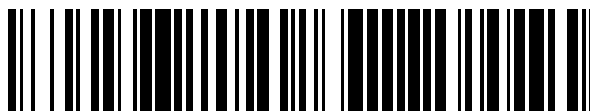


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 767**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2012 PCT/EP2012/068285**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13041498**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2012 E 12759159 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2758657**

54 Título: **Dispositivo de unión de tramos de alas y procedimiento de ensamblaje de tales tramos**

30 Prioridad:

**20.09.2011 FR 1158357**

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

**19.03.2018**

73 Titular/es:

**ARIANEGROUP SAS (100.0%)  
Tour Cristal, 7-11 Quai André Citroën  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CUSSAC, DAVID y  
HUMBLLOT, ANTOINE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 659 767 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**

Dispositivo de unión de tramos de alas y procedimiento de ensamblaje de tales tramos

5 La presente invención se refiere a la tecnología de las uniones mecánicas de las piezas estructurales de materiales compuestos y a los dispositivos de ensamblaje de tales piezas y, en particular, de tramos de alas o de palas. Es un caso particular de aplicación de esta invención el de las palas de aerogeneradores.

10 A día de hoy, se diseñan aerogeneradores cuyas palas alcanzan varias decenas de metros. Tales palas, lógicamente, plantean numerosos problemas técnicos, pero también logísticos. El transporte terrestre o marítimo de estas estructuras puede resultar ser problemático, sobre todo si la accesibilidad de la zona de implantación es difícil. Desde el punto de vista técnico, la utilización de materiales compuestos permite aligerar las palas y, por tanto, disminuir los esfuerzos sobre la estructura completa del aerogenerador (pala / mástil / cimientos). Desde el punto de vista logístico, el ensamblaje de tramos de palas en el emplazamiento permite reducir la criticidad y el coste de las fases de transporte.

Se plantea, pues, el problema del ensamblaje de piezas de materiales compuestos, en una perspectiva de solución optimizada mecánicamente en cuanto a masa, coste y simplicidad.

15 Se advertirá que existen dos grandes familias de procedimientos de unión:

- los procedimientos por pegado, que ocasionalmente pueden incluir fibras o tejidos, cuya tecnología se emparenta entonces con la de la elaboración de los materiales compuestos; el gran inconveniente de las uniones pegadas radica en el hecho de que no son desmontables.
- Los procedimientos mecánicos, que permiten el desmontaje de las uniones. Nos encontramos con estos procedimientos mecánicos, por ejemplo, en los documentos EP 1584817, EP 1878915 y EP 1244873.

En todos los casos, la unión se lleva a cabo mediante piezas metálicas que van fijadas a su vez a la estructura de la pala de material compuesto.

25 Una de las características comunes a los documentos EP 1584817, EP 1878915 y EP 1244873 es que la unión recae en varias piezas metálicas, fijadas cada una de ellas al material compuesto de manera discontinua mediante fijaciones mecánicas (tornillos, pasadores).

No obstante, estas soluciones no permiten asegurar un paso homogéneo de esfuerzo por toda la pared de material compuesto, lo que genera sobreflujos locales que llevan consigo una falta de optimización de la estructura.

Puede darse en tal caso un riesgo de rotura progresiva que arranca en las zonas sometidas a mayor tensión, fenómeno de aparición de puntos de desgarre.

30 Además, en la esfera de análisis mecánico, estos sobreflujos locales son difíciles de cuantificar, lo cual incide negativamente en la fiabilidad y la optimización de la estructura. Y, por tanto, la unión realizada es difícil de garantizar.

35 Nótese asimismo que el documento EP 1878915 describe una unión que se refiere a la piel de la pala en su conjunto, mientras que, en los conceptos avanzados, la pala incluye un cajón central que es portador de los esfuerzos y en el que se condensan las uniones.

El documento US 2010/0122442 A1 describe un dispositivo de empalme de tramos de palas para el cual una brida central está recortada en dos placas de empalme empernadas entre sí para solidarizar las palas. Tal realización no transfiere debidamente los esfuerzos de torsión de las palas en el empalme entre los tramos.

40 El documento FR 2948154 a nombre de la firma solicitante se refiere al ensamblaje de tramos de palas de aerogeneradores, y prevé una unión por pernos a al menos doble cizalladura, la unión entre el metal y el material compuesto utiliza un herraje continuo por lateral o un marco continuo y cerrado, para encargarse del paso de los esfuerzos a la estructura del larguero de la pala, el conjunto de unión, incluidos los elementos de fijación, se encuentra en el interior del perfil aerodinámico de la pala.

45 Esta unión desmontable es una adaptación de las uniones mecánicas procedentes del ámbito espacial. Pone en juego marcos metálicos complejos y, por tanto, costosos. Este tipo de unión resulta especialmente adecuado para las palas de dimensiones muy grandes, para las cuales las solicitaciones son de gran consideración. Esta solución conlleva taladrar la tapa de la pala y, por tanto, reforzarla con pliegues suplementarios. La unión a cizalladura doble también conlleva un desalineamiento de la fibra neutra de la tapa necesaria para asegurar la continuidad del perfil aerodinámico. Asimismo, se tiene que prever una cubierta para recubrir esta zona de unión.

50

Con respecto a la técnica anterior, son los objetivos de la presente invención realizar una unión de coste y masa optimizados, por pegado y ensamblaje mecánico, sin taladrado ni desalineamiento de la tapa, desmontable, con un procedimiento de ensamblaje simplificado en el emplazamiento y que asegure la continuidad del perfil aerodinámico sin aportación de cubierta.

5 Para conseguir esto, la solución que la presente invención propone reside en los siguientes principios: los tramos de la pala se ensamblan por intermedio de cajones de material compuesto pegados entre las pieles de cada uno de los tramos y una red de tirantes, el apriete de estos tirantes sobre costillas metálicas, ocasionalmente por intermedio de trampillas de acceso en las pieles, pone los cajones a compresión. Los cajones son equiparables a espaciadores.

10 Más concretamente, la presente invención propone un dispositivo de unión de tramos de alas tales como palas de aerogeneradores que incluye, en los extremos de los tramos confrontados, cajones centrales entestados y apretados uno contra otro mediante espigas de apriete.

Los esfuerzos de apriete solicitan las espigas de apriete a tracción y los cajones, a compresión. Los esfuerzos de flexión transitan por las uniones pegadas entre los cajones y las pieles. Los esfuerzos cortantes transitan por unos largueros de los cajones.

15 Ventajosamente, cada uno de los cajones está provisto de una caja de unión tubular y de placas de apoyo entre las cuales queda recibida la caja de unión.

Preferiblemente, las espigas de apriete atraviesan las cajas de unión, estando las placas de apoyo dotadas de agujeros para paso de las espigas de apriete.

20 Ventajosamente, las espigas determinan una red de tirantes, poniendo el apriete de estos tirantes sobre las placas de apoyo las cajas de unión a compresión.

De acuerdo con una forma particular de realización de la invención, las placas de apoyo están conformadas en costillas de los tramos de alas.

Ventajosamente, los cajones determinan espaciadores de los tramos.

25 De acuerdo con una forma particular de realización, las cajas de unión tubulares incluyen largueros y travesaños pegados juntos a bloques de cierre de las cajas de unión, determinando dichos bloques, con unas placas externas rígidas, dichas placas de apoyo.

De acuerdo con una forma particular de realización, los largueros son largueros de material compuesto de masa reducida.

Los travesaños de los cajones son preferiblemente elementos de tapas de los tramos.

30 La invención se refiere además a un ala tal como una pala de aerogenerador en varios tramos que incluye al menos un dispositivo de unión según la invención.

Siendo el dispositivo tal que los travesaños de los cajones son elementos de tapas de los tramos, las pieles de los intradós y extradós de los tramos del ala están pegadas ventajosamente a las tapas de los tramos.

35 El ala puede ser ventajosamente tal que los tramos incluyan al menos una viga en I en prolongación de los cajones del dispositivo de unión.

La invención se refiere además a un procedimiento de realización de tramos de alas tales como palas de aerogeneradores que incluye una etapa de realización de dispositivos de unión de dichos tramos en forma de cajones centrales de empalme.

40 Preferiblemente, se fabrica cada uno de los cajones a partir de una caja de unión tubular y de placas de apoyo entre las cuales queda recibida la caja de unión tubular.

El procedimiento incluye preferiblemente una etapa de taladrado de agujeros para paso de espigas de apriete en las placas de apoyo y una etapa de colocación de tubos de recepción de las espigas de apriete entre las placas de apoyo.

45 El procedimiento incluye ventajosamente una etapa de pegado de largueros de las cajas de unión a unos bloques de cierre de las cajas y de pegado de travesaños determinantes de tapas de los cajones.

De acuerdo con una forma particular de realización, el procedimiento incluye una etapa de puesta de los dispositivos de unión en situación entestada, poniéndose las primeras placas de apoyo en apoyo contra una cuña central, una etapa de inserción de las espigas y de puesta de los cajones a compresión mediante medios de apriete en la punta de las espigas.

Ventajosamente, se realizan las placas de apoyo mediante ensamblaje de placas externas rígidas con los bloques de cierre de las cajas.

5 El procedimiento incluye ventajosamente una etapa de pegado de una primera piel determinante de un primero de los intradós o extradós del tramo del ala al dispositivo de unión y de pegado de la primera piel a una primera tapa ensamblada con un larguero de una viga, y una etapa de pegado de una segunda piel determinante del segundo de los intradós o extradós del tramo del ala al dispositivo de unión, a la primera piel y a una segunda tapa pegada al larguero, determinando las tapas primera y segunda y el larguero un elemento de viga del ala.

Ventajosamente, el procedimiento incluye a continuación una etapa de polimerización del ala en un molde.

10 Preferiblemente, el procedimiento incluye una etapa ulterior de desmontaje de las espigas y de separación de los tramos mediante corte de la cuña entre las primeras placas de apoyo para almacenamiento y transporte de los tramos separados.

15 Finalmente, la invención se refiere a un procedimiento de ensamblaje de tramos de alas realizados según el procedimiento de realización de los tramos de la invención y que incluye una etapa de puesta de los tramos en situación entestada en correspondencia con los dispositivos de unión, inserción de espigas de apriete en las placas de apoyo de los dispositivos de unión y apriete de las espigas mediante tuercas en la punta de las espigas.

Otras características y ventajas de la invención se harán aparentes con la lectura de la descripción que sigue de un ejemplo de realización no limitativo de la invención con referencia a los dibujos, los cuales representan:

20 en la figura 1: una vista de conjunto en perspectiva con despiece ordenado de una porción de ala que incluye el dispositivo de la invención;

en las figuras 2A y 2B: sendas vistas en perspectiva de unas primeras etapas de realización de un cajón según la invención;

en la figura 3: una vista en perspectiva de una segunda etapa de realización de un cajón según la invención;

en la figura 4: una vista en perspectiva de cajones de dos tramos ensamblados;

25 en las figuras 5A y 5B: dos detalles de orificios de inspección que dan acceso a las espigas de apriete de cajones según la invención;

en las figuras 6A a 6C: sendas vistas en perspectiva de placas externas de los cajones de la figura 4; y

en la figura 7: una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un bloque de cierre según una forma de realización de la invención.

30 La figura 1 representa una porción de ala de dos tramos realizada según la invención.

El ala, en este punto una pala de aerogenerador, incluye un dispositivo de unión de los tramos 1a, 1b que incluye, en los extremos de los tramos confrontados, cajones centrales 2a, 2b de empalme entestados y apretados uno contra otro mediante espigas de apriete 3, estando cada uno de los cajones provisto de una caja de unión tubular 4 y de placas de apoyo 5 entre las que queda recibida la caja de unión 4.

35 Los tramos incluyen pieles 8a, 8b determinantes del intradós y del extradós del ala y trampillas 20 de acceso a las espigas de apriete de los cajones.

Los cajones 2a, 2b determinan espaciadores de los tramos, que incluyen sendas vigas 9 determinadas a partir de un larguero 9c y de dos tapas 9a, 9b.

Se denomina tapa a cualquier pieza longitudinal a la cual se pega la piel.

40 Las placas de apoyo 5 determinan costillas del ala en la zona de empalme entre los tramos.

Las vigas 9 están fijadas a las costillas 5 mediante pegado o mediante eclisas tales como patillas en L.

De acuerdo con la figura 2A, se realizan las placas de apoyo mediante ensamblaje de placas externas rígidas 51 con bloques de cierre 52 de las cajas de unión tubulares.

45 Amoldándose los bloques al perfil de las placas externas para que el conjunto placas externas y bloque determinen costillas de los tramos de alas 1a, 1b.

Las placas de apoyo están dotadas de agujeros 10 para paso de espigas de apriete.

## ES 2 659 767 T3

Los agujeros pueden ser realizados en las placas externas y los bloques de cierre separados.

De acuerdo con la figura 2B, se disponen tubos 15 de recepción de las espigas de apriete entre las placas de apoyo.

Los tubos 15 de guía y de posicionamiento de las espigas 3 pueden ser no estructurales y realizados, por ejemplo, en PVC.

- 5 Los agujeros realizados en las placas externas rígidas 51 son más pequeños que el diámetro externo de los tubos, mientras que los agujeros realizados en los bloques 52 son de diámetro suficiente para dar paso a los tubos 15, de modo que se obtenga un ensamblaje suficientemente resistente para manipular el conjunto placas de apoyo y tubos.

- 10 Las placas externas son metálicas, por ejemplo de acero. Se pueden plantear cuatro de ellas, posicionadas a ambos lados de cada uno de los dos cajones centrales de empalme. Los dos tramos de pala que han de ensamblarse están en contacto en correspondencia con las valonas metálicas en que se rematan los cajones y los tramos.

De acuerdo con el ejemplo de las figuras 6B y 6D, las dos placas externas situadas en correspondencia con la unión entre los tramos son específicas: una 510a incluye al menos dos pasadores de centraje, en tanto que la otra 510b incluye al menos dos taladrados en los que pasan a alojarse los pasadores de la primera valona.

De acuerdo con el ejemplo de las figuras 6A y 6C, las placas externas exteriores 51 son planas.

- 15 Con objeto de evitar hacer la unión hiperestática, los taladrados destinados a las espigas se dimensionan para permitir un cierto juego de posicionamiento de las espigas.

Los bloques de cierre 52 de las cajas de unión están realizados ventajosamente en espuma de PVC, PS, PU o en madera de balsa y tienen la forma del perfil aerodinámico de la pala. Pueden ser, bien monopieza, o bien disociados en tres partes: borde de ataque, cajón central y borde de salida, tal como se representa en la figura 7.

- 20 Estos bloques de cierre tienen varias funciones: sirven de áreas de pegado en el cierre del intradós sobre el extradós, determinan alojamientos para posicionar los tubos 15 de guía de los tirantes y dan cierre a las cajas de unión, tal y como se verá a continuación.

La figura 3 representa la realización de las cajas de unión.

- 25 Las cajas de unión 4 incluyen largueros 6 y travesaños 7 pegados juntos a los bloques de cierre 52 de las cajas de unión.

El procedimiento de realización de las cajas de unión 4 incluye una etapa de pegado de largueros 6 de las cajas a bloques de cierre de las cajas entre placas de apoyo primeras y segundas 5a, 5b determinantes de costillas del ala, y de pegado de travesaños 7 determinantes de tapas de los cajones.

- 30 Los largueros 6 de las cajas de unión de los cajones centrales son largueros de material compuesto, por ejemplo, paneles sándwich cuya misión es absorber los esfuerzos cortantes.

De acuerdo con el ejemplo, los largueros 6, que incluyen unos quiebros 6a, se pegan primero a las caras internas de los bloques 52 y luego los travesaños se pegan a los quiebros 6a de los largueros y a los cantos superior e inferior de los bloques 52.

El pegado de los largueros se puede realizar por laminado de material compuesto en L.

- 35 El alma de los paneles sándwich de realización de los largueros 6 es una espuma de PVC, poliestireno, poliuretano o madera de balsa de espesor inferior a 30 mm, de ser posible. Las pieles de estos paneles sándwich son tejidos vidrio o carbono biaxiales, siendo el espesor de una piel inferior a 2 mm. Los largueros de los cajones se dimensionan en cuanto a estática y a estabilidad.

- 40 Los travesaños 7 de las cajas 4 son elementos de tapas de los cajones centrales y son preferiblemente paneles monolíticos.

Se trata de fibras de vidrio o de carbono orientadas muy mayoritariamente a 0°, es decir, según el eje longitudinal del ala o de la pala. Estas tapas absorben los esfuerzos de compresión ocasionados por el apriete de las espigas 3. Así, las tapas de los cajones se dimensionan en cuanto a estática, a estabilidad y a presión de apoyo contra las valonas metálicas.

- 45 Los cajones que incluyen las placas de apoyo 5a, 5b, constituidas a partir de los bloques 52 y de las placas externas 51, y las cajas 4 pueden ser prefabricados en un utillaje aparte y ensamblados por medio de las espigas de apriete. El ulterior pegado de las pieles de la pala a los cajones recae en una cola epoxi.

## ES 2 659 767 T3

De acuerdo con la figura 4, el procedimiento de realización de los tramos incluye una etapa de puesta en situación entestada de los dispositivos de unión constituidos por los cajones centrales de empalme realizados mediante las placas externas 51, los bloques de cierre 52 y los largueros 6 y travesaños 7 de las cajas de unión 4.

5 Para ensamblar los cajones enfrentados, se ponen las primeras placas de apoyo 5a, placas enfrentadas en la punta de los tramos, en apoyo contra una cuña central 13 y, luego, se insertan las espigas 3 y se ponen los cajones a compresión mediante medios de apriete 14 en la punta de las espigas 3.

Algunas de las espigas de apriete atraviesan las cajas de unión 4, otras se hallan en el exterior de las cajas de unión.

10 Al estar las placas de apoyo 5a, 5b dotadas de agujeros 10 para paso de las espigas de apriete 3, estas últimas sobresalen a cada uno de los lados del ensamblaje para disponer los medios de apriete 14.

Las espigas 3 determinan una red de tirantes, poniendo el apriete de estos tirantes sobre las placas de apoyo 5b externas al ensamblaje las cajas de unión 4 a compresión.

15 Las espigas 3 determinantes de los tirantes pueden ser metálicas o de materiales compuestos. El número y la posición de los tirantes no están fijados invariablemente, pero se puede considerar que se obtiene una correcta rigidez de la unión con 4 tirantes en el interior de las cajas y 4 tirantes en el exterior de las cajas, dos del lado del borde de ataque y dos del lado del borde de salida.

En el caso de tirantes metálicos, se trata de espigas metálicas fileteadas en las que roscan unas tuercas de apriete 14 tal como se representa.

20 En el caso de tirantes de material compuesto, podrá tratarse de tubos de vidrio o carbono epoxi con una mayoría de fibras orientadas a 0° para absorber los esfuerzos de tracción y de flexión. Estos tubos de material compuesto podrán ser fabricados por intermedio de un procedimiento de extrusión, por motivos económicos. En los extremos de los tubos de material compuesto se fijarán insertos metálicos, con el fin de poder encargarse del apriete de los tirantes mediante tuercas.

25 El esfuerzo de apriete aplicado está determinado para verificar el requisito de no despegadura de los dos tramos de pala, pero también la no plastificación (o la no rotura) de los tirantes metálicos o de material compuesto.

Los tirantes presionan en las placas externas determinantes de las valonas que cierran los cajones en la dirección longitudinal de los tramos.

Como anteriormente se ha visto, las placas externas 51 son preferiblemente metálicas, para resistir a los esfuerzos de compresión de los tirantes.

30 De este modo, la realización del ala incluye una etapa de realización de dispositivos de unión de dichos tramos en forma de cajones centrales 2a, 2b, estando cada uno de los cajones provisto de una caja de unión tubular 4 y de placas de apoyo 5a, 5b entre las cuales queda recibida la caja de unión tubular, con posterior ensamblaje de estos cajones unidos mediante una cuña 13 y apriete de las espigas 3.

35 Las figuras 5A y 5B representan unos orificios de inspección bajo unas trampillas que, abiertas en los paneles sándwich de la pala, permiten tener acceso a las tuercas para el apriete, para la remoción de las espigas tras la fabricación de los tramos, la reinserción de las espigas para ensamblar las palas en el emplazamiento de producción de electricidad en el momento de la instalación del aerogenerador y, ocasionalmente, el desmontaje de las palas a efectos de reparación.

40 El desmontaje de las espigas tras la polimerización de los tramos se hace por medio de los orificios de inspección bajo unas trampillas en la piel del ala. Las trampillas 20 son paneles sándwich fijados sobre el perfil aerodinámico de la pala por intermedio de insertos. Están realizadas en el intradós o el extradós y quedan visibles en la figura 1.

Las figuras 5A y 5B permiten ver las espigas 3 y las tuercas 14, la costilla 51, la tapa 9a y el larguero 9c de la viga del tramo.

45 Volviendo a la figura 1, una vez ensamblados los cajones para realizar el dispositivo de unión de los tramos, se construyen los tramos sobre este dispositivo.

De acuerdo con el ejemplo, los tramos incluyen al menos una viga 9 en l en prolongación de los cajones 2a, 2b del dispositivo de unión.

Dentro del ámbito de la invención, caben otras configuraciones para la viga 9 y, especialmente, cabe utilizar dos vigas o una viga en forma de larguero tubular denominada "sparbox" en inglés.

50 Para realizar los tramos, las pieles 8a, 8b de los intradós y extradós de los tramos del ala se pegan a las tapas de la viga 9, a las costillas 5a, 5b y a las tapas de los cajones determinadas por los travesaños 7.

5 El procedimiento de realización de las alas incluye una etapa de pegado de una primera piel 8a determinante de un primero de los intradós o extradós del tramo del ala al dispositivo de unión y de pegado de la primera piel a una tapa 9a ensamblada con un larguero 9c de la viga 9 y, luego, una etapa de pegado de una segunda piel 8b determinante del segundo de los intradós o extradós del tramo del ala al dispositivo de unión, a la primera piel y a una segunda tapa 9b pegada al larguero 9c, determinando las tapas 9a, 9b y el larguero 9c un elemento de viga del ala. Una vez ensamblada el ala, el procedimiento incluye una etapa de polimerización del ala en un molde.

Una vez polimerizada el ala, se desmontan las espigas 3 y se separan los tramos mediante corte de la cuña 13 entre las primeras placas de apoyo 5a.

10 Esto permite almacenar y transportar los tramos separados hasta el emplazamiento de instalación del aerogenerador.

El ensamblaje de los tramos de alas en el emplazamiento de instalación del aerogenerador incluye una etapa de puesta de los tramos en situación entestada en correspondencia con los dispositivos de unión, inserción de las espigas de apriete en las costillas de los dispositivos de unión y apriete de las espigas mediante tuercas en la punta de las espigas.

15 Entonces se monta la pala completa en el aerogenerador.

La forma de realización representada es de aplicación más específica en las palas de aerogeneradores, pero la invención es de aplicación en todo dispositivo de unión de tramos mediante cajones y tirantes, ya se trate de palas de aerogeneradores, de alas de aviones o de cualquier estructura en tramos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de unión de tramos de alas (1a, 1b) tales como palas de aerogeneradores, caracterizado por que incluye, en los extremos de cada tramo confrontado, cajones (2a, 2b) entestados y apretados uno contra otro mediante espigas de apriete (3), incluyendo dichos cajones, por cada tramo, una caja de unión tubular (4) recibida entre dos placas de apoyo (5a, 5b), determinando dichas placas de apoyo unas costillas del tramo.
2. Dispositivo de unión según la reivindicación 1, caracterizado por que las espigas de apriete atraviesan las cajas de unión (4) y las placas de apoyo (5a, 5b).
- 10 3. Dispositivo de unión según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que las espigas (3) determinan una red de tirantes, poniendo el apriete de estos tirantes sobre las placas de apoyo (5a, 5b) las cajas de unión (4) a compresión.
4. Dispositivo de unión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las placas de apoyo (5a, 5b) están conformadas en costillas de los tramos de alas (1a, 1b).
5. Dispositivo de unión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los cajones (2a, 2b) determinan espaciadores de los tramos.
- 15 6. Dispositivo de unión según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que las cajas de unión tubulares incluyen largueros (6) y travesaños (7) pegados juntos a bloques de cierre (52) de las cajas de unión, determinando dichos bloques, con unas placas externas rígidas (51), dichas placas de apoyo (5a, 5b).
7. Dispositivo de unión según la reivindicación 6, caracterizado por que los largueros son largueros de material compuesto.
- 20 8. Dispositivo de unión según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado por que los travesaños de los cajones son elementos de tapas de los tramos.
9. Ala, tal como una pala de aerogenerador, en varios tramos (1a, 1b), caracterizada por que incluye al menos un dispositivo de unión según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones.
- 25 10. Ala, tal como una pala de aerogenerador, en varios tramos que incluye al menos un dispositivo de unión según la reivindicación 8, caracterizada por que las pieles (8a, 8b) de los intradós y extradós de los tramos del ala están pegadas a las tapas de los tramos.
11. Ala según la reivindicación 9 ó 10, caracterizada por que los tramos incluyen al menos una viga en I (9a, 9b, 9c) en prolongación de los cajones (2a, 2b) del dispositivo de unión.
- 30 12. Procedimiento de realización de tramos de alas tales como palas de aerogeneradores, caracterizado por que incluye, por cada tramo, una etapa de realización de un dispositivo de unión de dichos tramos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en forma de un cajón central de empalme (2a, 2b) a partir de una caja de unión tubular (4) y de placas de apoyo (5a, 5b) entre las cuales queda recibida la caja de unión tubular.
- 35 13. Procedimiento de realización de tramos de alas según la reivindicación 12, caracterizado por que incluye una etapa de taladrado de agujeros (10) para paso de espigas de apriete en las placas de apoyo y una etapa de colocación de tubos (15) de recepción de las espigas de apriete entre las placas de apoyo.
14. Procedimiento de realización de tramos de alas tales como palas de aerogeneradores según la reivindicación 12 ó 13, caracterizado por que incluye una etapa de pegado de largueros (6) de las cajas de unión (4) a unos bloques de cierre (52) de las cajas y de pegado de travesaños (7) determinantes de tapas de los cajones.
- 40 15. Procedimiento de realización de tramos de alas según la reivindicación 14, caracterizado por que incluye una etapa de puesta de los dispositivos de unión en situación entestada, poniéndose las primeras placas de apoyo en apoyo contra una cuña central, una etapa de inserción de las espigas (3) y de puesta de los cajones a compresión mediante medios de apriete (14) en la punta de las espigas (3).
- 45 16. Procedimiento de realización de tramos de alas según la reivindicación 14 ó 15, caracterizado por que se realizan las placas de apoyo mediante ensamblaje de placas externas rígidas (51) con los bloques de cierre (52) de las cajas.
- 50 17. Procedimiento de realización de tramos de alas según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, caracterizado por que incluye una etapa de pegado de una primera piel (8a) determinante de un primero de los intradós o extradós del tramo del ala al dispositivo de unión y de pegado de la primera piel a una primera tapa (9a) ensamblada con un larguero (9c) y una etapa de pegado de una segunda piel (8b) determinante del segundo de los intradós o extradós del tramo del ala al dispositivo de unión, a la primera piel y a una segunda tapa (9b) pegada al larguero (9c), determinando las tapas primera y segunda (9a, 9b) y el larguero (9c) un elemento de viga (9) del ala.

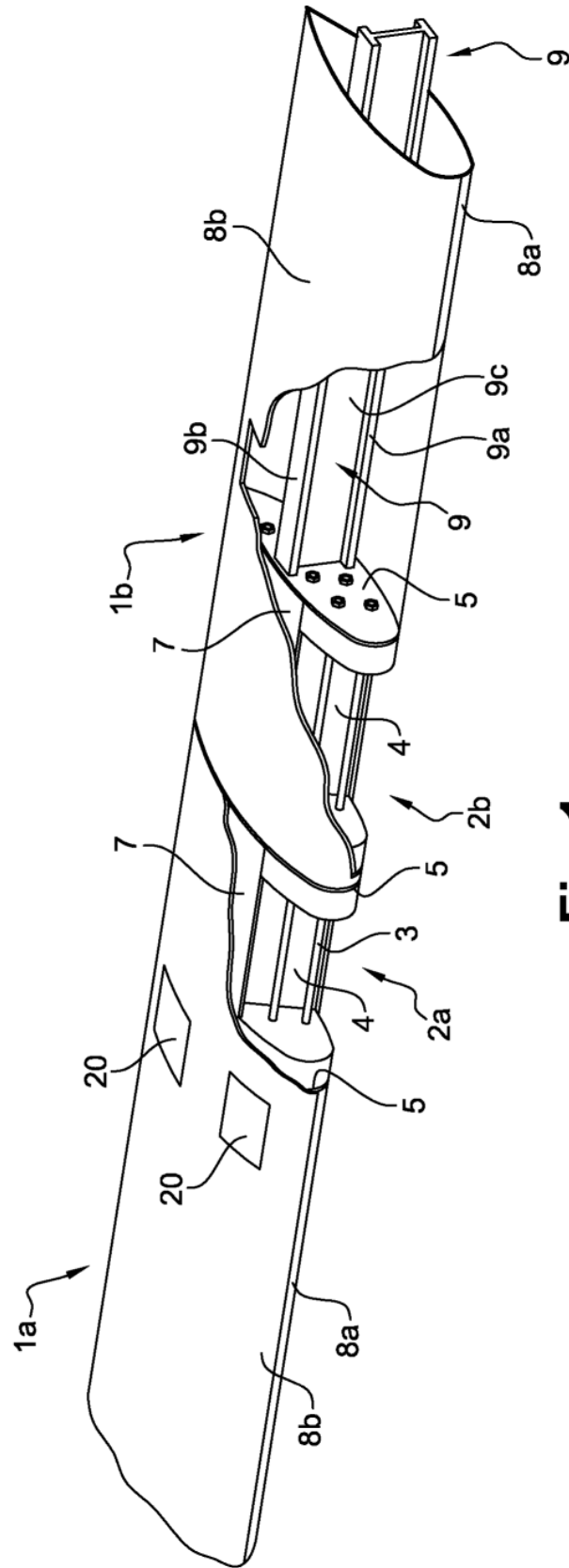


18. Procedimiento de realización de tramos de alas según la reivindicación 17, caracterizado por que incluye a continuación una etapa de polimerización del ala en un molde.

5 19. Procedimiento de realización de tramos de alas según la reivindicación 18, caracterizado por que incluye una etapa ulterior de desmontaje de las espigas (3) y de separación de los tramos mediante corte de la cuña (13) entre las primeras placas de apoyo (5a) para almacenamiento y transporte de los tramos separados.

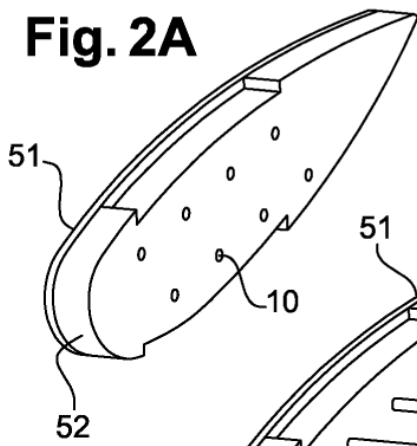
20. Procedimiento de ensamblaje de tramos de alas realizados según el procedimiento de las reivindicaciones 13 a 19, caracterizado por que incluye una etapa de puesta de los tramos en situación entestada en correspondencia con los dispositivos de unión, inserción de espigas de apriete en las placas de apoyo de los dispositivos de unión y apriete de las espigas mediante tuercas en la punta de las espigas.

10

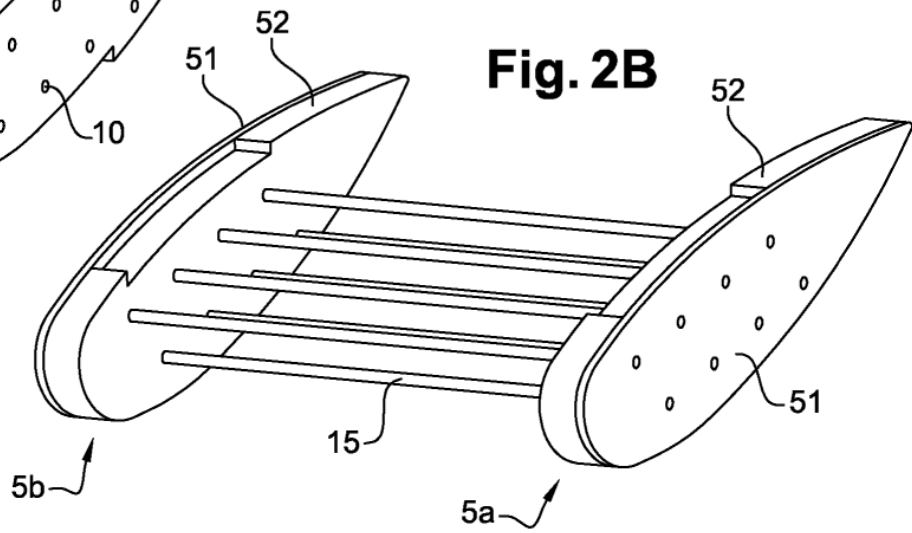


**Fig. 1**

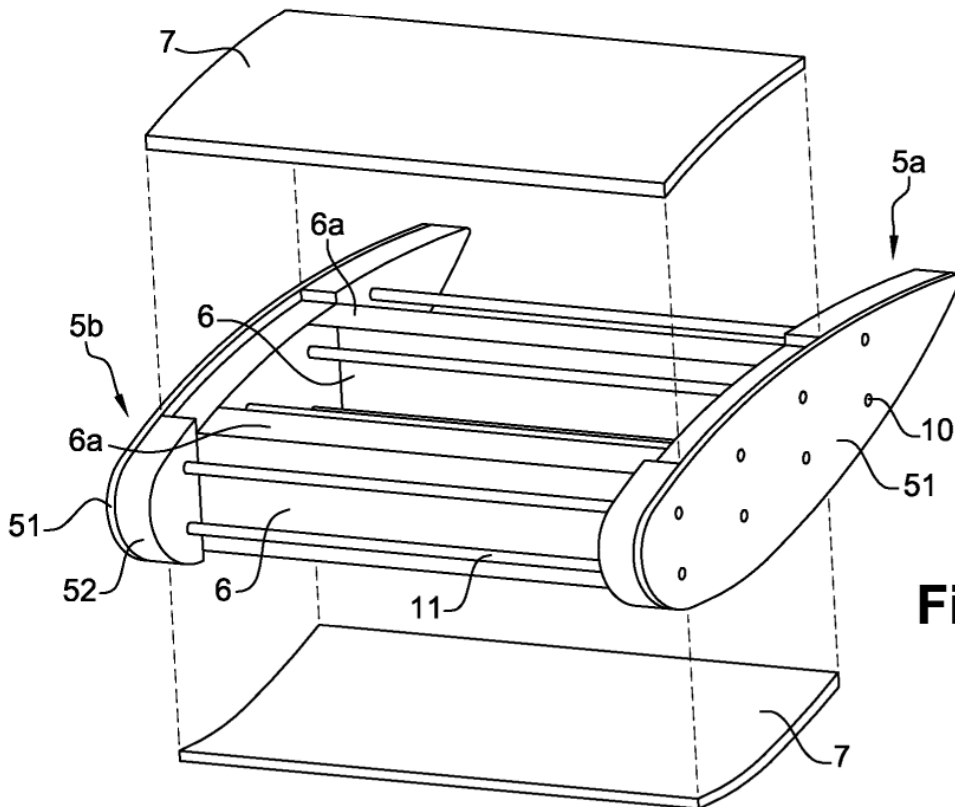
**Fig. 2A**



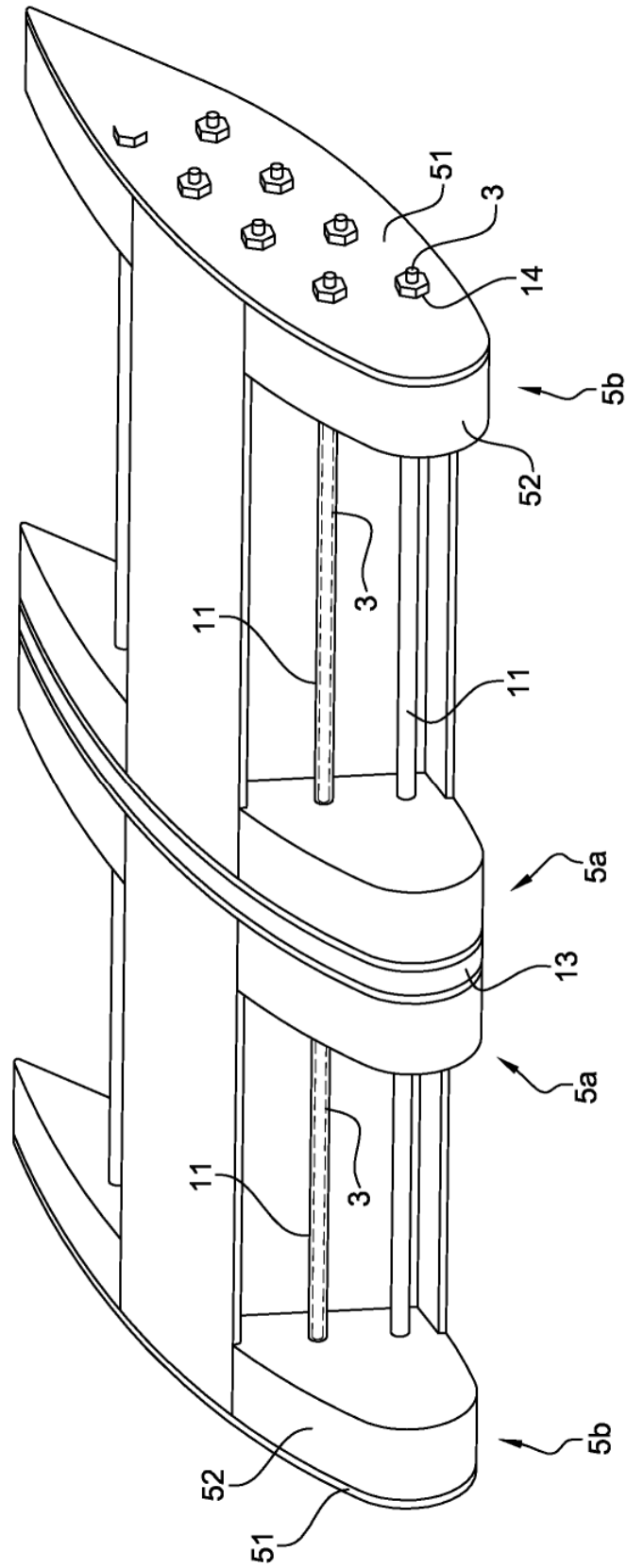
**Fig. 2**



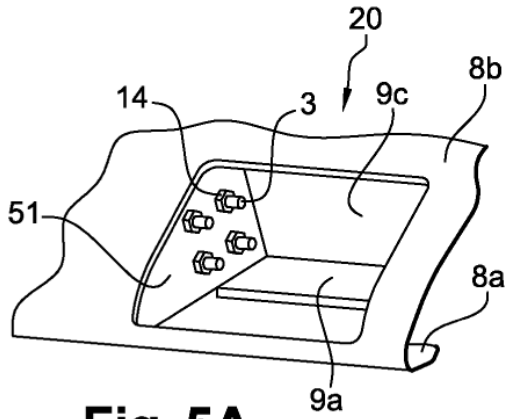
**Fig. 2B**



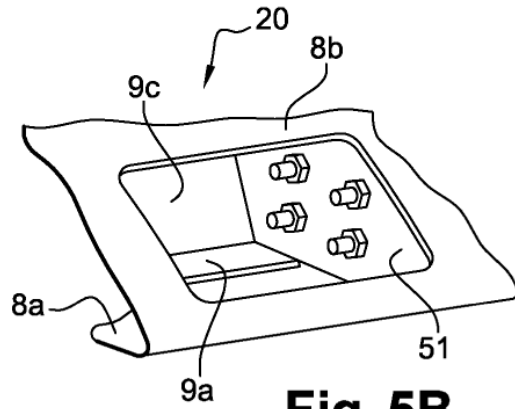
**Fig. 3**



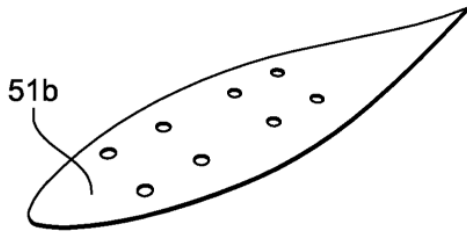
**Fig. 4**



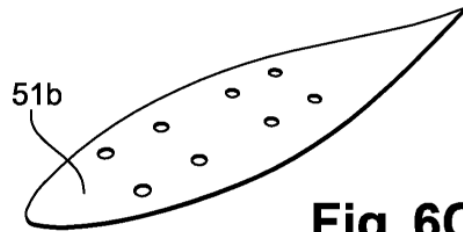
**Fig. 5A**



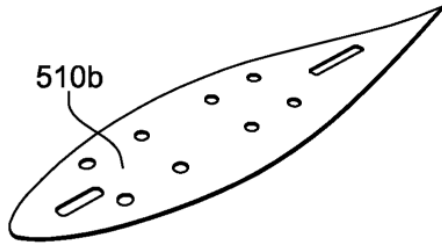
**Fig. 5B**



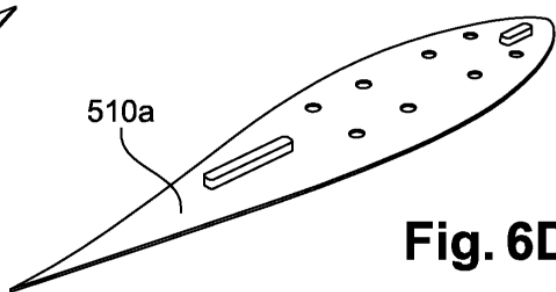
**Fig. 6A**



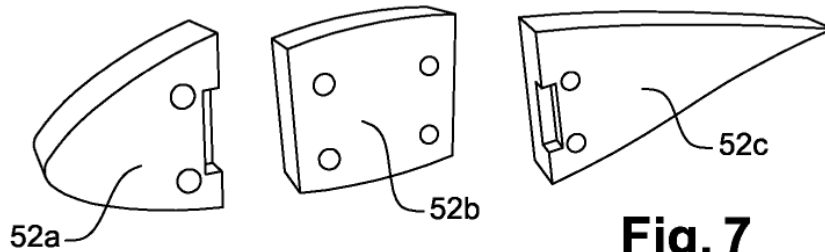
**Fig. 6C**



**Fig. 6B**



**Fig. 6D**



**Fig. 7**