

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 398**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014** **E 14382546 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019** **EP 3034863**

54 Título: **Pala de aerogenerador y aerogenerador que comprende dicha pala**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.06.2020

73 Titular/es:

NORDEX ENERGY SPAIN, S.A.U. (100.0%)
Polígono Industrial Barasoain Parcela 2
31395 Barasoain (Navarra), ES

72 Inventor/es:

DONAZAR MORIONES, CARLOS;
GOROSTIDI MARTÍNEZ DE LECEA, ÁLVARO;
HA, SUNG KYU;
ARLABÁN GABEIRAS, TERESA;
GARCÍA SAYÉS, JOSÉ MIGUEL y
NÚÑEZ POLO, MIGUEL

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 768 398 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

Pala de aerogenerador y aerogenerador que comprende dicha pala

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a una pala de aerogenerador que comprende al menos un componente longitudinal que comprende al menos dos tramos longitudinales con fibras a distintas orientaciones dependiendo de la ubicación de dichos tramos a lo largo de la pala.

10 El objeto de la invención es una pala de aerogenerador donde la orientación de las fibras en los tramos de la pala se adapta a los estados de carga predominantes en cada uno de los tramos.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La tendencia actual en el diseño de aerogeneradores es incrementar la longitud de las palas para aumentar la producción de energía anual, tratando de alcanzar una solución de compromiso entre ligereza y rigidez.

20 Para ello, en la etapa de diseño de la pala se determinan las características más adecuadas para cada uno de los componentes longitudinales que forman la pala. Estos componentes longitudinales son:

- una piel exterior que confiere la geometría aerodinámica a la pala formada generalmente por dos valvas adheridas entre sí,
- unas vigas adheridas a las conchas (o parcialmente embebidas en ellas) que confieren la rigidez estructural necesaria.
- 25 - unos largueros que unen las vigas entre sí y transfieren los esfuerzos de cortadura.

30 Para lograr palas ligeras y suficientemente rígidas, en el diseño se emplean materiales poliméricos que incluyen tejidos de fibra de vidrio y/o de carbono embebidos en una matriz polimérica, añadiendo en algunas zonas núcleos de madera o de espumas plásticas.

35 De forma genérica, el procedimiento de fabricación de un componente longitudinal de una pala de aerogenerador consiste en disponer una serie de capas de tejido de fibra polimérica sobre un molde, apiladas unas sobre otras, siguiendo una secuencia de laminación previamente establecida. La secuencia de laminación determina el número de capas de tejido y la orientación de las fibras de cada capa respecto de una dirección de referencia que habitualmente es la dirección longitudinal de la pala. Para rigidizar y/o mejorar el comportamiento a pandeo del componente longitudinal, suelen disponerse núcleos de aligeramiento, normalmente hechos de espumas plásticas o madera, en determinadas zonas entre las capas de tejido. Para garantizar la unión de las diferentes capas de tejido de fibras entre sí y con los núcleos se emplea un material polimérico que las cohesiona denominado matriz.

40 La aplicación de esta matriz se realiza mediante cualquiera de los procedimientos habituales empleados en la fabricación de materiales compuestos (infusión, RTM en sus diferentes variantes, pultrusión, etc.) que a su vez contemplan la utilización de diferentes elementos auxiliares para facilitar el proceso de fabricación. En otros casos, la fibra se presenta en telas total o parcialmente impregnadas de la mencionada matriz (pre-pregs).

45 Habitualmente, las orientaciones de las fibras de las telas se seleccionan dependiendo del componente longitudinal de la pala y según el tipo de esfuerzos a que esté sometido. Las orientaciones más habituales son 0°, 45° y 90° con respecto a la dirección longitudinal de la pala. Además, el espesor de los compuestos (p.ej. el número de capas del compuesto formado por resina y tela) empleado en cada zona de los componentes longitudinales de la pala, se selecciona dependiendo de la magnitud de dichos esfuerzos predominantes.

50 Las telas se forman empleando fibras con la orientación más adecuada (o las orientaciones más adecuadas) según el componente longitudinal. Las telas pueden comprender fibras con distintas orientaciones con respecto a una dirección de referencia. Habitualmente las telas incluyen fibras con 1, 2 ó 3 orientaciones con las siguientes combinaciones estándar son:

- uniaxial a 0°
- biaxial a +/-45°
- 55 - triaxial a 0° y +/-45°.

60 Estas telas se colocan en el molde para fabricar la pala, extendiéndolas a lo largo de cada componente longitudinal.

De esta manera, según el tipo de esfuerzos que soporte cada componente longitudinal se emplea un tipo u otro de telas, o incluso combinaciones de varias capas de distintos tipos de telas. Además, en función de la magnitud de los esfuerzos, se selecciona el número de capas de cada zona del componente longitudinal.

5 El solicitante conoce la existencia de antecedentes que describen el uso de telas biaxiales o triaxiales con ángulos distintos a 45°. Entre ellos se encuentra el artículo "Innovative design procedures for large-scale wind turbine blades". JEC Composites Magazine. Nº 70. Enero-Febrero 2012, donde se propone emplear telas con orientaciones de fibras distintas de 45° en determinados componentes de la pala en función de la relación entre los esfuerzos normales y de
10 cortadura en cada uno de dichos componentes, donde más concretamente se dice expresamente que la piel de la pala se fabrica completamente a partir de telas triaxiales de fibras con orientación 0°, +/-25°.

Los documentos US2014193269A, US2013101430A1 y US2011052408A1 divulgan una pala de aerogenerador de acuerdo al preámbulo de la reivindicación 1.

15 Sin embargo, en el antecedente anterior se emplea una única orientación de fibra en tejidos uniaxiales o una única combinación de orientaciones de fibras en tejidos biaxiales o triaxiales para todo el componente longitudinal de la pala, con lo que se establece la misma orientación (o mismas orientaciones) de fibras en todo el componente longitudinal.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

20 La presente invención se refiere a una pala de aerogenerador que comprende al menos un componente longitudinal que comprende al menos dos tramos longitudinales:

- un primer tramo longitudinal que comprende una primera pluralidad de fibras, donde la primera pluralidad de fibras se encuentra dispuesta formando un primer ángulo con respecto a una dirección de referencia, y
- 25 • un segundo tramo longitudinal más cercano que el primer tramo longitudinal a una punta de la pala que comprende al menos una segunda pluralidad de fibras, donde la segunda pluralidad de fibras se encuentra dispuesta formando un segundo ángulo con respecto a la dirección de referencia.

30 El primer ángulo con respecto a la dirección de referencia de la primera pluralidad de fibras del primer tramo longitudinal es mayor que el segundo ángulo con respecto a la dirección de referencia de la segunda pluralidad de fibras del segundo tramo longitudinal.

35 Como dirección de referencia se emplea la dirección longitudinal de la pala aunque pueden emplearse otras direcciones de referencia, como la dirección longitudinal del componente longitudinal. La dirección longitudinal del componente longitudinal puede ser paralela a la dirección longitudinal de la pala o no serlo.

El al menos un componente longitudinal de la pala del aerogenerador se selecciona de entre los siguientes:

- 40 - una piel exterior que confiere las características aerodinámicas de la pala formada generalmente por dos valvas adheridas entre sí,
- al menos una de las valvas citadas,
- al menos una viga adherida a las conchas (o parcialmente embebida en ellas) que confiere la rigidez estructural necesaria.
- 45 - al menos un larguero que une las vigas entre sí y transfiere los esfuerzos de cortadura.

Esta disposición de fibras es especialmente ventajosa debido a que el componente longitudinal de la pala de aerogenerador comprende:

- 50 - una primera zona en la que predominan los esfuerzos de cortadura sobre los esfuerzos normales y longitudinales, y
- una segunda zona, más cercana a la punta de pala que la primera zona, en la que predominan los esfuerzos longitudinales sobre los esfuerzos de cortadura y normales.

En una realización, la primera zona del componente longitudinal se extiende desde la raíz de la pala hasta aproximadamente una zona de cuerda máxima de la pala.

55 Opcionalmente, el primer tramo longitudinal se encuentra comprendido en la primera zona del componente longitudinal de la pala, en la que predominan los esfuerzos de cortadura sobre los esfuerzos normales y longitudinales, y el segundo tramo longitudinal se encuentra comprendido en la segunda zona del componente longitudinal de la pala, en la que predominan los esfuerzos longitudinales sobre los esfuerzos de cortadura y normales.

60 De esta manera, el primer tramo longitudinal está configurado para soportar estados tensionales en los que predominan los esfuerzos de cortadura sobre esfuerzos normales y longitudinales, y el segundo tramo longitudinal está configurado para soportar estados tensionales en los que predominan los esfuerzos longitudinales sobre

esfuerzos de cortadura y normales, adecuándose de esta manera la orientación de la primera y segunda pluralidad de fibras de cada tramo longitudinal a los esfuerzos predominantes en las zonas en las que se encuentran.

De manera también opcional, el primer tramo longitudinal y el segundo tramo longitudinal son adyacentes.

Opcionalmente, el primer ángulo con respecto a la dirección de referencia de la primera pluralidad de fibras del primer tramo longitudinal está comprendido en el intervalo $[30^\circ, 60^\circ]$ o en su conjugado $[-30^\circ, -60^\circ]$.

Opcionalmente, el segundo ángulo con respecto a la dirección de referencia de la segunda pluralidad de fibras del segundo tramo longitudinal está comprendido en el intervalo $[10^\circ, 30^\circ]$ o en su conjugado $[-10^\circ, -30^\circ]$.

Opcionalmente, el al menos un componente longitudinal de la pala del aerogenerador comprende además un tercer tramo longitudinal dispuesto entre el primer tramo longitudinal y el segundo tramo longitudinal, que comprende al menos una parte de la primera pluralidad de fibras del primer tramo longitudinal superpuesta con al menos una parte de la segunda pluralidad de fibras del segundo tramo longitudinal. Este tercer tramo longitudinal puede comprender adicionalmente una tercera pluralidad de fibras con un ángulo diferente al primer y segundo ángulos con respecto a la dirección de referencia.

Opcionalmente, el al menos un componente longitudinal de la pala del aerogenerador comprende además un cuarto tramo longitudinal más cercano a la raíz de la pala que el primer tramo longitudinal, que comprende, al menos una cuarta pluralidad de fibras que se encuentra dispuesta formando un ángulo con respecto a la dirección de referencia que es menor que el primer ángulo con respecto a la dirección de referencia de la primera pluralidad de fibras del primer tramo longitudinal. En una realización, el cuarto tramo longitudinal comprende al menos parte de la raíz de la pala, siendo el componente longitudinal al menos una de las valvas.

El al menos un componente longitudinal puede comprender, entre dos tramos longitudinales adyacentes de los anteriormente descritos, un tramo de transición que comprende al menos una quinta pluralidad de fibras, que se encuentra dispuesta formando un quinto ángulo con respecto a la dirección de referencia cuyo valor está comprendido entre los ángulos de la pluralidad de fibras de tramos longitudinales adyacentes.

La pala así configurada permite reducir el número de capas de tejido dispuestas en cada tramo longitudinal respecto a las palas del estado de la técnica, gracias a que las orientaciones de las fibras empleadas se definen en función del tipo de esfuerzos predominante en cada uno de los tramos longitudinales del componente longitudinal asociado y de esta forma se maximiza la carga que puede ser soportada por cada capa en cada tramo manteniendo el peso y coste de la pala tan bajo como sea posible.

La invención se refiere también a un aerogenerador que comprende al menos una pala con las características descritas anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra una vista en alzado de un aerogenerador que comprende tres palas como las de la presente invención.

La Figura 2 muestra una sección transversal de una de las palas mostradas en la Figura 1.

La Figura 3 muestra una vista en esquema de los esfuerzos predominantes en cada zona de la pala.

La Figura 4 muestra una vista en esquema de la primera pluralidad de fibras y la segunda pluralidad de fibras del primer y segundo tramo longitudinal respectivamente del al menos un componente longitudinal de la pala de la presente invención.

La Figura 5 muestra una vista en esquema de la primera pluralidad de fibras, la segunda pluralidad de fibras, la tercera pluralidad de fibras y la cuarta pluralidad de fibras del primer, segundo, tercer y cuarto tramo longitudinal respectivamente del al menos un componente longitudinal de la pala de la presente invención.

La Figura 6 muestra una vista en esquema de la primera pluralidad de fibras, la cuarta pluralidad de fibras y la quinta pluralidad de fibras del primer, cuarto y quinto tramo longitudinal respectivamente del al menos un componente longitudinal de la pala de la presente invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación se describe de manera detallada la pala (10) de aerogenerador (20) de la presente invención.

La pala (10) comprende una raíz (23), una punta (22), una cuerda de una sección para cada sección de una pluralidad de secciones de la pala (10) y al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) que comprende al menos dos tramos longitudinales (1, 2, 3, 4, 5):

- 5 • un primer tramo longitudinal (1) que comprende una primera pluralidad de fibras (11), donde la primera pluralidad de fibras (11) se encuentra dispuesta formando un primer ángulo con respecto a una dirección de referencia, donde la dirección de referencia es preferentemente la dirección longitudinal (21) de la pala (10), y
- 10 • un segundo tramo longitudinal (2), más cercano que el primer tramo longitudinal (1) a una punta (22) de la pala (10), que comprende al menos una segunda pluralidad de fibras (12), donde la segunda pluralidad de fibras (12) se encuentra dispuesta formando un segundo ángulo con respecto a la dirección de referencia,

donde el primer ángulo con respecto a la dirección de referencia de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) es mayor que el segundo ángulo con respecto a la dirección de referencia de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2).

15 El al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) del aerogenerador (20) se selecciona de entre los siguientes:

- 20 - una piel exterior (16) formada generalmente por dos valvas o conchas exteriores (17) unidas entre sí en la zona del borde de ataque y de salida,
- al menos una de las citadas valvas o conchas exteriores (17) anteriores,
- al menos una viga (18) dispuestas adherida en las pieles exteriores (16) o parcialmente embebida en ellas (16),
- al menos un larguero (19) que une al menos dos vigas (18) entre sí y transfiere los esfuerzos de cortadura,

25 siendo preferentemente una valva o concha exterior (17), o una viga (18).

El al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) del aerogenerador (20) comprende además:

- 30 - una primera zona (8) desde una raíz (23) de la pala (10) hasta aproximadamente una zona de cuerda máxima (24) en la que predominan los esfuerzos de cortadura sobre los esfuerzos normales y longitudinales, donde el primer tramo longitudinal (1) está comprendido en ésta primera zona (8), y
- una segunda zona (9) desde el final de la primera zona (8) hasta la punta (22) de pala (10) en la que predominan los esfuerzos longitudinales sobre los esfuerzos de cortadura y normales, donde el segundo tramo longitudinal (2) está comprendido en ésta segunda zona (9).

35 El primer ángulo con respecto a la dirección de referencia de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) está comprendido en el intervalo $[30^\circ, 60^\circ]$, preferentemente 45° , o en su conjugado $[-30^\circ, -60^\circ]$, preferentemente -45° .

40 Opcionalmente, el segundo ángulo con respecto a la dirección de referencia de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2) está comprendido en el intervalo $[10^\circ, 30^\circ]$, siendo preferentemente 25° , o en su conjugado $[-10^\circ, -30^\circ]$, siendo preferentemente -25° .

45 La primera (11) y segunda (12) pluralidad de fibras están constituidas habitualmente por tejidos prefabricados, con las fibras entretejidas según el o los ángulos especificados, que se disponen apilados en sucesivas capas. El número de capas de tejido dependerá de la magnitud y los estados de carga en cada zona (8, 9) de la pala. Empleando una primera (11) y una segunda (12) pluralidad de fibras con ángulos según lo descrito, el número de capas en cada zona (8, 9) puede reducirse con respecto a las palas del estado de la técnica.

50 En un primer ejemplo de realización el primer tramo longitudinal (1) y el segundo tramo longitudinal (2) son adyacentes.

En otros ejemplos de realización, el al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) del aerogenerador (20) comprende además un tercer tramo longitudinal (3) dispuesto entre el primer tramo longitudinal (1) y el segundo tramo longitudinal (2), que comprende al menos una parte de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) superpuesta con al menos una parte de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2). Según estas realizaciones, una parte de la primera (11) y segunda (12) pluralidad de fibras se extienden más allá del primer (1) y segundo (2) tramo longitudinal y se superponen para lograr una transición adecuada.

60 Dicha superposición se puede lograr de dos maneras alternativas:

- En un segundo ejemplo de realización, la superposición de las fibras del tercer tramo longitudinal (3) se lleva a cabo de manera que la totalidad de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) se

encuentra solapada con la totalidad de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2).

- 5
- En un tercer ejemplo de realización, la superposición de las fibras del tercer tramo longitudinal (3) se lleva a cabo de manera que cada una de las fibras de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) se encuentra solapada con una de las fibras de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2).

10

Además, el tercer tramo longitudinal (3) puede comprender una tercera pluralidad de fibras (13) con un ángulo diferente al primer y segundo ángulos con respecto a la dirección de referencia, superponiendo, de cualquiera de las maneras especificadas en el estado de la técnica, en un primer extremo (25) del tercer tramo longitudinal (3) adyacente al primer tramo longitudinal (1) al menos una parte de la tercera pluralidad de fibras (13) con al menos una parte de la primera pluralidad de fibras (11) y en un segundo extremo (26) del tercer tramo longitudinal (3) adyacente al segundo tramo longitudinal (2), al menos una parte de la tercera pluralidad de fibras (13) con al menos una parte de la segunda pluralidad de fibras (12).

15

Según cualquiera de las anteriores realizaciones, el tercer tramo longitudinal (3) constituye una zona de transición entre el primer (1) el segundo tramo longitudinal (2) en el que se logran propiedades adecuadas al cambio de tipología de esfuerzos predominantes.

20

El al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) del aerogenerador (20) comprende además un cuarto tramo longitudinal (4) más cercano a la raíz (23) de la pala (10) que el primer tramo longitudinal (1), que comprende al menos una cuarta pluralidad de fibras (14), donde la cuarta pluralidad de fibras (14) se encuentra dispuesta formando un cuarto ángulo con respecto a la dirección de referencia que es menor que el primer ángulo con respecto a la dirección de referencia de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1).

25

En otros ejemplos de realización, el al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) comprende, entre dos tramos longitudinales adyacentes de los anteriormente descritos, un tramo de transición que comprende al menos una quinta pluralidad de fibras (15), donde la quinta pluralidad de fibras (15) se encuentra dispuesta formando un quinto ángulo con respecto a la dirección de referencia y cuyo valor está comprendido entre los ángulos de la pluralidad de fibras de tramos longitudinales adyacentes.

30

La invención se refiere también a un aerogenerador (20) que comprende al menos una pala (10) con las características descritas anteriormente.

35

REIVINDICACIONES

- 1.- Pala (10) de aerogenerador (20) que comprende al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) que comprende al menos dos tramos longitudinales (1, 2, 3, 4, 5):
- un primer tramo longitudinal (1) que comprende una primera pluralidad de fibras (11), donde la primera pluralidad de fibras (11) se encuentra dispuesta formando un primer ángulo con respecto a una dirección longitudinal (21) de la pala (10) o a una dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19), y
 - un segundo tramo longitudinal (2) más cercano que el primer tramo longitudinal (1) a una punta (22) de la pala (10) que comprende, al menos, una segunda pluralidad de fibras (12), donde la segunda pluralidad de fibras (12) se encuentra dispuesta formando un segundo ángulo con respecto a la dirección longitudinal (21) de la pala (10) o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19),
- donde el primer ángulo con respecto a la dirección longitudinal (21) de la pala o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) es mayor que el segundo ángulo con respecto a la dirección longitudinal (21) de la pala (10) o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2) caracterizada porque el primer tramo longitudinal (1) y el segundo tramo longitudinal (2) comprenden fibras a diferentes orientaciones dependiendo de la ubicación del primer tramo (1) y el segundo tramo (2) a lo largo de la pala (10).
- 2.- Pala (10) de aerogenerador (20) según reivindicación 1 caracterizada por que el al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) comprende además:
- una primera zona (8) en la que predominan los esfuerzos de cortadura sobre los esfuerzos normales y longitudinales, y
 - una segunda zona (9) más cercana a la punta (22) de la pala (10) que la primera zona en la que predominan los esfuerzos longitudinales sobre los esfuerzos de cortadura y normales.
- 3.- Pala (10) de aerogenerador (20) según reivindicación 2 caracterizada por que comprende una raíz (23) y donde la primera zona del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) se extiende desde la raíz (23) de la pala (10) hasta una zona donde una cuerda (24) de la pala (10) es máxima.
- 4.- Pala (10) de aerogenerador (20) según reivindicación 3 caracterizada por que comprende una punta (22), donde el primer tramo longitudinal (1) está comprendido en la primera zona (8), la segunda zona (9) se extiende desde el final de la primera zona (8) a la punta (22) de la pala (10), y el segundo tramo longitudinal (2) está comprendido en la segunda zona (9).
- 5.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que el primer ángulo con respecto a la dirección longitudinal (21) de la pala o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) está comprendido en el intervalo $[30^\circ, 60^\circ]$, siendo preferiblemente 45° o en su conjugado $[-30^\circ, -60^\circ]$, siendo preferiblemente -45° .
- 6.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que el segundo ángulo con respecto a la dirección de longitudinal (21) de la pala o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2) está comprendido en el intervalo $[10^\circ, 30^\circ]$, siendo preferiblemente 25° o en su conjugado $[-10^\circ, -30^\circ]$, siendo preferiblemente -25° .
- 7.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que el primer tramo longitudinal (1) y el segundo tramo longitudinal (2) son adyacentes.
- 8.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizada por que el al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) del aerogenerador (20) comprende además un tercer tramo longitudinal (3) dispuesto entre el primer tramo longitudinal (1) y el segundo tramo longitudinal (2), que comprende al menos una parte de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) superpuesta con al menos una parte de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2).
- 9.- Pala (10) de aerogenerador (20) según reivindicación 8 caracterizada por que la superposición de las fibras del tercer tramo longitudinal (3) se lleva a cabo de manera que la totalidad de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) se extiende más allá del primer tramo longitudinal (1) y se encuentra solapada con la totalidad de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2) que se extiende más allá del segundo tramo longitudinal (2).
- 10.- Pala (10) de aerogenerador (20) según reivindicación 8 caracterizada por que la superposición de las fibras del tercer tramo longitudinal (3) se lleva a cabo de manera que cada una de las fibras de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1) se encuentra solapada con una de las fibras de la segunda pluralidad de fibras (12) del segundo tramo longitudinal (2).

- 11.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 caracterizada por que el tercer tramo longitudinal (3) comprende además una tercera pluralidad de fibras (13) con un ángulo diferente al primer y segundo ángulos con respecto a la dirección de referencia (21).
- 5 12.- Pala (10) de aerogenerador (20) según reivindicación 11 caracterizada por que comprende un primer extremo (25) del tercer tramo longitudinal (3) adyacente al primer tramo longitudinal (1) donde se encuentran superpuestas al menos una parte de la tercera pluralidad de fibras (13) con al menos una parte de la primera pluralidad de fibras (11), y un segundo extremo (26) del tercer tramo longitudinal (3) contiguo al segundo tramo longitudinal (2) donde se encuentran superpuestas al menos una parte de la tercera pluralidad de fibras (13) con al menos una parte de la segunda pluralidad de fibras (12).
- 10 13.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que el al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) del aerogenerador (20) comprende además un cuarto tramo longitudinal (4) más cercano a la raíz (23) de la pala (10) que el primer tramo longitudinal (1), que comprende, al menos una cuarta pluralidad de fibras (14), donde la cuarta pluralidad de fibras (14) se encuentra dispuesta formando un cuarto ángulo con respecto a la dirección longitudinal (21) de la pala o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) que es menor que el primer ángulo con respecto a la dirección longitudinal (21) de la pala o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la primera pluralidad de fibras (11) del primer tramo longitudinal (1).
- 15 14.- Pala (10) de aerogenerador (20) según reivindicación 13 caracterizada por que el cuarto tramo longitudinal (4) comprende al menos parte de la raíz (23) de la pala (10).
- 20 15.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que el al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) comprende, entre dos tramos longitudinales adyacentes (1, 2, 3, 4), un tramo de transición (5) que comprende al menos una quinta pluralidad de fibras (15), donde la quinta pluralidad de fibras (15) se encuentra dispuesta formando un quinto ángulo con respecto a la dirección longitudinal (21) de la pala o a la dirección longitudinal del componente longitudinal (16, 17, 18, 19) cuyo valor está comprendido entre los ángulos de la pluralidad de fibras de tramos longitudinales adyacentes.
- 25 30 16.- Pala (10) de aerogenerador (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por que el al menos un componente longitudinal (16, 17, 18, 19) de la pala (10) del aerogenerador (20) se selecciona de entre los siguientes:
- 35 - una piel exterior (16) formada generalmente por dos valvas o conchas exteriores (17) unidas entre sí en una zona de un borde de ataque y en una zona de un borde de salida de la pala,
- al menos una de las citadas valvas o conchas exteriores (17) anteriores,
- al menos una viga (18) dispuesta adherida o parcialmente embebida en las pieles exteriores (16),
- al menos un larguero (19) que une al menos dos vigas (18) entre sí.
- 40 17.- Aerogenerador (20) que comprende al menos una pala (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

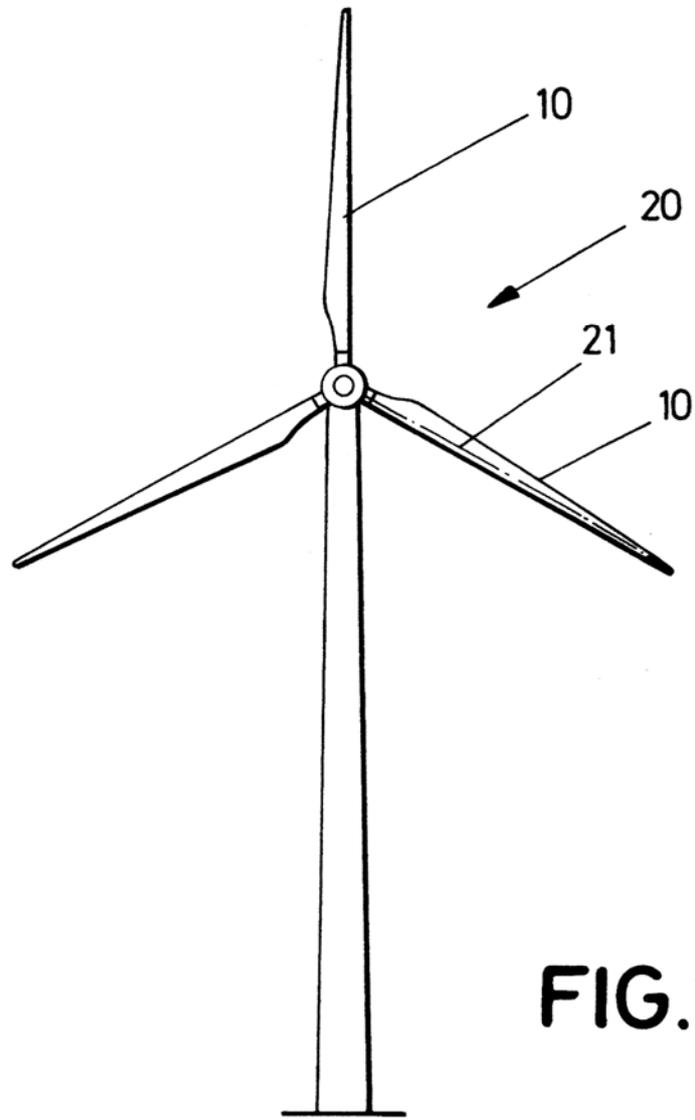


FIG.1

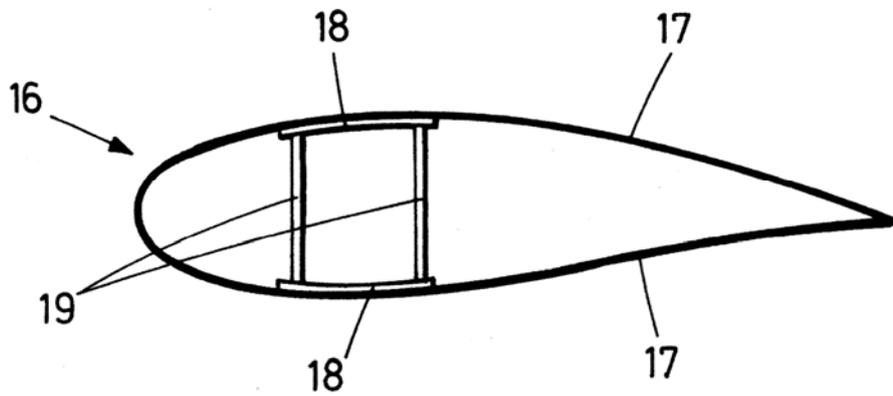


FIG.2

