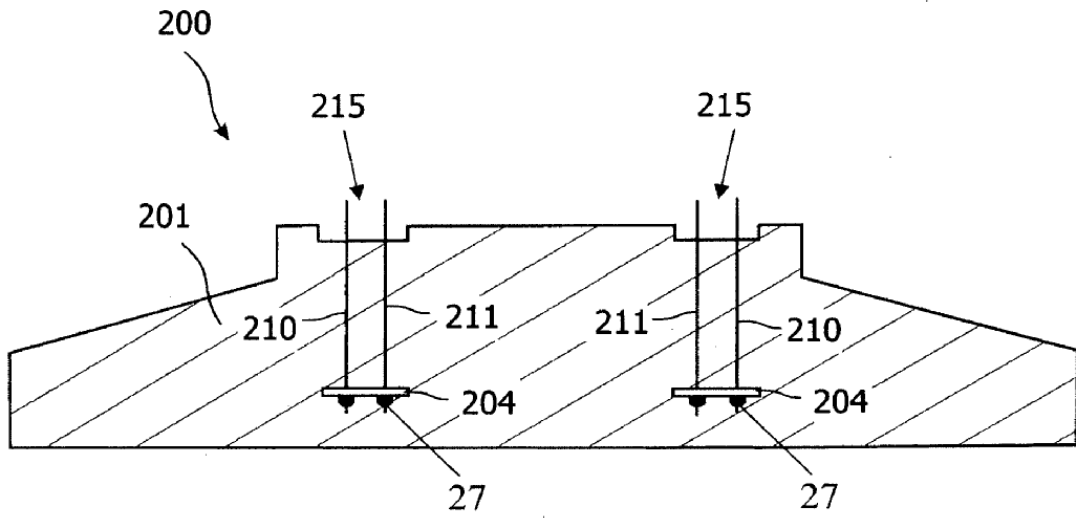


Fig. 13

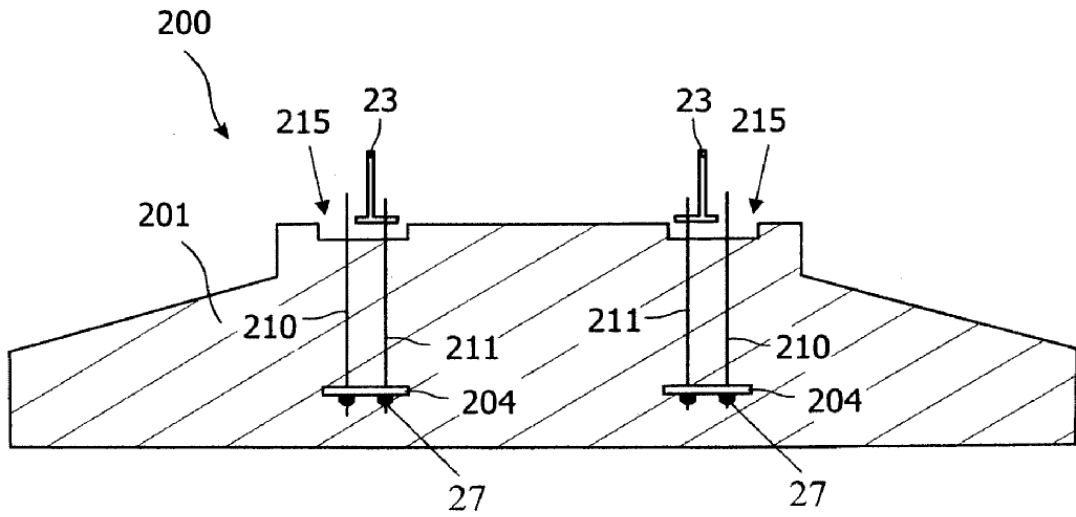


Fig. 14

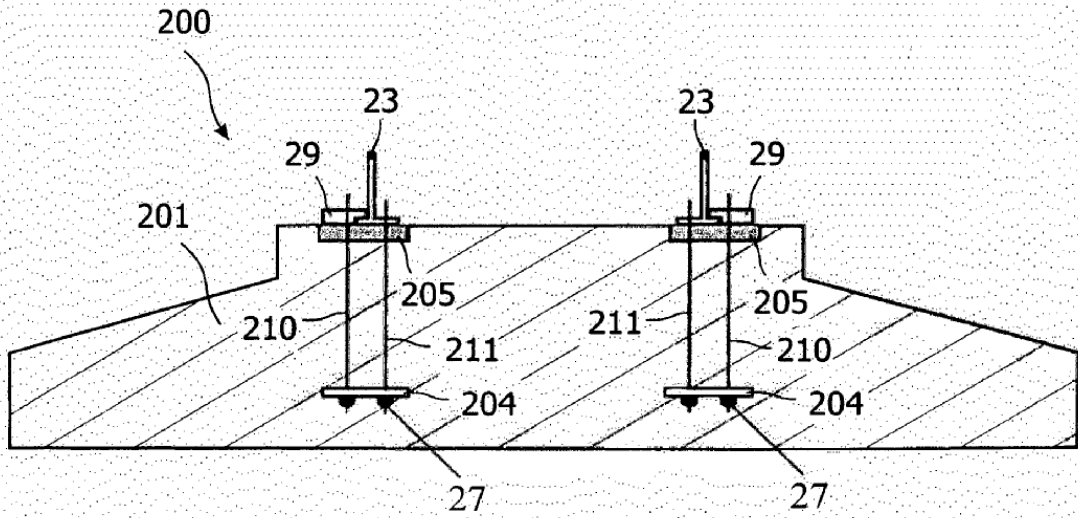


Fig. 15

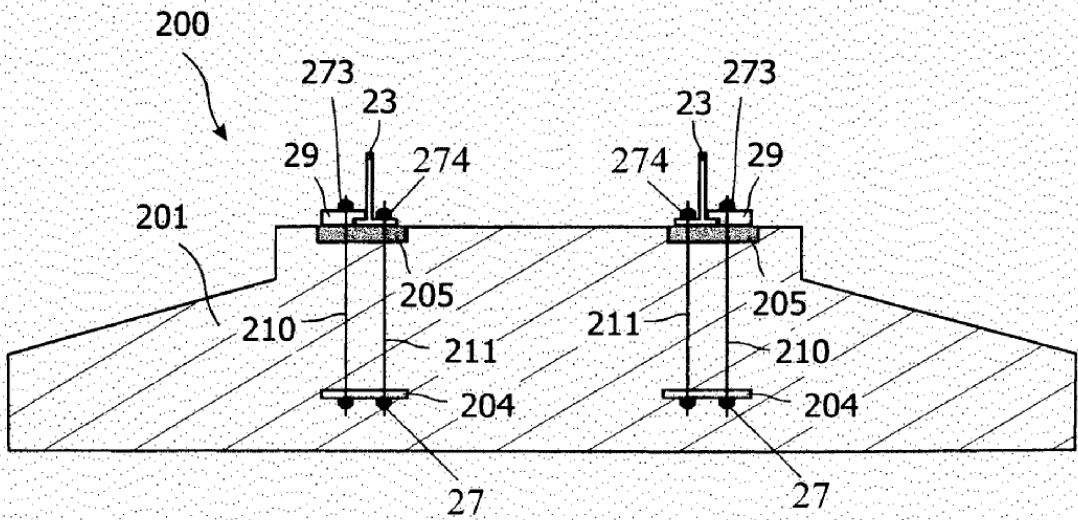


Fig. 16

FIG. 17

