

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 574**

51 Int. Cl.:

B29C 70/36	(2006.01) B32B 5/24	(2006.01)
B29C 70/08	(2006.01) B32B 5/26	(2006.01)
B29C 70/48	(2006.01) B32B 5/30	(2006.01)
B29L 31/00	(2006.01) B32B 5/32	(2006.01)
B29C 70/44	(2006.01) B29D 99/00	(2010.01)
B29C 70/54	(2006.01) F03D 1/06	(2006.01)
B32B 3/28	(2006.01)	
B32B 5/02	(2006.01)	
B32B 5/16	(2006.01)	
B32B 5/18	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2018 PCT/US2018/040556**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2019 WO19010115**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2018 E 18828793 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025 EP 3648957**

54 Título: **Infusión de resina a través del espesor potenciada para un laminado de material compuesto de turbina eólica**

30 Prioridad:
05.07.2017 US 201715641567

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2025

73 Titular/es:
**GENERAL ELECTRIC RENOVABLES ESPAÑA,
S.L. (100.00%)
Calle Roc Boronat 78
08005 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:
**RIAH, AMIR;
MERZHAUSER, THOMAS;
CHEN, XU y
DHUMAL, SWAPNIL**

74 Agente/Representante:
DE ROOIJ, Mathieu Julien

ES 3 023 574 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

Infusión de resina a través del espesor potenciada para un laminado de material compuesto de turbina eólica

5 **Campo de la invención**

[0001] La presente materia se relaciona, en general, con turbinas eólicas y, más en particular, con sistemas y procedimientos para infundir resina en palas de rotor de turbina eólica de material compuesto ("*composite*") y otros componentes de turbina eólica.

10

Antecedentes de la invención

[0002] En general, una turbina eólica incluye una torre, una góndola montada en la torre y un rotor acoplado a la góndola. El rotor incluye, en general, un buje rotatorio y una pluralidad de palas de rotor acopladas a, y que se extienden hacia afuera desde, el buje. Cada pala de rotor se puede espaciar alrededor del buje para facilitar la rotación del rotor y posibilitar que la energía cinética se convierta en energía mecánica utilizable, que, a continuación, se puede transmitir a un generador eléctrico dispuesto dentro de la góndola para la producción de energía eléctrica. Típicamente, las palas se fabrican a partir de materiales compuestos formados en un molde. Por ejemplo, se pueden disponer materiales compuestos de fibra de carbono, materiales compuestos de fibra de vidrio o preformas de plástico reforzado con fibra e infundir con una resina para unir las capas en una forma final.

15

20

[0003] Las infusiones de material compuesto son procedimientos de molde cerrado para fabricar grandes estructuras de material compuesto reforzado con fibra. En su forma más simple, se instala una preforma de fibra de laminado sobre una superficie de molde y se sella con una superficie de molde exterior. Se aplica un vacío para retirar el aire atrapado en la preforma y, a continuación, se deja que la resina se infunda en la preforma y se cure. Como las resinas termoendurecibles típicas tienen altas viscosidades, se han desarrollado técnicas de procesamiento para mejorar la velocidad y la calidad de la infusión de resina. El caudal v (m/s) de una resina se puede expresar como $v = -K \cdot \Delta P / \mu$; donde K indica la permeabilidad, un índice que representa la facilidad de impregnación en el material base de fibra de refuerzo con la resina, P indica la presión de la resina y μ indica la viscosidad de la resina. En esta fórmula, ΔP representa el gradiente de presión. A medida que se incrementa el valor de permeabilidad, se vuelve más fácil impregnar el material base de fibra de refuerzo con la resina. Se puede observar que la distancia de impregnación de la resina es proporcional a la permeabilidad del material base de fibra de refuerzo usado y a la presión de la resina e inversamente proporcional a la viscosidad de la resina.

25

30

[0004] Una técnica de procesamiento usa un medio de flujo para una inyección más rápida de resina en una estructura de disposición ("*layup*") de fibras para producir un material compuesto. Específicamente, se usan medios de flujo para distribuir resina dentro de una estructura de disposición de fibras y para incrementar la velocidad de inyección de la resina en la estructura de disposición de fibras. Dependiendo de la geometría y del tamaño final del componente de material compuesto producido, a menudo no es posible inyectar la cantidad necesaria de resina sin el uso de un medio de flujo, porque la resistencia al flujo de la resina en la estructura de disposición de fibras es demasiado grande.

35

40

[0005] Son conocidos un gran número de medios de flujo diferentes que son utilizables para una variedad de condiciones de procesamiento diferentes. Sin embargo, lo común para estos medios de flujo diferentes es la un tanto laboriosa disposición del respectivo medio de flujo y, más aún, la retirada del respectivo medio de flujo después de que se haya curado la resina dentro del componente de material compuesto. Además, durante su uso, el medio de flujo absorbe una cantidad relativamente grande de resina, que posteriormente se debe desechar.

45

[0006] El documento EP 3124243 A1 describe sistemas, procedimientos y aparatos para controlar un flujo de un material a través de un componente de vehículo. El aparato puede incluir una pluralidad de deflectores, teniendo cada capa de deflector de la pluralidad de capas de deflector un contorno, en el que al menos un espacio entre al menos algunas de la pluralidad de capas de deflector define al menos una trayectoria de flujo. El aparato también puede incluir una primera pluralidad de espaciadores posicionados en la al menos una trayectoria de flujo, teniendo la primera pluralidad de espaciadores una o más propiedades hidrodinámicas determinadas en base a una primera pluralidad de dimensiones, determinando las una o más propiedades hidrodinámicas, al menos en parte, una segunda propiedad de flujo de la al menos una trayectoria de flujo. Una primera trayectoria de flujo se puede definir por una primera capa de deflector y una segunda capa de deflector. Además, se puede formar una segunda trayectoria de flujo entre la segunda capa de deflector y una tercera capa de deflector. Además, se puede formar una tercera trayectoria de flujo entre la tercera capa de deflector y una cuarta capa de deflector. Un frente de flujo ("*flow front*") se puede controlar usando una o más trayectorias de flujo de un medio de flujo.

50

55

60

Breve descripción de la invención

[0007] Los aspectos y ventajas de la invención se expondrán en parte en la siguiente descripción, o pueden ser evidentes a partir de la descripción, o se pueden aprender a través de la práctica de la invención.

65

5 [0008] En un aspecto, se divulga un procedimiento para producir un componente de laminado de material compuesto ("*composite laminate*") para una turbina eólica que ensambla inicialmente una estructura laminada que tiene al menos dos capas reforzadas y una pluralidad de capas intercaladas posicionadas contiguas a una de las al menos dos capas reforzadas. A continuación, se coloca la estructura laminada en un molde donde la resina se transfiere secuencial e independientemente en cada capa de la pluralidad de capas intercaladas. A continuación, se cura la resina transferida en la estructura laminada para formar un componente de laminado de material compuesto que tiene las al menos dos capas reforzadas, la pluralidad de capas intercaladas y resina curada.

10 [0009] En otro aspecto, la presente materia divulga un sistema. El sistema incluye un componente de laminado de material compuesto de turbina eólica que tiene al menos dos capas reforzadas y una pluralidad de capas intercaladas ("*interleaf*") posicionadas contiguas a una de las al menos dos capas reforzadas. El sistema incluye un colector de infusión de resina ("*resin infusion manifold*") que comprende salidas controladas independientemente hacia la pluralidad de capas intercaladas. El sistema está configurado para transferir secuencial e independientemente resina en cada capa de la pluralidad de capas intercaladas y curar la resina transferida en la estructura laminada para formar un componente de laminado de material compuesto que comprende las al menos dos capas reforzadas, la pluralidad de capas intercaladas y resina curada.

15 [0010] Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran modos de realización de la invención y, conjuntamente con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

20 [0011] Una divulgación completa y habilitante de la presente invención, incluyendo el mejor modo de la misma, dirigida a un experto en la técnica, se expone en la memoria descriptiva, que hace referencia a las figuras adjuntas, en las que:

25 la FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica;

30 la FIG. 2 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una de las palas de rotor de la turbina eólica mostrada en la FIG. 1;

35 la FIG. 3 ilustra una estructura laminada modelada con capas intercaladas y capas reforzadas de ejemplo,

la FIG. 4 es un esquema de una estructura laminada de ejemplo para un material compuesto de laminado de material compuesto que tiene conductos de alimentación de resina independientes y secuenciales;

40 la FIG. 5 es un gráfico del tiempo de infusión frente al caudal volumétrico de resina y temperatura para un material compuesto de referencia y un material compuesto que tiene capas intercaladas de estera de fibras continuas ("*continuous fiber mat*" o CFM) de ejemplo; y

45 la FIG. 6 es una tabla de tiempos de llenado de componentes reales y modelados para un modo de realización de material compuesto de ejemplo.

[0012] Se pretende que el uso repetido de caracteres de referencia en la presente memoria descriptiva y dibujos represente las características o elementos semejantes o análogos de la presente divulgación.

Descripción detallada de la invención

50 [0013] Ahora se hará referencia en detalle a modos de realización de la divulgación, ilustrándose uno o más de sus ejemplos en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no de limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

55 [0014] En general, la presente materia divulga sistemas y procedimientos para fabricar laminados de material compuesto colocando capas intercaladas de medios de flujo de alta permeabilidad en el espesor de la pila de laminados con un conducto de alimentación de resina especializado para cada capa intercalada de medios de flujo. Proporcionar un conducto de alimentación especializado para cada capa intercalada incrementa significativamente la fuerza de accionamiento de presión a través del espesor, lo que es al menos parcialmente responsable de la reducción del tiempo de llenado. La infusión de resina a través del espesor de material compuesto se logra activando secuencialmente los conductos de alimentación de resina, lo que también puede prevenir la formación de defectos en la estructura de material compuesto. Además, se puede colocar una capa de separación, tal como una sección de capa desprendible ("*peel ply*") no porosa, entre los conductos de alimentación de resina para prevenir la formación de defectos.

[0015] El término "fibra" como se usa en el presente documento significa fibras filamentosas delgadas, pero también puede ser hebras ("rovings") (haces de fibras), bandas de hebras o esteras, que pueden ser esteras de fieltro de fibras únicas o esteras de mechas de hebras. De forma alternativa, la fibra en forma de estera o tela de fibra hilada en caliente no tejida se puede impregnar con una resina de matriz de poliéster modificada para formar un preimpregnado para su uso en una variedad de procedimientos de fabricación. También se pueden usar fibras troceadas o molidas. Las fibras usadas en la presente invención son preferentemente fibras de vidrio o fibras de carbono. Por el término fibra de carbono se entiende cualquiera de las fibras carbonizadas o grafitizadas convencionales obtenidas por procedimientos conocidos a partir de precursores de fibras o filamentos orgánicos como rayón, poliacrilonitrilo (PAN), brea o similares.

[0016] El término "resina" como se usa en el presente documento significa una resina natural o sintética o un polímero adecuado. La resina puede ser una combinación de un monómero etilénicamente insaturado líquido y poliéster insaturado para formar una composición de resina de poliéster. La resina también puede ser resina de poliéster, de éster vinílico y epoxídica. Sin embargo, la resina en el contexto de la presente invención también puede ser un sistema combinado que incluya otros productos químicos, tales como catalizadores, agentes de endurecimiento, aceleradores y aditivos (por ejemplo, tixotrópico, pigmento, carga, resistencia química/al fuego, etc.).

[0017] El término "curado" como se usa en el presente documento significa que la resina se vuelve un sólido duro químicamente resistente. Las moléculas de la resina se reticularán ("cross-link") con ayuda de catalizadores o agentes de endurecimiento, y el procedimiento es una reacción química no reversible.

[0018] El término "poroso" como se usa en el presente documento se usa para describir una estructura de material llena de huecos o poros y se refiere a una estructura tridimensional que permite el flujo de una fase líquida en múltiples direcciones de la estructura, tal como un material de punto, tejido, cosido o de ganchillo, espumado o similar a filtro.

[0019] El término "alta permeabilidad" se considera la permeabilidad intrínseca de medios con valores que varían de 1×10^{-9} a 1×10^{-7} m², y "baja permeabilidad" se considera valores que varían de 1×10^{-10} a 1×10^{-12} m².

[0020] En referencia, ahora, a los dibujos, la FIG. 1 ilustra una vista en perspectiva de un modo de realización de una turbina eólica 10 de construcción convencional. Como se muestra, la turbina eólica 10 incluye una torre 12 que se extiende desde una superficie de soporte 14, una góndola 16 montada en la torre 12 y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje 20 rotatorio y al menos una pala de rotor 22 acoplada a y que se extiende hacia afuera desde el buje 20. Por ejemplo, en el modo de realización ilustrado, el rotor 18 incluye tres palas de rotor 22. Sin embargo, en un modo de realización alternativo, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas de rotor 22. Cada pala de rotor 22 se puede espaciar alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 para posibilitar que la energía cinética se transfiera, a partir del viento, en energía mecánica utilizable y, posteriormente, en energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 se puede acoplar de forma rotatoria a un generador eléctrico posicionado dentro de la góndola 16 para permitir que se produzca energía eléctrica.

[0021] En referencia, ahora, a la FIG. 2, se ilustra una vista en perspectiva de una de las palas de rotor 22 mostradas en la FIG. 1. Como se muestra, la pala de rotor 22 incluye, en general, una raíz de pala 34 configurada para montar la pala de rotor 22 en el buje 20 de la turbina eólica 10 (FIG. 1) y una punta de pala 36 dispuesta opuesta a la raíz de pala 34. Un cuerpo 38 de la pala de rotor 22, en general, se puede configurar para extenderse entre la raíz de pala 34 y la punta de pala 36 y puede servir como envoltura/forro de la pala 22. En varios modos de realización, el cuerpo 38 puede definir un perfil sustancialmente aerodinámico, tal como definiendo una sección transversal conformada en perfil alar simétrica o arqueada. Como tal, el cuerpo 38 puede incluir un lado de presión 40 y un lado de succión 42 que se extienden entre un borde de ataque 44 y un borde de salida 46. Además, la pala de rotor 22 puede tener una envergadura 48 que defina la longitud total entre la raíz de pala 34 y la punta de pala 36 y una cuerda 50 que defina la longitud total entre el borde de ataque 44 y el borde de salida 46. Como se entiende, en general, la cuerda 40 puede variar en longitud con respecto a la envergadura 48 a medida que la pala de rotor 22 se extienda desde la raíz de pala 34 hasta la punta de pala 36.

[0022] En varios modos de realización, el cuerpo 38 de la pala de rotor 22 se puede formar como un único componente unitario. De forma alternativa, el cuerpo 38 se puede formar a partir de una pluralidad de componentes de concha. Por ejemplo, el cuerpo 38 se puede fabricar a partir de una primera mitad de concha que define, en general, el lado de presión 40 de la pala de rotor 22 y una segunda mitad de concha que define, en general, el lado de succión 42 de la pala de rotor 20, estando las mitades de concha aseguradas entre sí en los bordes de ataque y de salida 44, 46 de la pala 22. Adicionalmente, el cuerpo 38, la raíz de pala 34 y la punta de pala 36 se pueden formar, en general, a partir de cualquier material adecuado. Por ejemplo, en un modo de realización, la raíz de pala 34 se puede formar enteramente a partir de un material compuesto de laminado, tal como un material compuesto de laminado reforzado con fibra de carbono o un material compuesto de laminado reforzado con fibra de vidrio.

[0023] Las FIGS. 3 y 4 representan una parte de la estructura laminada de material compuesto 52 espesa, tal como una parte de la raíz de pala 34. La estructura laminada 52 puede tener al menos dos capas reforzadas 53 y una pluralidad de capas intercaladas 54 posicionadas contiguas a una de las al menos dos capas reforzadas 53. Para eliminar el riesgo de gelificación prematura de la resina de infusión antes de que se llene la estructura laminada 52, y para incrementar la velocidad del frente de flujo de resina 72 a través del espesor de la estructura laminada 52 (es decir, eliminar la infusión lenta), y para reducir el riesgo de defectos de infusión, cada capa intercalada 54 de la estructura laminada de material compuesto 52 espesa tiene un conducto de alimentación de resina 56, 58, 60 especializado, aislado e independiente conectada a ella. Esos conductos de alimentación de resina 56, 58, 60 se abren secuencialmente durante la infusión de resina, usando un retardo de tiempo predeterminado entre el inicio de la alimentación de resina a cada capa intercalada 54 posterior, para llevar resina recién preparada a la capa intercalada 54, lo que maximiza el gradiente de presión en la dirección del flujo de resina a medida que cada conducto de alimentación se activa secuencial e independientemente. Como se observa en la fig. 4, el frente de flujo de resina 72 se puede nivelar en la dirección del flujo de resina de modo que los frentes de flujo de resina 72 no estén en el mismo plano vertical. Las simulaciones informáticas y los ensayos de campo de subcomponentes han demostrado una reducción de aproximadamente un 38 % del tiempo de llenado de resina para un laminado de material compuesto 52 espeso.

[0024] Por ejemplo, en la sección de raíz de pala eólica 34 donde el laminado más espeso está en una concha de pala (es decir, la región sobreconstruida ("*overbuild*") de raíz), se puede colocar una pieza estrecha de capa desprendible no porosa (impermeable a la resina) 62 directamente por debajo de una parte de entrada de cada capa intercalada 54 para guiar el flujo de resina directamente desde el conducto de alimentación de resina 56, 58, 60 especializado y evitar un potencial seguimiento de carrera de resina ("*resin race tracking*") que se produce entre la cara de extremo de raíz 34 del laminado y la superficie de barrera de borde de raíz. La capa desprendible 62 puede estar en la región sobreconstruida de raíz que se puede recortar en una operación secundaria.

[0025] Los medios de capas intercaladas de alta permeabilidad 54 pueden ser una estera de fibras continuas que tenga una permeabilidad intrínseca en el intervalo de aproximadamente 1×10^{-9} a aproximadamente 1×10^{-7} metros cuadrados. La capa intercalada 54 actúa como una capa estructural y puede tener su propio conducto de alimentación de resina 56, 58, 60 que se puede activar individual, independiente y secuencialmente por un circuito de control de flujo de resina 64. Un colector de infusión de resina 68 puede suministrar resina 66 a través de válvulas de control 70 en cada conducto de alimentación de resina 56, 58, 60 para activar secuencialmente el suministro de resina a cada conducto de alimentación de resina 56, 58, 60, proporcionando, de este modo, una infusión de resina más rápida que sea menos propensa a formar defectos de infusión. Los medios estructurales de capas intercaladas 54 pueden ser tejidos, de punto, de espuma de celdas abiertas, similares a esponja, similares a malla, similares a filtro, o combinaciones de los mismos. La capa intercalada 54 puede ser un material elástico y/o flexible, que se puede insertar en la estructura laminada 52 no solo de manera plana, sino también curvada tridimensionalmente, tal como corrugada.

[0026] Como se menciona anteriormente, el tiempo de llenado de la estructura laminada 52 y la velocidad del frente de flujo de resina 72 para laminados espesos son principalmente una función de la permeabilidad intrínseca a través del espesor (K) y la fuerza de accionamiento de diferencia de presión, o gradiente de presión (ΔP). El gradiente de presión (ΔP) disminuye a medida que la resina fluye hacia el componente y el movimiento del frente de flujo 72 se vuelve cada vez más lento. Al activar independiente, individual y secuencialmente los conductos de alimentación de resina 56, 58, 60 intermedios conectados a cada capa intercalada de alta permeabilidad 54, el gradiente de presión (ΔP) se restablece en el valor máximo y, de este modo, se llena el laminado 52 más rápido. Las capas intercaladas de alta permeabilidad 54 ayudan al flujo de resina 66 al transportar rápidamente la resina 66 en el plano.

[0027] La FIG. 5 es un gráfico que muestra un 1.^{er} conducto de alimentación de resina (FL) activado en primer lugar, a continuación, los 2.^o, 3.^{er}, y 4.^o FL se activan independiente y secuencialmente por un retardo de tiempo que se puede predeterminar en una prueba independiente, por ejemplo, cronometrando el frente de flujo 72 para humedecer una pila. En el modo de realización de la FIG. 5, todas las pilas de capas reforzadas 53 son de equivalente espesor y capas. El retardo de tiempo predeterminado para activar el flujo de resina de conducto de alimentación se muestra en gráfico como "tiempo total en porcentaje" para transferir secuencialmente la resina en cada capa intercalada de este componente de laminado de ejemplo. El retardo de tiempo predeterminado entre el 1.^{er} conducto de alimentación (FL) y el 2.^o FL es de aproximadamente un 15 % del tiempo total. El retardo de tiempo predeterminado del flujo de conducto de alimentación entre la 1.^{era} capa intercalada 54 y la 3.^{era} capa intercalada 54 es de aproximadamente un 25 % del tiempo total. Y el retardo de tiempo predeterminado del flujo de conducto de alimentación entre la 1.^{era} capa intercalada 54 y la 4.^a capa intercalada 54 es de aproximadamente un 40 % del tiempo total.

[0028] La FIG. 6 es una tabla de los tiempos de llenado de componentes de laminado 52, mostrada en gráfico en la FIG. 5, que muestra el tiempo de llenado real (minutos) que se reduce desde un valor real de referencia de 60 minutos a un valor real de 37 minutos usando un flujo de resina independiente y secuencial hacia cada capa intercalada 54 como se divulga en el presente documento. Los valores de tiempos de llenado modelados se ajustaron estrechamente a los valores reales con una referencia de 62 minutos mejorada a 39 minutos. Tanto los

resultados reales como modelados mostraron una reducción de aproximadamente un 38 % del tiempo de llenado para el componente de ejemplo.

5 **[0029]** El procedimiento y sistema divulgados en el presente documento de producción de estructuras laminadas de material compuesto 52 pueden infundir una resina viscosa o líquida curable en las capas intercaladas 54 con capas reforzadas con fibra 53 dispuestas en capas en el molde. La capa intercalada 54 puede ser una capa sólida precurada fabricada de un material que tenga una mayor permeabilidad intrínseca con respecto a la resina que la capa reforzada 53. Aunque se puede usar el mismo material para las capas intercaladas 54 que se usa para las capas reforzadas con fibra 53, puede ser ventajoso si se usa un material diferente para formar las capas intercaladas 54. Esto puede proporcionar una proporción de rigidez deseada de las capas intercaladas 54 a las capas reforzadas con fibra 53 después de curar la resina. Adicionalmente, las capas intercaladas 54 pueden estar corrugadas para incrementar el espacio disponible para el flujo de resina.

10 **[0030]** Esta descripción por escrito usa ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el mejor modo, y también para posibilitar que cualquier experto en la técnica ponga en práctica la invención, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención se define por las reivindicaciones y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica.

Reivindicaciones

1. Un procedimiento para producir un componente de laminado de material compuesto (52) para una turbina eólica (10), que comprende;
- 5 ensamblar una estructura laminada (52) que comprende al menos dos capas reforzadas (53) y una pluralidad de capas intercaladas (54) posicionadas contiguas a una de las al menos dos capas reforzadas (53),
- 10 colocar la estructura laminada (52) en un molde,
- transferir secuencial e independientemente resina (66) en cada capa de la pluralidad de capas intercaladas (54), y
- 15 curar la resina (66) transferida en la estructura laminada (52) para formar un componente de laminado de material compuesto (52) que comprende las al menos dos capas reforzadas (53), la pluralidad de capas intercaladas (54) y resina (66) curada.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de capas intercaladas (54) comprende una estera de fibras continuas que tiene una permeabilidad intrínseca en el intervalo de aproximadamente 1×10^{-9} a aproximadamente 1×10^{-7} metros cuadrados.
3. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que ensamblar la estructura laminada (52) comprende además colocar una sección de capa desprendible no porosa (62) contigua a una parte inferior de una parte de entrada de la pluralidad de capas intercaladas (54).
- 25 4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además suministrar la resina (66) a un colector de infusión de resina (68) que comprende salidas controladas independientemente (70) hacia la pluralidad de capas intercaladas (54).
- 30 5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además proporcionar un retardo de tiempo predeterminado entre el inicio de flujo de resina (66) a cada una de la pluralidad de capas intercaladas (54), en el que el retardo de tiempo predeterminado se determina midiendo un periodo de tiempo requerido para que al menos un frente de flujo de resina (72) de la pluralidad de capas intercaladas (54) humedezca una capa reforzada contigua.
- 35 6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la pluralidad de capas intercaladas (54) comprende al menos una de una estructura tejida, una estructura de punto, una estructura de espuma de celdas abiertas, una estructura similar a esponja, una estructura similar a malla, una estructura similar a filtro o combinaciones de las mismas.
- 40 7. Un sistema que comprende:
- un componente de laminado de material compuesto de turbina eólica (52), que comprende;
- 45 al menos dos capas reforzadas (53), y
- una pluralidad de capas intercaladas (54) posicionadas contiguas a las al menos dos capas reforzadas (53),
- 50 un colector de infusión de resina (68) que comprende salidas controladas independientemente (70) hacia la pluralidad de capas intercaladas (54),
- en el que el sistema está configurado para;
- 55 transferir secuencial e independientemente resina (66) en cada capa de la pluralidad de capas intercaladas (54), y
- curar la resina (66) transferida en la estructura laminada para formar un componente de laminado de material compuesto (52) que comprende las al menos dos capas reforzadas (53), la pluralidad de capas intercaladas (54) y resina (66) curada.
- 60 8. El sistema de la reivindicación 7, en el que la pluralidad de capas intercaladas (54) comprende una estera de fibras continuas que tiene una permeabilidad intrínseca en el intervalo de aproximadamente 1×10^{-9} a aproximadamente 1×10^{-7} metros cuadrados.
- 65

9. El sistema de las reivindicaciones 7-8, en el que las salidas (70) del colector de infusión de resina (68) transfieren secuencialmente resina (66) de acuerdo con un retardo de tiempo predeterminado entre el inicio de flujo de resina a cada una de la pluralidad de capas intercaladas, y en el que el retardo de tiempo predeterminado se determina midiendo un periodo de tiempo requerido para que al menos un frente de flujo de resina (72) de la pluralidad de capas intercaladas (54) humedezca una capa reforzada contigua.
- 5
10. El sistema de las reivindicaciones 7-9, en el que la pluralidad de capas intercaladas (54) comprende al menos una de una estructura tejida, una estructura de punto, una estructura de espuma de celdas abiertas, una estructura similar a esponja, una estructura similar a malla, una estructura similar a filtro o combinaciones de las mismas, y en el que el componente comprende al menos una parte de una raíz de pala de turbina eólica (34).
- 10

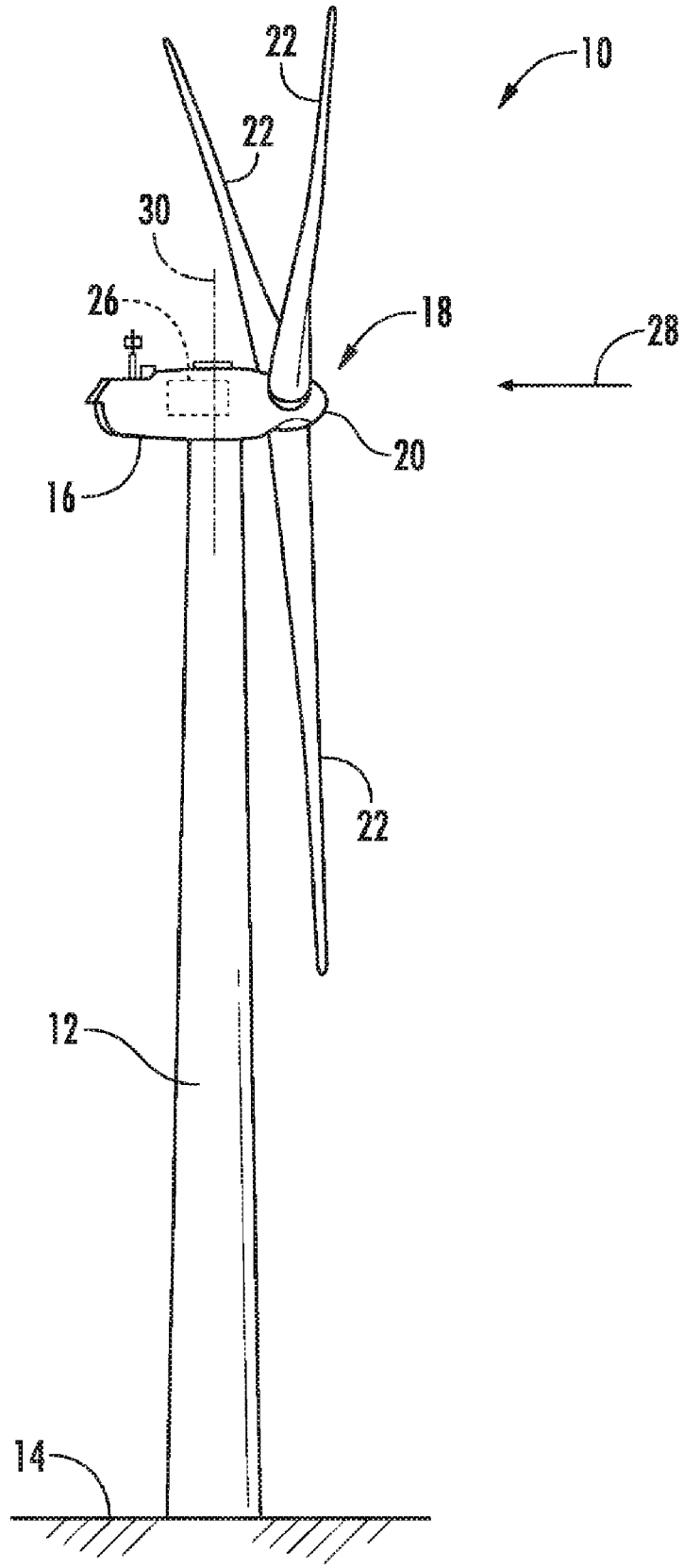


FIG. 1

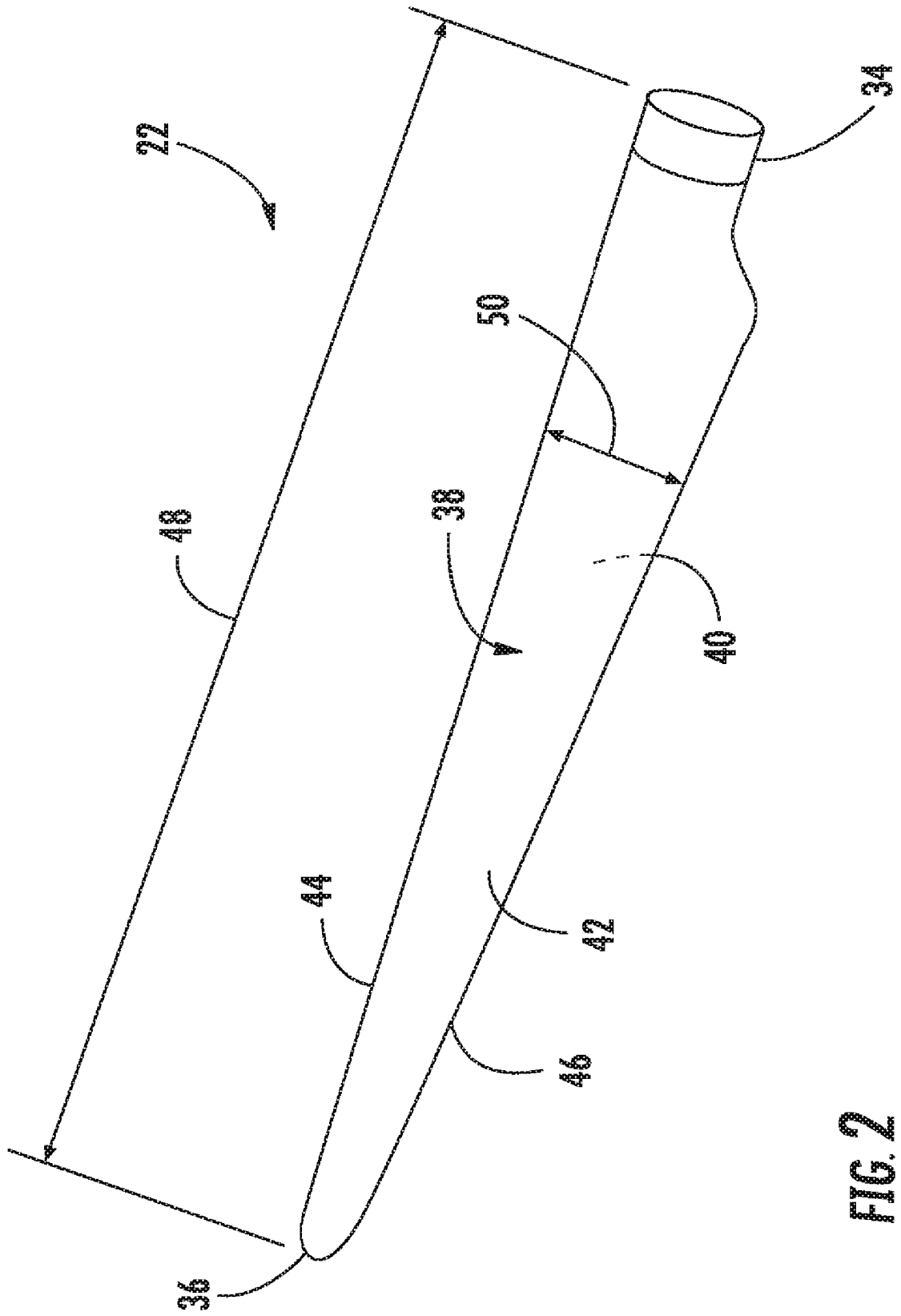


FIG. 2

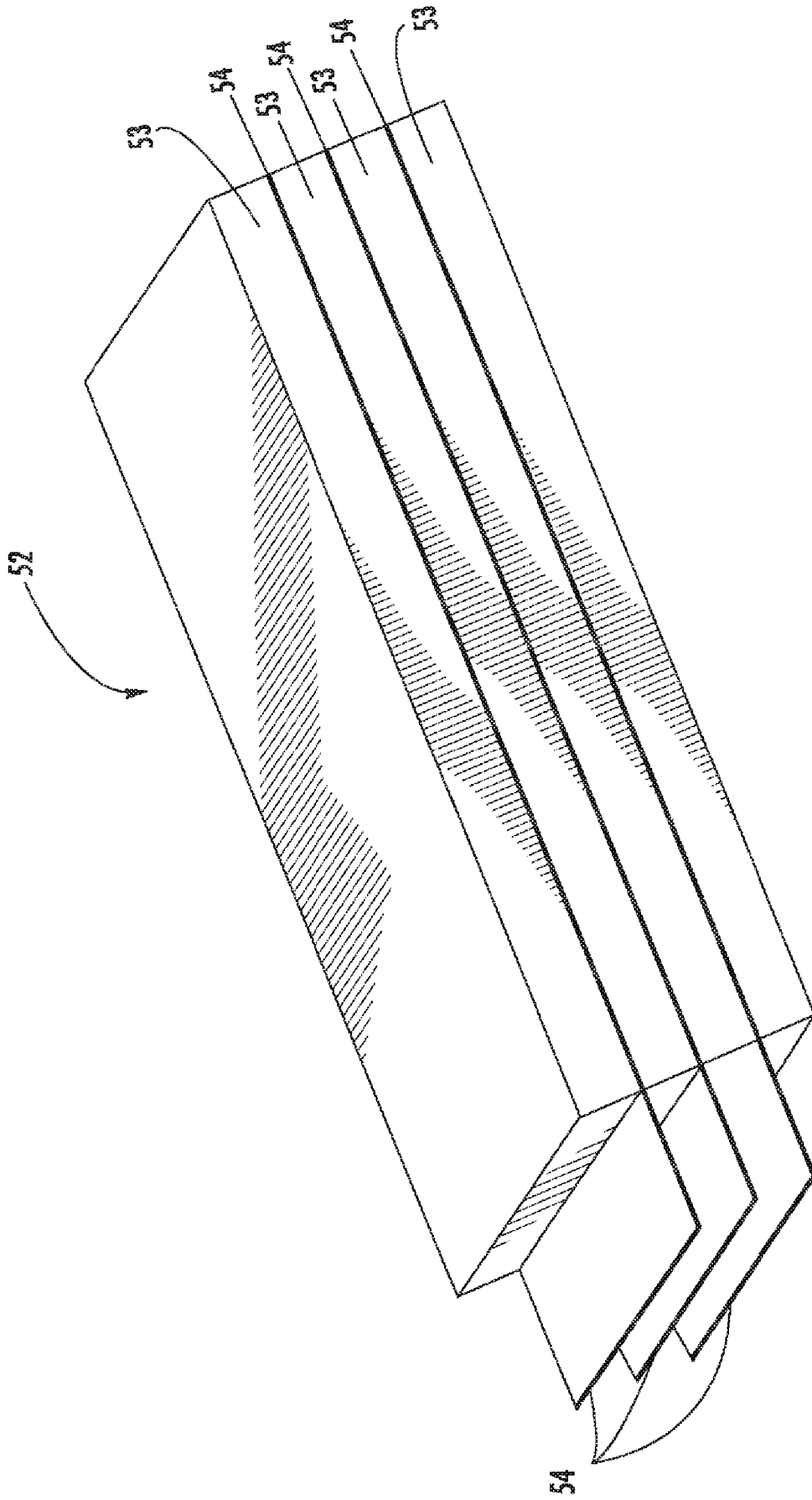


FIG. 3

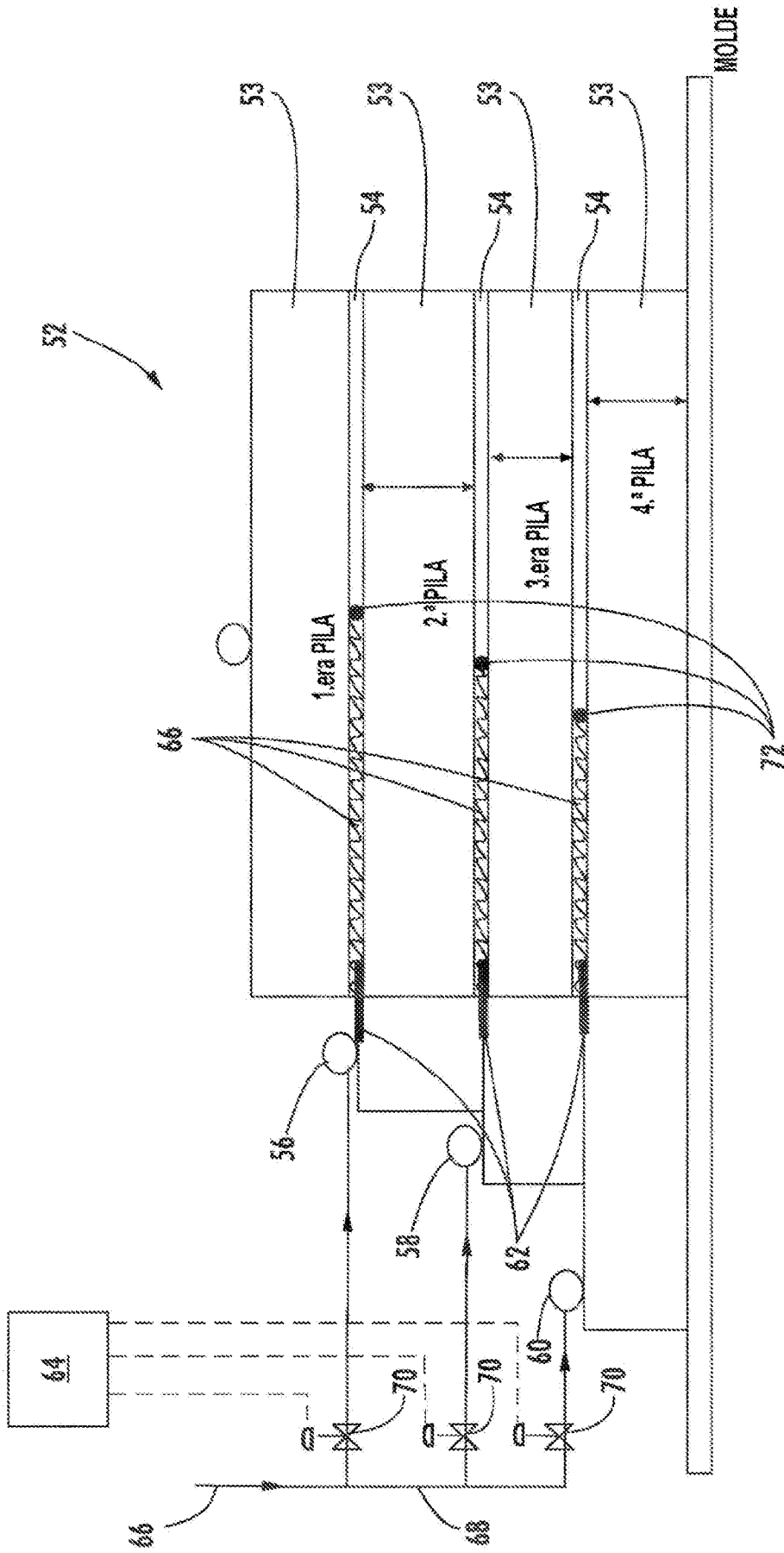


FIG. 4

ENSAYO DE SOBREMESA CON REFERENCIA FRENTE A CFM

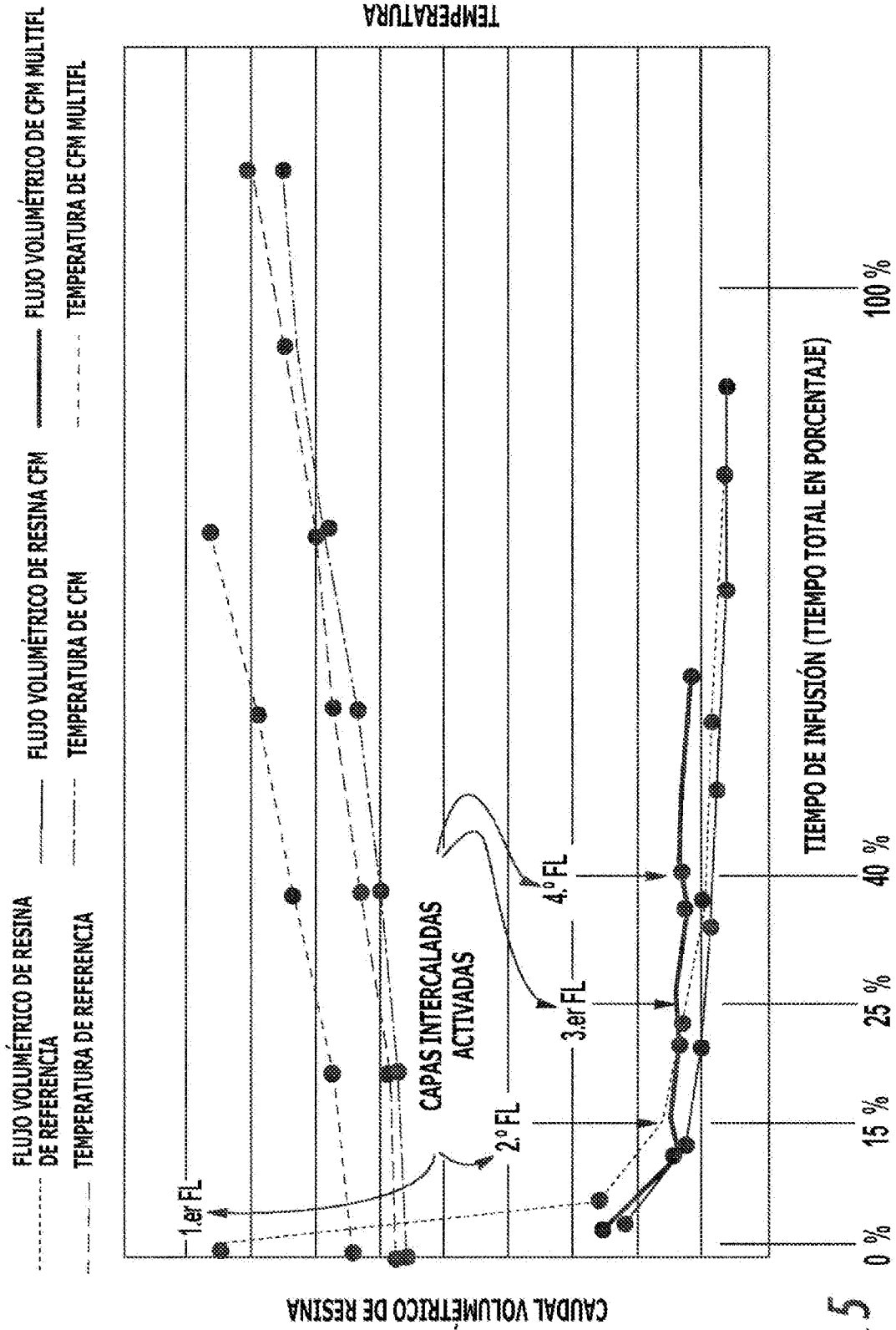


FIG. 5

TIEMPO DE LLENADO (MIN)		
	REAL	MODELADO
REFERENCIA	60	62
INTERCALACIÓN CON MULTIFL	37	39
REDUCCIÓN EN PORCENTAJE	38 %	37 %

FIG. 6