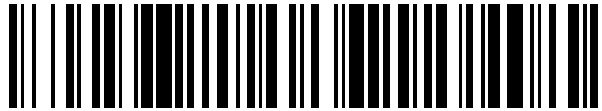


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 726**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2013** **E 13179978 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017** **EP 2700812**

54 Título: **Moldes de punta de pala de longitud variable y sus procedimientos de fabricación**

30 Prioridad:

22.08.2012 US 201213591525

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

15.12.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

VOSSLER, ALEXANDER WILLIAM

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 646 726 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

Moldes de punta de pala de longitud variable y sus procedimientos de fabricación

La materia objeto divulgada en la presente memoria se refiere, en general, a turbinas eólicas y, más concretamente, a moldes de punta de pala y a sus procedimientos de fabricación para palas de rotor de turbina eólica.

5 La potencia del viento puede ser considerada una de las fuentes de energía más limpias, más ecológicas actualmente disponibles, y las turbinas eólicas, en este sentido, han merecido una constante atención. Una turbina eólica puede incluir una torre, un generador, una caja de engranajes, una góndola y una o más palas de rotor que comprenden un material composite. Las palas del rotor capturan la energía cinética procedente del viento utilizando los principios de las hojas metálicas y transmiten la energía cinética a través de la energía rotacional para hacer rotar un eje que acopla las palas del rotor a una caja de engranajes, o si no se utiliza una caja de engranajes, directamente al generador. El generador, a continuación, convierte la energía mecánica en energía eléctrica que puede ser desplegada hasta una red de servicio público.

10 Las turbinas eólicas pueden así ser situadas en una diversidad de emplazamientos para contribuir a capturar de manera eficaz la energía de la potencia del viento cuando se presente. Estos emplazamientos pueden incluir tanto emplazamientos costeros como de fuera de costa y pueden potencialmente estar situados en una amplia diversidad de posiciones topográficas y geológicas diferentes. Sin embargo, las estructuras eólicas específicas disponibles pueden ampliamente variar en cuanto a las localizaciones individuales. No solo puede un parque eólico experimentar grandes vientos frente a otro parque eólico, sino que las turbinas eólicas individuales dentro de un parque eólico determinado pueden también experimentar diferentes patrones eólicos.

15 Para contribuir a capturar la mayor cantidad de energía de un emplazamiento determinado, las palas del rotor de las turbinas eólicas pueden ser diseñadas a medida en base a la cantidad esperada de viento. Sin embargo, aunque las palas de turbina de diferentes tamaños pueden mejorar la eficiencia de una turbina eólica determinada, la creación de múltiples palas de turbina de diferentes longitudes puede requerir múltiples moldes que pueden igualmente ser costosos y exigir tiempo para su producción. Por ejemplo, una pala de rotor de este tipo se describe en el documento US 2009/0169390.

20 Por consiguiente, en la técnica serían favorablemente acogidos unos moldes, ensamblajes de punta y procedimientos alternativos de fabricación de ensamblajes de punta.

Por consiguiente, se proporcionan diversos aspectos y formas de realización de la presente invención, según se definen en las reivindicaciones adjuntas.

25 Estas y otras características suministradas por las formas de realización analizadas en la presente memoria, se comprenderán de forma acabada a la vista de la descripción detallada subsecuente en combinación con los dibujos.

La descripción detallada subsecuente de las formas de realización ilustrativas puede comprenderse en combinación con los dibujos subsecuentes, en los que la misma estructura se indica con las mismas referencias numerales, y en los cuales:

35 La FIG. 1 es una vista esquemática que ilustra una turbina eólica ejemplar de acuerdo con una o más formas de realización mostradas o descritas en la presente memoria;

la FIG. 2 es una ilustración esquemática de un molde de punta de pala de longitud variable ejemplar de acuerdo con una o más formas de realización mostradas o descritas en la presente memoria;

40 la FIG. 3 es una ilustración esquemática de una pluralidad de ensamblajes de punta fabricados a partir del molde de punta de pala de longitud variable de la FIG. 2 de acuerdo con una o más formas de realización mostradas o descritas en la presente memoria;

la FIG.4 es una ilustración esquemática de una pluralidad de palas de rotor de turbina eólica que incorporan la pluralidad de ensamblajes de punta presentados en la FIG. 2 de acuerdo con o una más formas de realización mostradas o descritas en la presente memoria;

45 la FIG. 5 es un procedimiento ejemplar de fabricación de puntas de palas de rotor de turbina eólica de acuerdo con una o más formas de realización mostradas o descritas en la presente memoria.

A continuación se describirán una o más formas de realización específicas de la presente invención. En un esfuerzo para ofrecer una descripción concisa de estas formas de realización, todas las características de una relación efectiva pueden no estar descritas en la memoria descriptiva. Se debe apreciar que en el desarrollo de cualquiera de dichas realizaciones efectivas, como en cualquier proyecto de ingeniería o diseño, numerosas decisiones específicas de la realización deben efectuarse para conseguir los objetivos específicos de los promotores, por ejemplo la adaptación a los condicionamientos relacionados con el sistema y con el negocio, que pueden variar de una realización a otra. Además se debe apreciar que dicho esfuerzo de desarrollo podría ser complejo y dilatorio,

pero, no obstante, sería una tarea rutinaria de diseño, fabricación y manufactura para los expertos en la materia que aprovecharan la presente divulgación.

5 Al introducir elementos de diversas formas de realización de la presente invención, los artículos "un", "una", "el" y el participio "dicho" pretenden ser inclusivos y significan que hay uno o más de los elementos. Los términos "que comprende", "que incluye" y "que presenta" son concebidos como inclusivos y significa que hay otros elementos adicionales distintos de los relacionados.

10 Con referencia ahora a la FIG. 1, en ella se ilustra una vista en perspectiva de una turbina eólica 1. La turbina eólica 1 puede, en términos generales, comprender una góndola 4 montada sobre una torre 2. Una pluralidad de palas 100 de rotor de turbina eólica pueden estar conectadas a un buje 8 de rotor que puede estar conectado a una brida que hace girar un eje principal del rotor (no ilustrado). Los componentes de generación y control de energía de la turbina eólica pueden estar alojados dentro de la góndola 4. Se debe apreciar que la turbina eólica 1 ilustrada en la FIG. 1 se provee únicamente con fines ilustrativos y no pretende limitar la aplicación de la presente divulgación a un tipo de configuración de turbina eólica específica.

15 Las palas 100 de rotor de turbina eólica pueden definir cualquier perfil aerodinámico apropiado. Así, en algunas formas de realización, las palas 100 de rotor de turbina eólica pueden definir una sección transversal con forma de superficie aerodinámica. Por ejemplo, las palas 100 de rotor de turbina eólica pueden estar diseñadas aeroelásticamente. El diseño aeroelástico de las palas 100 de rotor de turbina eólica puede conllevar la incurvación de las palas 100 de rotor de turbina eólica genéricamente en una dirección x en el sentido de la cuerda y / o en la dirección z en el sentido de la envergadura.

20 Con referencia ahora a la FIG. 2, en ella se ilustra un molde 10 de punta de pala de longitud variable. El molde 10 de punta de pala de longitud variable puede ser utilizado para fabricar una pluralidad de ensamblajes de punta (por ejemplo, los elementos 110, 210 y 310 ilustrados en la FIG. 3) para palas de rotor de turbina eólica (por ejemplo, los elementos 100, 200 y 300 ilustrados en la FIG. 4). El molde 10 de punta de pala de longitud variable comprende una sección 15 de molde de punta estándar y una sección 18 de molde de junta de longitud variable. La sección 15 de molde de punta estándar comprende un perfil ahusado X_{ST} y se extiende por una longitud estándar L_{STD} . La longitud estándar L_{STD} significa que cada ensamblaje de punta (por ejemplo los elementos 110, 210 y 310 ilustrados en la FIG. 3) fabricados a partir del mismo molde 10 de punta de pala de longitud variable tendrán la misma porción de punta estándar (por ejemplo los elementos 115, 215 y 315 ilustrados en la FIG. 3). El perfil ahusado X_{ST} puede comprender cualquier perfil aerodinámico que pueda ser utilizado en una porción más exterior de una pala de rotor de turbina eólica (por ejemplo, los elementos 100, 200 y 300 ilustrados en la FIG. 4). Por ejemplo, en algunas formas de realización, el perfil ahusado X_{ST} puede comprender un perfil de superficie sustancialmente aerodinámica. Sin embargo, se debe apreciar que puede como alternativa o adicionalmente llevarse a la práctica otro perfil aerodinámico.

35 Todavía con referencia a la FIG. 2, el molde 10 de punta de pala de longitud variable comprende además una sección 18 de molde de junta de longitud variable que se extiende desde la sección 15 de molde de punta estándar, aunque el molde 10 de punta de pala de longitud variable se ilustra como una sola pieza unitaria se debe apreciar que, en algunas formas de realización, la sección 15 de molde de punta estándar y la sección 18 de molde de junta de longitud variable pueden comprender dos piezas separadas que coincidan en la transición (situada en el segundo extremo 13 de la sección 18 de molde de junta de longitud variable).

40 La sección 18 de molde de junta de longitud variable comprende un primer extremo 12 y un segundo extremo 13 que presentan una sección transversal constante X_{SC} . Con referencia a las FIGS. 2 y 5, el primer extremo 12 comprende el extremo que conecta con el ensamblaje 150 de base de la pala 100 de rotor de turbina eólica mientras el segundo extremo comprende el extremo que conecta con la porción 115 de punta estándar de la pala 100 de rotor de turbina eólica. En algunas formas de realización, por ejemplo la ilustrada en la FIG. 2, la sección de molde de junta de longitud variable comprende una sección transversal constante X_{SC} en su entera longitud de molde de junta L_J en la dirección x en el sentido de la cuerda. En otras formas de realización (no ilustradas), el primer extremo 12 y el segundo extremo 13 pueden comprender una sección transversal constante X_{SC} mientras que la sección transversal entre el primer extremo 12 y el segundo extremo varía periódicamente, de manera fluida, o de otro modo a lo largo de la longitud de molde de junta L_J . Por ejemplo, en formas de realización, cuando la sección transversal varía entre el primer extremo 12 y el segundo extremo 13, la sección transversal puede oscilar en diferentes direcciones. En algunas formas de realización adicionales, la sección transversal puede retornar a la sección transversal constante X_{SC} en uno o más intervalos entre el primer extremo 12 y el segundo extremo 13 mientras oscila entre ellos.

55 La sección transversal constante X_{SC} en el primer extremo 12 y en el segundo extremo 13 en la entera longitud de molde de junta L_J entre ellos, puede comprender cualquier perfil que haga posible que la porción 118 de junta de longitud variable de un ensamblaje 110 de punta (como se ilustra en la FIG. 3) sea conectada con un ensamblaje 150 de base de una pala 100 de rotor de turbina eólica (como se ilustra en la FIG. 4) como se apreciará en la presente memoria. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la sección 18 de molde de junta de longitud variable puede comprender una forma sustancialmente tubular con una sección transversal constante X_{SC} en el primer extremo y en el segundo extremo (y potencialmente a lo largo de su entera longitud de molde de junta L_J en la dirección x en el sentido de la cuerda). En algunas formas de realización, la sección 18 de molde de junta de

longitud variable puede comprender un perfil a modo de superficie sustancialmente aerodinámica que presente una sección transversal constante X_{Sc} en el primer extremo 12 y en el segundo extremo 13. El perfil de superficie aerodinámica puede o bien ser recto o torsionado alrededor de su longitud de molde de junta L_j . La sección transversal constante X_{Sc} en el primer extremo 12 y en el segundo extremo 13 significa que, mientras cada
 5 ensamblaje de punta (por ejemplo los elementos 110, 210 y 310 ilustrados en la FIG. 3) fabricados a partir del mismo molde 10 de punta de pala de longitud variable tendrá la misma porción de punta estándar (por ejemplo los elementos 115, 215 y 315 de la FIG. 3), cada ensamblaje de punta (por ejemplo los elementos 110, 210 y 310
 10 ilustrados en la FIG. 3) puede presentar una porción 118, 218 y 318 de la FIG. 3) de junta de longitud variable que proporcione una longitud a medida para la pala global de rotor de turbina eólica (por ejemplo, los elementos 100, 200 y 300 ilustrados en la FIG. 4). Como se apreciará mejor en la presente memoria, esto puede hacer posible que una pala de rotor de turbina eólica (por ejemplo los elementos 100, 200 y 300 ilustrados en la FIG. 4) sean modificados con un ensamblaje de punta (por ejemplo, los elementos 110, 210 y 310 ilustrados en las FIGS. 3 y 4) de longitud óptima sin necesidad de múltiples moldes.

El molde 10 de punta de pala de longitud variable puede comprender cualquier material o materiales que permita la
 15 fabricación de una pluralidad de palas 100 de rotor de turbina eólica a partir de aquellos. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el molde 10 de punta de pala de longitud variable puede comprender uno o más materiales de fibra y / o materiales de soporte estructurales. Los materiales de soporte estructurales pueden soportar y / o comprender una estructura conformada como un perfil negativo de un ensamblaje 110 de punta (por ejemplo el
 20 ensamblaje 110 de punta puede ser fabricado disponiendo los materiales necesarios en el molde). Los materiales de relleno y los materiales de soporte estructurales pueden comprender una diversidad de materiales por ejemplo materiales de baja densidad (por ejemplo, espumas, madera de balsa, corchos o similares) o materiales más rígidos o duraderos (por ejemplo, composites laminados, fibra de vidrio, materiales cerámicos, polímeros, metales, maderas o similares). En algunas formas de realización, el molde 10 de punta de pala de longitud variable puede comprender una base metálica y / o una pluralidad de juntas de soporte. En algunas formas de realización adicionales, el molde
 25 10 de punta de pala de longitud variable puede comprender una superficie de fibra de vidrio. Sin embargo, aunque se han relacionado materiales específicos en la presente memoria, se debe apreciar que el molde 10 de punta de pala de longitud variable, puede adicionalmente o como alternativa comprender cualquier otro material apropiado para fabricar a partir del mismo un ensamblaje 110 de punta.

Con referencia ahora a las FIGS. 2 y 3, en ellas se ilustra una pluralidad de ensamblajes 110, 210 y 310 de punta
 30 que pueden ser fabricados a partir del mismo molde 10 de punta de pala de longitud variable. La pluralidad de ensamblajes 110, 210 y 310 de punta puede ser fabricada por medio del molde 10 de punta de pala de longitud variable utilizando cualquier material y procesos disponibles de manera que el ensamblaje 110, 210 y 310 de punta resultante pueda ser conectado con un ensamblaje 150 de base para formar una pala 100 de rotor de turbina eólica (como se ilustra de forma óptima en la FIG. 4). Por ejemplo, si el ensamblaje 150 de base ya se ha identificado antes
 35 de la fabricación de uno de los ensamblajes 110, 210 y 310 de punta, entonces los ensamblajes 110, 210 y 310 de punta pueden ser fabricados utilizando materiales comunes (esto es, los mismos materiales o sustancialmente similares) para remedar los materiales y la construcción del ensamblaje 150 de base preexistente. Dichas formas de realización pueden contribuir a asegurar un rendimiento homogéneo a lo largo de la entera pala 100 de rotor de turbina eólica reduciendo o eliminando los cambios en las propiedades mecánicas a lo largo de la dirección x en el
 40 sentido de la cuerda. Además, para hacer posible que los ensamblajes 110, 210 y 310 de punta comprendan las porciones 115, 215 y 315 de punta estándar pero diferentes porciones 118, 218 y 318 de junta de longitud variable, los ensamblajes de punta pueden ser construidos depositando los materiales comenzando con la punta 11 del molde 10 de punta de pala de longitud variable y continuando con el primer extremo 12 pasando por la transición entre las dos porciones (situadas en el segundo extremo 13 de las porciones 118, 218 y 318 de junta de longitud variable).

Cada uno de los ensamblajes 110, 210 y 310 de punta comprende una porción (115, 215, y 315, respectivamente)
 45 de punta estándar y una porción (118, 218 y 318, respectivamente) de junta de longitud variable. Las porciones 115, 215 y 315 de punta estándar para cada uno de los respectivos ensamblajes 110, 200 y 300 de punta comprenden cada uno el mismo tamaño, forma y configuración en base a la sección 15 de molde de punta estándar del molde 10 de punta de pala de longitud variable. Específicamente, cada porción 115, 215 y 315 de punta estándar comprenderá el mismo perfil ahusado X_{ST} y la misma longitud estándar L_{STD} . Sin embargo, aunque las porciones
 50 118, 218 y 318 de junta de longitud variable para cada uno de los respectivos ensamblajes 100, 200 y 300 de punta comprenden la misma sección transversal constante X_{Sc} en el primer extremo 12 y en el segundo extremo 13, la longitud respectiva L_1 , L_2 y L_3 para cada una de las porciones 118, 218 y 318 de junta de longitud variable puede ser única. Así, la longitud global de cada ensamblaje 100, 200 y 300 de punta puede ser única en base a la longitud L_1 ,
 55 L_2 y L_3 de la respectiva porción 118, 218 y 318 de longitud variable.

La respectiva longitud L_1 , L_2 y L_3 de cada porción 118, 218 y 318 de longitud variable puede ser controlada durante la
 60 fabricación de cada ensamblaje 110, 210 y 310 de punta respectivo. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la fabricación de la pala puede implicar materiales tendidos o abultados en la dirección x en el sentido de la cuerda del ensamblaje 110, 210, 310 de punta de pala comenzando por la punta 11 del molde 10 de punta de pala de longitud variable. Cuando el material progresa más allá de la transición entre la sección 15 de molde de punta estándar y de la sección 18 de molde de junta de longitud variable, la fabricación puede detenerse en cualquier longitud dentro de la sección 18 de molde de junta de longitud variable. Aunque se ha ofrecido en la presente memoria la detención de la disposición o crecimiento del material en la dirección x en el sentido de la cuerda dentro

de la sección 15 de molde de punta estándar del molde 10 de punta de pala de longitud variable, se debe apreciar que también pueden llevarse a la práctica formas de realización o alternativas que pueden producir un ensamblaje 110, 210 y 310 de punta con una porción 118 de junta de longitud variable que se expanda en cualquier porción de la longitud de la sección 18 de molde de junta de longitud variable del molde 10 de junta de pala de longitud variable.

5 Por ejemplo, en algunas formas de realización, la fabricación de la pala puede implicar materiales tendidos o abultados en la dirección x en el sentido de la cuerda del ensamblaje 110, 210 y 310 de punta de pala comenzando por un emplazamiento de la sección 18 de molde de junta de longitud variable y continuando hacia la punta 11 del molde 10 de punta de pala de longitud variable.

10 Con referencia ahora a la FIG. 4, en ella se ilustra una pluralidad de palas 100, 200 y 300 de rotor de turbina eólica cada uno de los cuales, respectivamente, comprende uno entre la pluralidad de ensamblajes 110, 210 y 310 de punta. Cada uno de los ensamblajes 110, 210 y 310 puede ser ensamblado, conectado o de otra forma unido con un respectivo ensamblaje 150, 250 y 350 de base para formar una pala 100 de rotor de turbina eólica. El ensamblaje 150, 250 y 350 de base puede comprender una sección de una pala de rotor de turbina eólica que conecte con un buje del rotor (por ejemplo el elemento 8 ilustrado en la FIG. 1) de una turbina eólica (por ejemplo el elemento 1
15 ilustrado en la FIG. 1). En algunas formas de realización, el ensamblaje 150, 250 y 350 de base puede comprender un ensamblaje 150, 250 y 350 de base de reciente construcción que no haya sido todavía desplegado sobre una turbina eólica 1. Por ejemplo, una pluralidad de ensamblajes 150, 250 y 350 de base estándar puede ser fabricada para, posteriormente, ser emparejada con uno de los ensamblajes 110, 210 y 310 de punta relevantes. En algunas formas de realización, los ensamblajes 150, 250 y 350 de base pueden comprender una pala de rotor de turbina
20 eólica usada de la que haya sido retirada la punta externa original (por ejemplo mediante corte, aserrado o procedimiento similar). Dichas formas de realización pueden hacer posible la extensión de una pala de rotor de turbina eólica ya fabricada suprimiendo la punta externa original y sustituyéndola por un ensamblaje 110 de punta más largo y / o más perfilado desde el punto de vista aerodinámico seleccionado específicamente en base al punto de despliegue seleccionado de esa turbina eólica específica. La pala 100 de rotor de turbina eólica resultante puede presentar cualquier longitud global como por ejemplo superior a 55 metros, superior a 50 metros o superior a 65
25 metros. Además, el ensamblaje 150, 250 y 350 de base puede terminar comprendiendo cualquier porcentaje de la longitud global de la pala 100, 200 y 300 de rotor de turbina eólica una vez que el nuevo ensamblaje 110, 210 y 310 de punta está instalado. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el ensamblaje 150, 250 y 350 de base puede terminar comprendiendo aproximadamente un 60% de la longitud global. En algunas formas de realización, el
30 ensamblaje 150, 250 y 350 de base puede comprender más de un 60% de la longitud global. En otras formas de realización, el ensamblaje 150, 250 y 350 de base puede comprender menos de un 60% de la longitud global.

El ensamblaje 110, 210 o 310 de punta individual y su ensamblaje 150, 250 o 350 de base respectivo pueden estar unidos entre sí mediante cualquier conexión 155, 255 y 355 operable. Por ejemplo, en algunas formas de
35 realización, el ensamblaje 110, 210 y 310 de punta puede estar unidos con el respectivo ensamblaje 150, 250 y 350 de base mediante una junta de manguito y / o unos pernos. En otras formas de realización, un conector macho (no ilustrado) puede ser utilizado para conectar el ensamblaje 110, 210 o 310 individual al respectivo conjunto 150, 250 o 350 de base. El conector macho puede, por ejemplo, ser insertado en el diámetro interno de ambos ensamblajes para proporcionar un puente mecánico entre ellos. En algunas formas de realización, se puede utilizar cualquier otra conexión como por ejemplo una o más piezas de fijación, medios de sujeción, abrazaderas, soldaduras, costuras o
40 combinaciones de estas.

Como resultado de ello, en algunas formas de realización, una pluralidad de ensamblajes (por ejemplo, 110, 210 y 310) de punta pueden ser fabricados a partir del molde 10 de punta de pala de longitud variable. Cada uno de la pluralidad de ensamblajes de punta (por ejemplo 110, 210 y 310) puede comprender una porción (por ejemplo 115,
45 215 y 315 de punta estándar) que comprenda un perfil ahusado y una porción (por ejemplo 118, 218, y 318) de junta de longitud variable que comprenda un primer extremo y un segundo extremo con una sección transversal constante. Así mismo, las porciones (por ejemplo, 118, 218 y 318) de junta de longitud variable para al menos dos de los ensamblajes (por ejemplo, 110, 210 y 310) de punta pueden comprender diferentes longitudes (a pesar de ser fabricados a partir del mismo molde 10 de punta de pala de longitud variable).

Con referencia a la FIG. 5, en ella se ilustra un procedimiento 500 ejemplar para la fabricación de ensamblajes de
50 punta para palas de rotor de turbina eólica. Con referencia adicional a las FIGS. 3 y 4, el procedimiento 500 comprende, en primer lugar, la fabricación de un primer ensamblaje 110 de punta que utiliza un molde 10 de punta de pala de longitud variable en la etapa 510. El primer ensamblaje 110 de punta comprende una primera porción 115 de punta estándar y una primera porción 118 de junta de longitud variable. La primera porción 115 de punta estándar comprende una longitud estándar L_{STD} y un perfil ahusado X_{ST} . La primera porción 118 de junta de longitud variable comprende una primera longitud L_1 y una sección transversal constantes X_{SC} en sus extremos (esto es, el primer extremo 12 y el segundo extremo 13 ilustrado en la FIG. 2).
55

El procedimiento 500 comprende además la fabricación de un segundo ensamblaje 210 de punta que utiliza el mismo molde 10 de punta de pala de longitud variable en la etapa 520. El segundo ensamblaje 210 de punta comprende una segunda porción 215 de punta estándar y una segunda porción 218 de junta de longitud variable. La segunda porción 215 de punta estándar comprende la misma longitud estándar L_{STD} y el mismo perfil ahusado X_{ST} que la primera porción 115 de punta estándar del primer ensamblaje 110 de punta. La segunda porción 218 de junta de longitud variable comprende una segunda longitud L_2 diferente de la primera longitud L_1 de la de la primera
60

porción 118 de junta de longitud variable del primer ensamblaje 110 de punta, pero comprende la misma sección transversal estándar X_{S_C} en sus propios extremos como la sección transversal constante X_{S_C} en sus propios extremos que los extremos de la sección transversal constante X_{S_C} de la primera porción 118 de junta de longitud variable del primer ensamblaje 110 de punta.

- 5 En algunas formas de realización, el procedimiento 500 puede además comprender la fabricación de un tercer ensamblaje 310 de punta que utilice el mismo molde 10 de punta de pala de longitud variable. El tercer ensamblaje 310 de punta puede comprender una tercera porción 315 de punta estándar y una tercera porción 318 de junta de longitud variable. La tercera porción 315 de punta estándar puede comprender la misma longitud estándar L_{STD} y el mismo perfil ahusado X_{S_T} que la primera porción 115 de punta estándar del primer ensamblaje 110 de punta y que
- 10 la segunda porción 215 estándar del segundo ensamblaje 210 de punta. La tercera porción 318 de junta de longitud variable puede comprender una tercera longitud L_3 que es diferente de la primera longitud L_1 de la primera porción 118 de punta de longitud variable y de la segunda longitud L_2 de la segunda porción 218 de junta de longitud variable, pero puede comprender la misma sección transversal constante X_{S_C} en sus propios extremos que en los extremos en sección transversal X_{S_C} de la primera porción 118 de junta de longitud variable del primer ensamblaje
- 15 110 de punta y que la segunda porción 218 de junta de longitud variable del segundo ensamblaje 210 de punta.

En otras formas de realización, un procedimiento de fabricación de un ensamblaje 110 de punta a partir de un molde 10 de punta de pala de longitud variable puede incluir la fabricación de la porción 115 de punta estándar a partir de la sección 15 de molde de punta estándar que comprenda el perfil ahusado. El procedimiento puede adicionalmente incluir la fabricación de una porción 118 de junta de longitud variable del ensamblaje 110 de punta a partir de la

20 sección 18 de molde de junta de longitud variable que comprenda un primer extremo 12 y el segundo extremo 13 con la sección transversal constante. El molde 10 de punta de pala de longitud variable puede de esta manera producir una pluralidad de ensamblajes de punta (por ejemplo, 110, 210 y 310) de diversas longitudes en la que la porción de junta de longitud variable (por ejemplo 118, 218, 318) conecte con la porción de punta estándar (por ejemplo (115, 215 y 315).

- 25 Como se analizó anteriormente, en algunas formas de realización, la entera longitud del molde de junta de la sección 18 de molde de junta de longitud variable comprende la sección transversal constante. En algunas formas de realización, la sección 15 de molde de punta estándar conecta con la sección 18 de molde de junta de longitud variable en una transición (por ejemplo, situada en el segundo extremo 13 de la sección 18 de molde de junta de longitud variable) y el perfil ahusado de la sección 15 de molde de punta estándar en la transición pueden adaptarse
- 30 a la sección transversal constante.

Ahora se puede apreciar que las turbinas eólicas nuevas o existentes pueden optimizarse en mayor medida a nivel individual incorporando un ensamblaje de punta con una longitud en el sentido de la cuerda que se adapte mejor a los parámetros específicos del emplazamiento de la zona de la turbina eólica individual. Un único molde de punta de pala de longitud variable puede ser utilizado en la fabricación de una pluralidad de ensamblajes de punta cada uno

35 de los cuales con una porción de punta estándar pero con una porción de junta de longitud variable. Los ensamblajes de punta resultante pueden de esta manera comprender el necesario incremento o reducción de la longitud de pala de turbina eólica confirmando al mismo tiempo el perfil aerodinámico estándar de las puntas de pala evitando al tiempo la necesidad de múltiples moldes.

40

REIVINDICACIONES

- 1.- Un molde (10) de punta de pala de longitud variable para un ensamblaje (110) de punta de una pala (100) de rotor de turbina eólica, comprendiendo el molde (10) de punta de pala de longitud variable:
- una sección (15) de molde de punta estándar que comprende un perfil ahusado; y
- 5 una sección (18) de molde de junta de longitud variable que comprende un primer extremo (12) y un segundo extremo (13) que presenta una sección transversal constante (X_{S_C}) a lo largo de la longitud (L_J) de la sección (18) de molde de junta de longitud variable, en el que el molde (10) de punta de pala de longitud variable puede producir una pluralidad de ensamblajes (110) de punta de diversas longitudes que presentan unas respectivas porciones (118, 218, 318) de longitud variable.
- 10 2.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de la reivindicación 1, en el que el perfil ahusado comprende un perfil de superficie aerodinámica.
- 3.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de cualquier reivindicación precedente, en el que la entera longitud del molde de junta de la sección (18) de molde de junta de longitud variable comprende la sección transversal constante.
- 15 4.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de cualquier reivindicación precedente, en el que la sección transversal constante comprende un perfil tubular de la sección (18) de molde de junta de longitud variable comprende la sección transversal constante.
- 5.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de cualquier reivindicación precedente, en el que la sección (15) de molde de punta estándar conecta con la sección (18) de molde de junta de longitud variable en una transición.
- 20 6.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de la reivindicación 5, en el que el perfil ahusado de la sección (15) de molde de punta estándar en la transición se adapta a la sección transversal constante.
- 7.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de cualquier reivindicación precedente, que comprende además una superficie de fibra de vidrio que comprende una sección (15) de molde de punta estándar y la sección (18) de molde de junta de longitud variable.
- 25 8.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de cualquier reivindicación precedente, que comprende además una base (150) metálica que soporta la superficie de fibra de vidrio.
- 9.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de cualquier reivindicación precedente, en el que la sección (15) de molde de punta estándar comprende una longitud estándar y la sección (18) de molde de punta de longitud variable comprende una longitud de molde de junta que es inferior a la longitud estándar.
- 30 10.- El molde (10) de punta de pala de longitud variable de cualquier reivindicación precedente, en el que la sección (15) de molde de punta estándar y la sección (18) de molde de junta de longitud variable comprenden dos piezas separadas.
- 11.- Un procedimiento (500) de fabricación de un ensamblaje (110) de punta a partir de un molde (10) de punta de pala de longitud variable, comprendiendo el procedimiento:
- 35 la fabricación de una porción (115) de punta estándar del ensamblaje (110) de punta a partir de una sección (15) de molde de punta estándar que comprende un perfil ahusado; y **caracterizado por**
- la fabricación de unas porciones (118, 218, 318) de junta de longitud variable del ensamblaje (110) de punta a partir de una sección (18) de molde de junta de longitud variable que comprende un primer extremo (12) y un segundo extremo (13) que presentan una sección transversal constante (X_{S_C}) a lo largo de la longitud (L_J) de la sección (18) de molde de junta de longitud variable, en el que el molde (10) de punta de pala de longitud variable puede producir una pluralidad de ensamblajes (110) de punta de diversas longitudes, y en el que las porciones (118, 218, 318) de junta de longitud variable conectan con la porción (115) de punta estándar.
- 40 12.- El procedimiento (500) de fabricación del ensamblaje (110) de punta de la reivindicación 11, en el que la entera longitud del molde de junta de la sección (18) de molde de junta de longitud variable comprende la sección transversal constante.
- 13.- El procedimiento (500) de fabricación del ensamblaje de punta de la reivindicación 11 o 12, en el que la sección (15) de molde de punta estándar conecta con la sección (18) de molde de junta de longitud variable en una transición.
- 50

14.- El procedimiento (500) de fabricación del ensamblaje de punta de cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el perfil ahusado de la sección (15) de molde de punta estándar en la transición se adapta a la sección transversal constante.

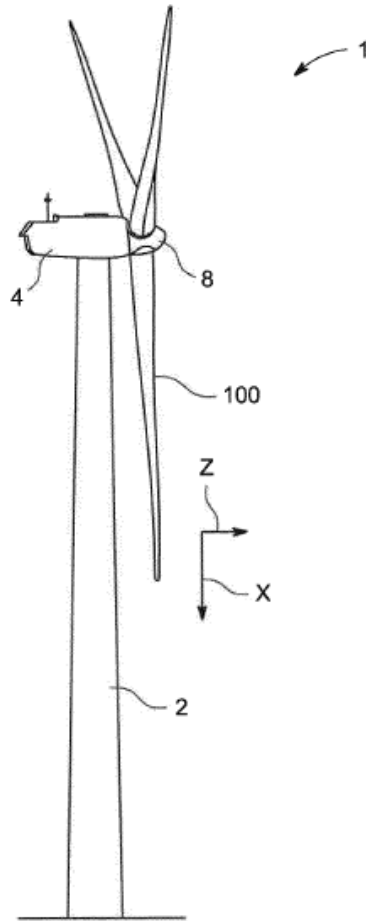


FIG. 1

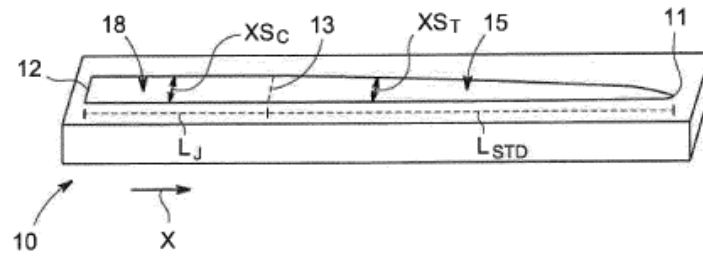


FIG. 2

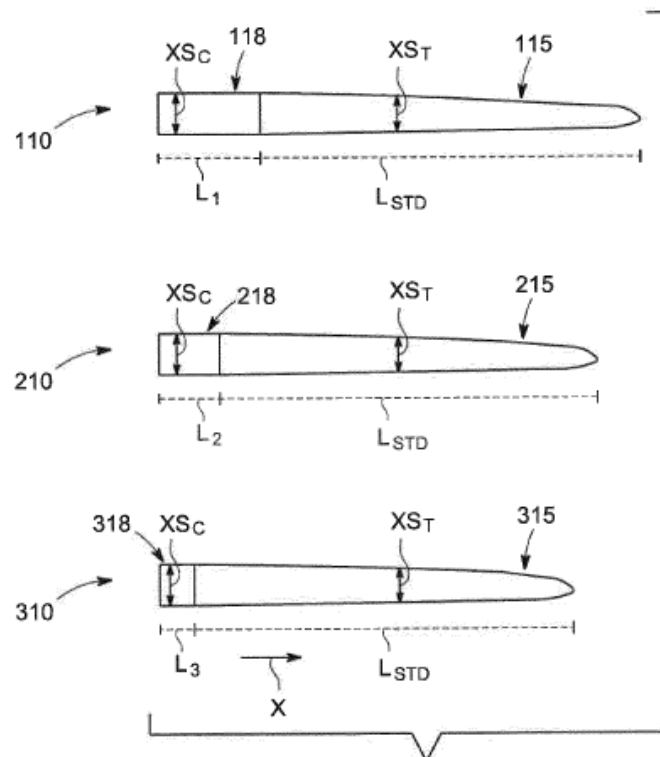


FIG. 3

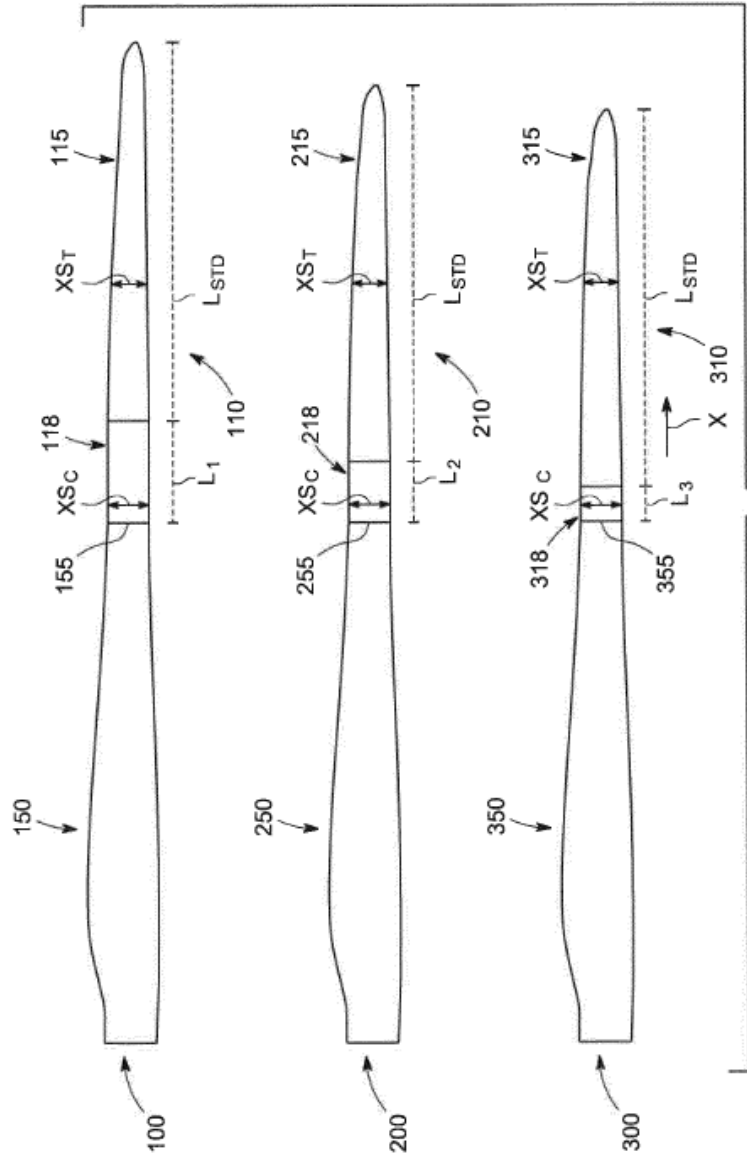


FIG. 4

500

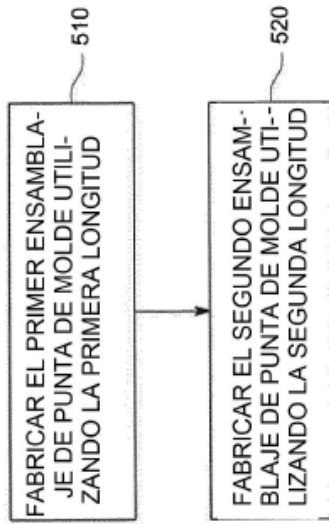


FIG. 5