

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 343 450**

51 Int. Cl.:

E04H 12/08 (2006.01)

E04H 12/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2005** **E 05022070 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 1645701**

54 Título: **Estructura perfeccionada de torre modular para turbinas eólicas y otras aplicaciones**

30 Prioridad:

11.10.2004 ES 200402304 U

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

05.10.2016

73 Titular/es:

ACCIONA TOWERS, S.A. (100.0%)
Orense 12 1 Of. 12
28020 Madrid, ES

72 Inventor/es:

FERNÁNDEZ GÓMEZ, MIGUEL ÁNGEL y
JIMENO CHUECA, JOSÉ EMILIO

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 343 450 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

Estructura perfeccionada de torre modular para turbinas eólicas y otras aplicaciones

5 La presente invención, una estructura perfeccionada de torre modular para turbinas eólicas, consiste en una novedosa y original estructura de torre de soporte de turbinas generadoras de energía eléctrica y otras aplicaciones.

10 Es por ello, que la presente invención será de especial interés para el sector de la industria energética y especialmente para la eléctrica de generación eólica, así como para la industria especializada en obra civil relacionada con el sector eólico.

15 En la actualidad, es bien conocido el desarrollo de la energía eólica, como fuente de generación de energía eléctrica de origen renovable. Esta consiste en el aprovechamiento de la energía del viento. Antiguamente se utilizó para propulsar naves marinas y mover molinos de grano. Hoy se emplea sobre todo para generar energía limpia y segura.

La energía eólica ha experimentado un importante avance en los últimos años, especialmente en Europa, donde Alemania, España y Dinamarca se encuentran a la cabeza con una potencia instalada de más de 9TW, 6TW y 3TW, respectivamente.

20 Para haber podido alcanzar tal grado de desarrollo ha sido necesario ir desarrollando nuevas tecnologías, posibilitando un avance en la potencia por turbina, desde unos cientos de kW hasta los 2.000 kW, de las máquinas que se están instalando en la actualidad y más aún las que están diseñando de 3.000 a 6.000 kW de potencia, con palas de hasta 45 metros de longitud.

25 Esto ha justificado la construcción de torres de gran altura para sustentar la góndola donde se encuentra la turbina del aerogenerador, llegando hasta alturas de 100 metros o más.

30 Debido a problemas en el transporte, las referidas torres se fabrican con unas limitaciones de diámetro y de longitud, estando constituidas por tramos unidos entre sí. Por ello, normalmente son metálicas, fabricadas mediante chapa de acero curvada y electrosoldada para dar la forma cilíndrica y soldada a su vez a sendas bridas en sus extremos, mediante las que se unen y fijan a través de tornillos los distintos tramos de la torre. Por ello su diámetro no suele exceder de 4,20 metros.

35 Por otra parte, el incremento del coste del acero es un factor que hace necesario pensar en otras alternativas, en cuanto a materiales empleados, siendo la alternativa preferente el empleo del hormigón. Se han puesto a punto sistemas de construcción de torres tronco-cónicas de hormigón con mayores diámetros que las metálicas y por ello permiten llegar a mayores alturas.

40 Las torres de hormigón permitirían alcanzar a la vez que unas mayores alturas, un menor coste de construcción y una mayor duración que el acero, minimizando su mantenimiento. Asimismo, al tener un mayor peso que las de acero permiten reducir la dimensión de zapatas y por tanto hacerlas también más económicas.

45 El documento WO-A-03069099 divulga una torre modular para turbinas eólicas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento DE-A-19832921 divulga una torre, en la que las secciones superiores se forman mediante un número de segmentos menor que las secciones inferiores. Dichos segmentos no se fabrican solo de hormigón ni son prefabricados. Estos se vierten in situ en un encofrado metálico.

50 La presente invención proporciona una torre modular para turbinas eólicas de segmentos de hormigón prefabricados en la que se simplifican los procesos de transporte, instalación y ensamblaje de la torre.

55 Finalmente, al no ser un material conductor el hormigón no plantea problemas de aislamientos eléctricos ni de interferencias en las comunicaciones.

60 La presente invención, una estructura perfeccionada de torre modular para turbinas eólicas y otras aplicaciones, supone una invención que posibilita el empleo de estructuras prefabricadas de hormigón, metálicas o mixtas, para este propósito específico, mediante una especial estructura que simplifica sustancialmente el transporte, la instalación y el montaje, mejorando las prestaciones técnicas que alcanza el Estado de la Técnica actual y con una importante reducción de costes.

65 Para ello el conjunto de una torre se divide mediante secciones horizontales y verticales en módulos de medidas y pesos transportables. Cada uno de estos módulos de hormigón prefabricado, metálicos o mixtos, puede estar constituido por un elemento superficial constituido de una superficie de revolución con generatriz recta o curva, o por elementos lineales de sección recta o curva.

La presente estructura perfeccionada de torre modular de hormigón, metálica o mixta, para turbinas eólicas y otras aplicaciones, que se describe a continuación, se encuentra constituida por una pluralidad de elementos prefabricados de diferentes texturas (lisas, rugosas o impresas) de dimensiones y pesos transportables creando un conjunto de aspecto cerrado superficial que forma una superficie de revolución de generatriz recta o curva, o un conjunto de aspecto de celosía abierta con elementos lineales inscritos en una superficie ideal de revolución con generatriz recta o curva.

Para obtener el despiece de elementos, la torre se divide mediante secciones horizontales circulares en varios tramos de altura limitada para poder ser transportadas. A su vez, cada tramo de altura limitada se divide mediante secciones verticales en elementos que, en posición de transporte, presentan dimensiones y pesos susceptibles de ser transportados por carretera. El número de secciones verticales (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8...) proporciona elementos de media sección, tercio de sección, cuarto de sección, quinto de sección, sexto de sección, séptimo de sección, octavo de sección, etc., unidas entre sí mediante juntas verticales resueltas como juntas húmedas o como juntas cosidas con barras o cables pretensados a través de un reborde. Cada conjunto de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8... elementos constituye un tramo de altura limitada entre juntas horizontales. Así, los tramos inferiores de la torre, de mayor diámetro, se constituirán con más elementos, por ejemplo, con octavos de sección de tramo, mientras que los superiores, de menor diámetro, podrán constituirse con simplemente dos elementos, o incluso con un único elemento metálico o mixto.

La unión entre sí de los elementos de cada tramo puede efectuarse mediante juntas húmedas verticales que requieren la utilización en obra de pequeños encofrados y del vertido "*in situ*" de un pequeño volumen de hormigón, o mediante junta verticales cosidas por barras pretensadas, a través de orificios pasantes alojados en la estructura de hormigón de dichos elementos, por los que se sujetan las barras pasantes que son tensadas, formando así tramos de hormigón prefabricado constituidos por varios elementos transversales que son más fácilmente transportables que los actuales elementos metálicos, al poder ser de menores dimensiones.

Asimismo, los diferentes tramos de torre así constituidos se encuentran a su vez unidos entre sí mediante bridas constituidas por un reborde interior en los bordes extremos, provistos de una pluralidad de orificios por donde pasan las barras o cables metálicos de sujeción que son tensados mediante tuercas a ambos lados de la brida.

Además, en lugar de la solución anterior, los diferentes tramos de torre así constituidos pueden encontrarse a su vez unidos entre sí mediante bridas provistas por una pluralidad de orificios que son atravesados por un conjunto de cables metálicos entre la brida del tramo en cuestión y la base de la zapata de la torre, pasando dichos cables por todas las otras bridas de los tramos intermedios, creándose de esta manera en el interior de la torre un pretensado exterior o interior al hormigón.

Por otra parte, en las anteriores bridas la unión entre tramos de la torre, los bordes de estos adoptan un perfil machihembrado, facilitando el encaje entre tramo y tramo.

Además, en lugar de las soluciones anteriores, los diferentes tramos de torre pueden encontrarse a su vez unidos entre sí mediante un sistema de barras de acero salientes de un tramo, que se alojan en conductos dejados al efecto en el otro tramo, estableciéndose la unión mediante relleno de los conductos o vainas con mortero sin retracción, fluido y de alta resistencia. Las barras salientes serán paralelas y verticales, situadas a la distancia exacta correspondiente a la situación del extremo exterior de las vainas. Estas, sin embargo, pueden no ser verticales ya que están alojadas en la superficie inclinada de los elementos de hormigón. La flexibilidad de las barras de acero permitirá la penetración y adaptación de la forma de las barras a la forma de los conductos o vainas. Estas serán corrugadas para proporcionar la adherencia deseada. Si es necesario, el extremo de cada barra puede terminar en una bola que facilitará el deslizamiento a lo largo de la vaina durante su introducción y que creará además un anclaje adicional al proporcionado por la adherencia a lo largo de la barra.

En el caso de elementos lineales, rectos o curvos, formando celosía abierta, cada tramo de altura limitada se constituye por varios elementos lineales cuasi-verticales (adaptados a la superficie ideal tronco-cónica de generatriz recta o curva) y por un anillo de elementos lineales circulares o poligonales que sirven de arriostramiento al nivel de cada junta horizontal. Cada anillo puede estar constituido por uno o varios elementos lineales horizontales, rectos (en caso de anillo poligonal) o curvos (en caso de anillo circular).

La unión puede realizarse mediante un sistema de barras de acero salientes de cada elemento lineal cuasi-vertical de un tramo, que atraviesan conductos pasantes dejados al efecto en los elementos horizontales circulares o poligonales, y se alojan y andan finalmente en vainas situadas en los elementos cuasi-verticales del otro tramo. En este caso, las barras y conductos o vainas son paralelas entre sí no siendo necesario deformar las barras al introducirse en los conductos. La unión se consigue, igualmente, con mortero fluido sin retracción de alta resistencia.

Por último, los tramos superiores, de menor tamaño, pueden ser metálicos o mixtos en lugar de hormigón prefabricado.

A continuación, se acompañan los dibujos en los que se representa, a simple título de ejemplo, no limitativo, una

forma preferente de realización susceptible de todas aquellas variaciones de detalle que no supongan una alteración fundamental de las características esenciales de dichos perfeccionamientos.

En dichos planos se ilustran:

- 5 En las figuras 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g: vista en alzado de una estructura perfeccionada de torre modular de hormigón parabólica para turbinas eólicas y otras aplicaciones con detalle de la sección de sus tramos.
 En las figuras 2a, 2b, 2c, 2d, 2e: vista en detalle de una sección de un tramo de la estructura perfeccionada de torre modular para turbinas eólicas y otras aplicaciones, y detalle de algunas posibilidades de las bridas de unión.
 10 En las figuras 3a, 3b: vista en alzado de una estructura perfeccionada de torre modular de hormigón tronco-cónica para turbinas eólicas y otras aplicaciones.
 En las figuras 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g: vista en detalle de las distintas secciones de los tramos de una estructura perfeccionada de torre modular de hormigón para turbinas eólicas y otras aplicaciones.
 15 En las figuras 5a, 5b: vista en alzado de una estructura perfeccionada de torre modular de hormigón para turbinas eólicas y otras aplicaciones con detalle de los cables de sujeción.
 En las figuras 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f: vista en detalle de las distintas secciones de los tramos de una estructura perfeccionada de torre modular de hormigón para turbinas eólicas y otras aplicaciones con cables de sujeción.

20 Así, en esta forma preferente de realización, la presente estructura perfeccionada de torre modular de hormigón, metálica y/o mixta, para turbinas eólicas y otras aplicaciones, que se describe a continuación, se encuentra constituida por una pluralidad de elementos prefabricados de hormigón, metálicos y/o mixtos, con texturas de su superficies lisas, rugosas e impresas, resultante de la idea de dividir la torre (1) mediante secciones horizontales y verticales. Así, el conjunto de elementos (2) se encuentra formado por piezas de hormigón prefabricado, metálicas y/o mixtas, que son segmentos (3) parciales de una superficie de revolución de generatriz recta o curva (forma exterior de la torre) y también puede estar formado por elementos de hormigón lineales, rectos o curvos,
 25 constituyendo una celosía inscrita en la mencionada superficie de revolución. Los elementos prefabricados de tamaño decreciente con la altura, son susceptibles de encajar unos sobre otros constituyendo una torre cerrada o una torre en celosía abierta inscrita en una superficie ideal tronco-cónica de generatriz recta o curva. Los elementos constituyen diferentes tramos en altura de la torre que, en el caso de torre cerrada, cada tramo está constituido por una pluralidad de secciones transversales: media sección, tercio de sección, cuarto de sección, quinto de sección, sexto de sección, séptimo de sección, octavo de sección, etc. unidas entre sí mediante juntas verticales y
 30 horizontales, húmedas o secas, o medias juntas verticales cosidas por barras pretensadas a través de orificios existentes en un reborde vertical. Cada tramo de torre en celosía abierta se constituye por una familia de elementos lineales cuasi-verticales y un anillo de elementos horizontales de directriz circular o poligonal que sirve de arriostramiento a la altura de cada junta horizontal entre dos tramos sucesivos.
 35

Por otra parte, en esta estructura perfeccionada de torre modular de hormigón, metálica y/o mixta, para turbinas eólicas y otras aplicaciones, los diferentes tramos de torre así constituidos se encuentran a su vez unidos entre sí mediante bridas (5) constituidas por un reborde interior (4) en los bordes extremos, provistos de una pluralidad de
 40 orificios por donde pasan las barras metálicas de sujeción.

Asimismo, los diferentes tramos de torre así constituidos se encuentran a su vez unidos entre sí mediante bridas (6) provistas por una pluralidad de orificios que son atravesados por un conjunto de tirantes metálicos (7), entre la brida del tramo en cuestión y la base o zapata de la torre, pasando dichos tirantes por todas las bridas de los tramos intermedios.
 45

Además, los diferentes tramos de torre así constituidos se encuentran unidos entre sí por un sistema de barras de acero salientes de un tramo, que se alojan en conductos dejados al efecto en el otro tramo, estableciéndose la unión mediante relleno de los conductos o vainas con mortero sin retracción, fluido, de alta resistencia. Igualmente,
 50 además de las anteriores bridas de unión o sistemas de barras y vainas entre tramos de la torre, los bordes de contacto adoptan una forma de perfil machihembrado.

Por otra parte, en esta estructura perfeccionada de torre modular de hormigón para turbinas eólicas y otras aplicaciones, se constituye una celosía abierta formada por elementos prefabricados lineales, rectos o curvos, que se unen entre sí mediante sistema de barras salientes de los elementos cuasi-verticales de un tramo, que atraviesan unos conductos pasantes en los elementos horizontales, y se alojan en conductos o vainas situados en los elementos cuasi-verticales del otro tramo, uniéndose el conjunto mediante el relleno de las vainas con mortero fluido, sin retracción, de alta resistencia. Por último, en esta estructura perfeccionada de torre modular de hormigón para turbinas eólicas y otras aplicaciones, los tramos superiores pueden ser metálicos en lugar de hormigón prefabricado.
 55 Finalmente, la forma, materiales y dimensiones podrán ser variables y en general, todo cuanto sea accesorio y secundario, siempre que no altere, cambie o modifique la esencialidad de los perfeccionamientos que se han descrito.
 60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Torre modular (1) para turbinas eólicas, que comprende una pluralidad de elementos tronco-cónicos (2) dispuestos verticalmente uno sobre otro, formándose cada elemento (2) mediante segmentos (3) de hormigón prefabricados dispuestos horizontalmente lado a lado en un anillo, en la que los elementos tronco-cónicos (2) están unidos por medio de juntas verticales y horizontales, húmedas o secas, o medias juntas verticales cosidas mediante barras pretensadas a través de los orificios existentes en un reborde vertical, **caracterizada por que** los elementos superiores (2) de la torre (1) se forman mediante un número de segmentos (3) menor que los elementos inferiores (2).
- 10 2. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los elementos (2) se unen mediante bridas (5) usando un reborde interior (4) en unos bordes extremos de los elementos (2), provistos de una pluralidad de orificios a través de los que pasan unas barras metálicas de sujeción o cables que se tensan mediante tuercas a ambos lados de la brida (5).
- 15 3. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con la reivindicación 1, en la que unos segmentos (3) adyacentes se unen con hormigón.
- 20 4. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo los elementos (2) unos bordes que tienen un perfil machihembrado para facilitar el encaje entre elementos (2) adyacentes.
- 25 5. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además los elementos (2) unas bridas en los bordes extremos (6) con una pluralidad de orificios, uniéndose los elementos (2) adyacentes mediante barras de sujeción a través de los orificios de brida terminal.
- 30 6. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo los elementos (2) unas bridas en los bordes extremos (6) con una pluralidad de orificios, uniéndose los elementos (2) mediante cables metálicos que pasan a través de las bridas (6) de todos los elementos (2) y que se conectan a la zapata de la base de la torre.
- 35 7. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, uniéndose los elementos (2) mediante cables metálicos embebidos en el hormigón que pasan a través de todos los elementos (2), conectados a la zapata de la base de la torre.
- 40 8. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, uniéndose los elementos (2) mediante barras de acero corrugadas de proyección vertical de un elemento alojadas en conductos correspondientes de un elemento (2) adyacente.
9. Torre modular (1) para turbinas eólicas de acuerdo con la reivindicación 8, en la que el extremo de cada barra de acero comprende una bola para facilitar el deslizamiento de la barra de acero en su conducto.

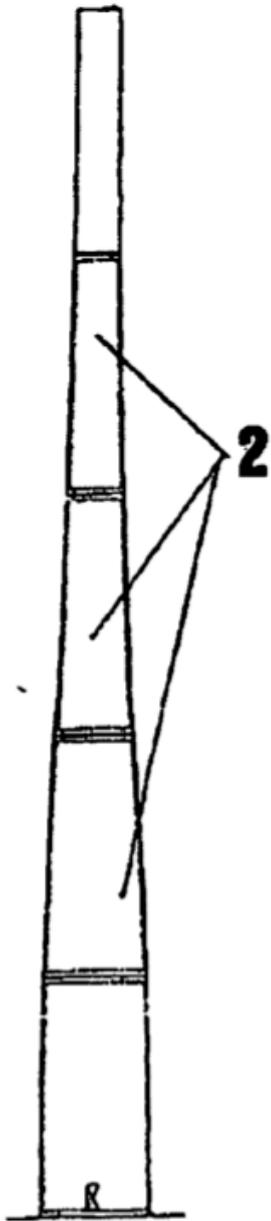


Fig. 1a

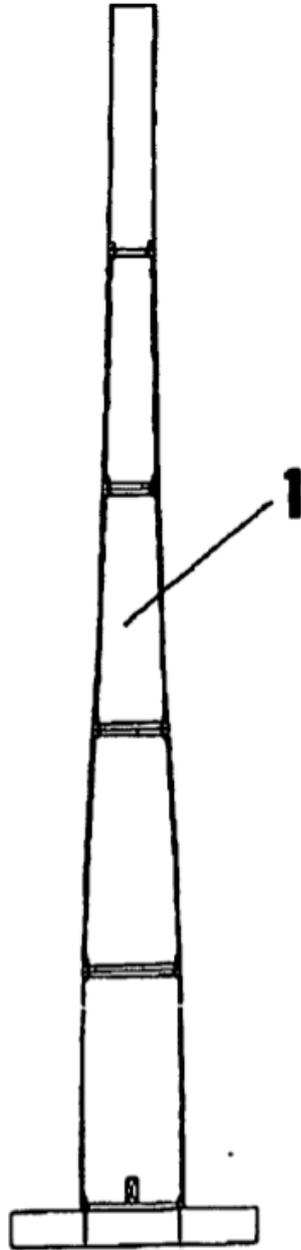


Fig. 1b

⊗ Fig. 1c

⊗ Fig. 1d

⊕ Fig. 1e

⊗ Fig. 1f

⊗ Fig. 1g

Fig. 2b

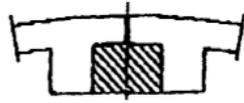


Fig. 2d

Fig. 2c

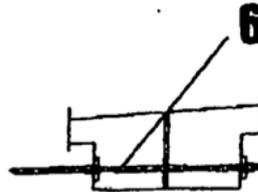


Fig. 2e

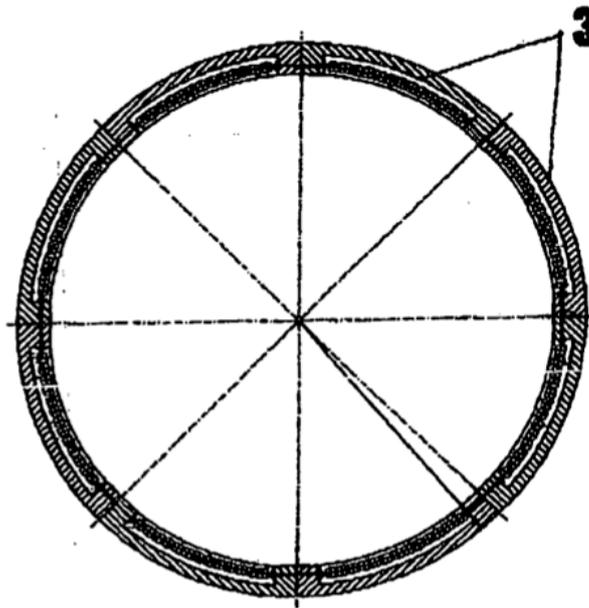


Fig. 2a

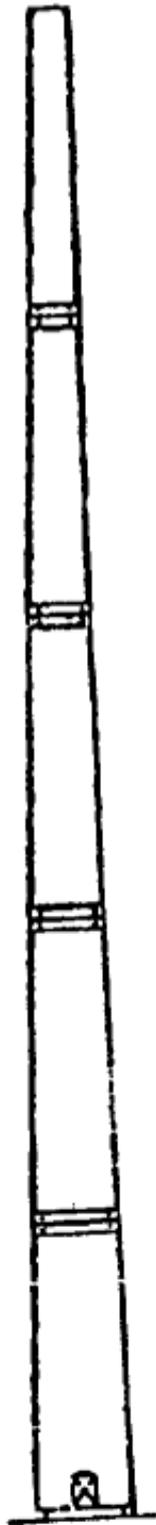


Fig. 3a

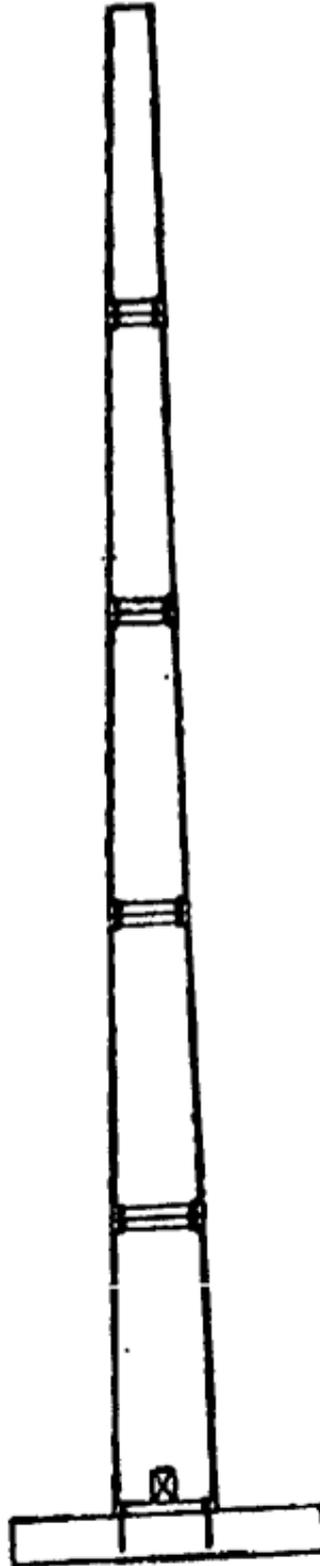


Fig. 3b

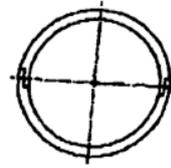
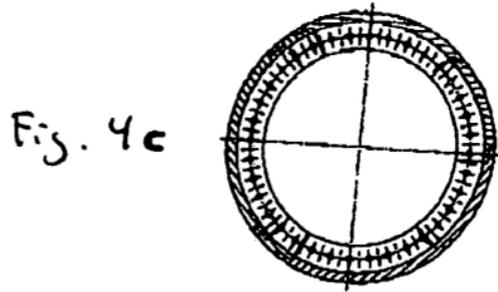


Fig. 4f

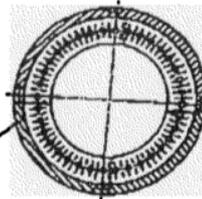
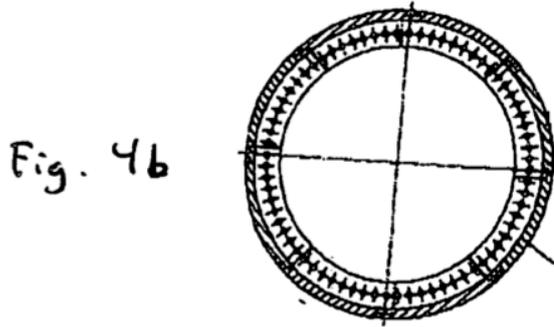


Fig. ~~4b~~
4e

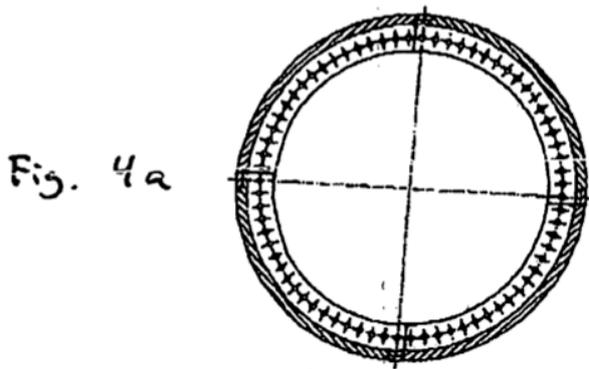


Fig. 4d

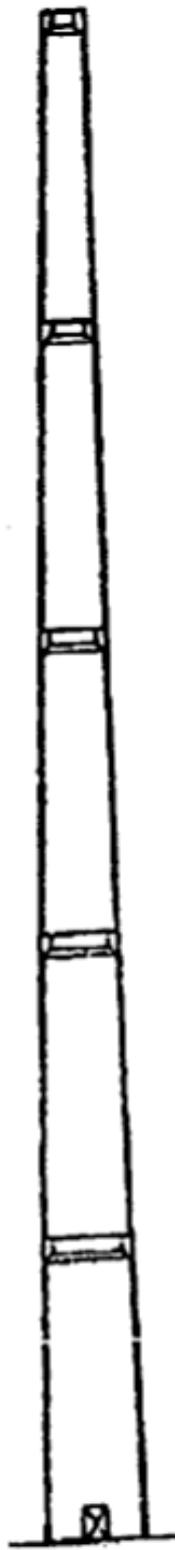


Fig. 5a

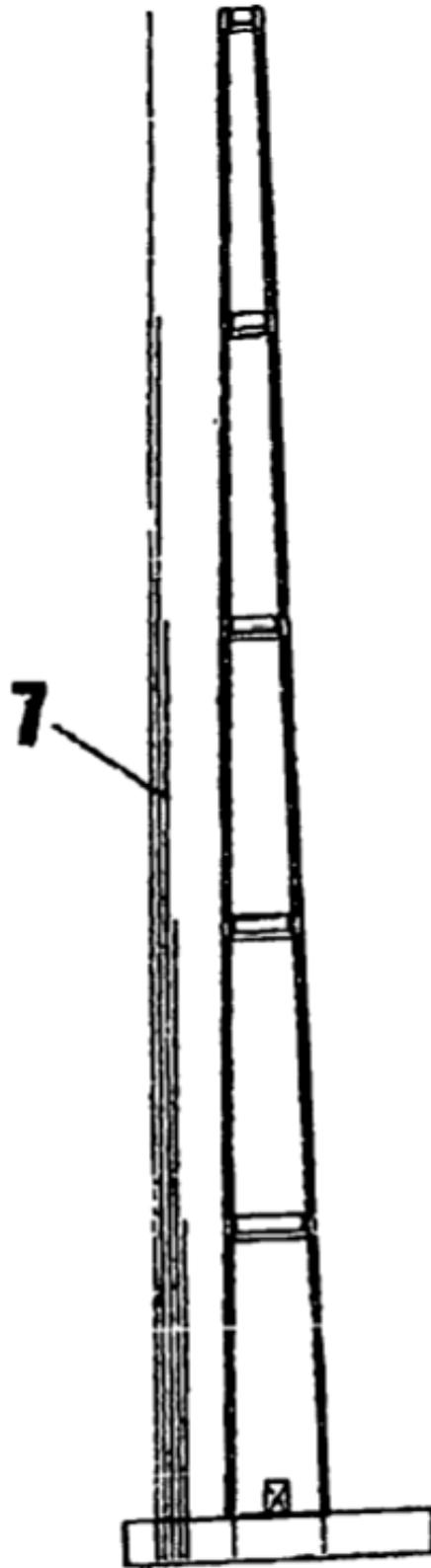


Fig. 5b

