

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 478**

51 Int. Cl.:

**B64C 1/06** (2006.01)

**B64C 3/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2012** **E 12382419 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016** **EP 2727820**

54 Título: **Larguerillo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.06.2017**

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)**  
**Avda. John Lennon s/n**  
**28906 Getafe, Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**ARANA HIDALGO, ALBERTO y**  
**RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, TOMÁS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 619 478 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

Larguerillo

**Objeto de la invención**

5 La presente invención se refiere en general a la fabricación de componentes para aeronaves, tales como estructuras de revestimiento formadas por un panel de revestimiento reforzado en su cara interna por una pluralidad de larguerillos pegados estructuralmente al panel de revestimiento.

10 De manera más concreta, uno de los objetos de la invención es el de obtener de una manera sencilla, larguerillos de refuerzo cuyos extremos de terminación soportan menor carga, así como reducir el esfuerzo que soporta la unión entre larguerillo y panel, para reducir el riesgo de pelado entre el larguerillo y el panel de revestimiento, reduciendo el riesgo de separación entre elementos, todo ello logrando además que la capacidad del larguerillo para evitar el pandeo no se vea afectada, reduciendo eficientemente el módulo elástico únicamente en el extremo de terminación, y sin necesidad de modificar las normas ya existentes de diseño o fabricación de las láminas o capas constituyentes.

**Antecedentes de la invención**

15 En la manufactura de componentes para la industria aeronáutica, especialmente para la fabricación de elementos estructurales de una aeronave, es ampliamente conocido el empleo de materiales compuestos formados por una matriz orgánica y fibras continuas, por ejemplo fibras de carbono reforzada con plástico (CFRP), orientadas de forma unidireccional dentro de una misma capa. La solicitud de patente norteamericana US 2010/0233424 A1 es un ejemplo de estas técnicas.

20 Convencionalmente, una estructura de revestimiento de una aeronave, por ejemplo parte del fuselaje o de un ala, está formada por un panel de revestimiento y por una serie de larguerillos unidos mediante pegado a una de las caras del panel para reforzarlo. Los larguerillos se disponen en sentido longitudinal a dicho panel, y se incorporan además una serie de costillas dispuestas de forma transversal, que colaboran con los larguerillos para proporcionar resistencia a los paneles y mejorar la estabilidad a compresión o cizalladura de los mismos.

25 Estos materiales compuestos se emplean tanto para la fabricación de paneles de revestimiento, como para la fabricación de los larguerillos, los cuales se pueden fabricar con diferentes secciones, por ejemplo con sección en forma de: "T", "I", "L", trapezoidal etc.

30 Es bien conocida en la industria aeronáutica la problemática existente con los extremos o terminación (run-out) de los larguerillos, ya que en esos extremos se produce una redistribución en la transferencia de las cargas entre el larguerillo y el panel al que está unido, originándose una concentración de esfuerzos (tangenciales en el plano de la unión y de pelado fuera del plano) en la unión pegada en esa zona, que puede provocar el despegado entre el larguerillo y el panel.

35 La rigidez de los larguerillos en los revestimientos se obtiene principalmente gracias a las capas con orientación de fibras a 0°, es decir con las fibras orientadas en la misma dirección longitudinal del larguerillo. Sin embargo, esta disposición convencional con mayoría de capas a 0°, extendiéndose a lo largo de la longitud del larguerillo, suponen una limitación a la hora de reducir la carga soportada por los extremos de terminación, ya que en los extremos de terminación es necesario reducir su rigidez precisamente para reducir la carga que soportan y que deben transferir al revestimiento a través de la unión pegada.

40 Las soluciones conocidas en el estado de la técnica para paliar los problemas asociados con la transferencia de carga en los extremos de los larguerillos, se basan por lo general en una reducción del área de la sección transversal del larguerillo, normalmente mediante una reducción de la altura del larguerillo, o adicionalmente mediante una reducción progresiva del número de capas hacia el extremo de terminación. Con estas técnicas, se logra reducir el espesor y por lo tanto reducir la rigidez (reducir el módulo elástico) del extremo de terminación del larguerillo, al mismo tiempo que se adelanta la progresiva redistribución de cargas entre el larguerillo y el panel.

45 Un ejemplo de estas soluciones se describe en las solicitudes de patente norteamericanas US 2005/0211846 A1, y US 2012/0100343 A1.

Sin embargo, estas soluciones tradicionales presentan ciertas desventajas, ya que por ejemplo con la solución de reducir la altura del larguerillo, se reduce al mismo tiempo la eficiencia del larguerillo para aumentar la estabilidad del panel anterior al extremo de terminación del larguerillo.

50 En el caso de la segunda solución referente a la reducción de capas, ésta presenta limitaciones en cuanto al número mínimo posible de telas en el extremo de terminación del larguerillo por debajo del cual aparecen defectos de fabricación e industrialización durante la consolidación y pegado del larguerillo al panel.

Esta segunda problemática limita la eliminación por completo de todas las telas a 0° en el extremo de terminación del larguerillo y por lo tanto, mantiene un alto módulo elástico en la misma respecto a una solución que permitiera eliminar por completo o tener menos telas a 0° en el extremo de terminación del mismo.

Otras soluciones conocidas se basan en emplear en el extremo de terminación varios tipos de capas con distinto módulo elástico, es decir, con distintas propiedades, por ejemplo utilizando fibras de distintos materiales que proporcionan una menor rigidez. Sin embargo, el empleo de distintos tipos de capas o láminas siendo factible, no está contemplado por los métodos en uso para el cálculo de estructuras tales como las contempladas en la presente memoria además de complicar excesivamente el proceso de fabricación de estos componentes, por lo que no es usada ampliamente en la actualidad.

La publicación de patente internacional PCT WO2011/121340A1 divulga un procedimiento para la fabricación de un elemento estructural de material compuesto, que comprende la etapa de colocar una pila de capas laminadas reforzadas con fibra, en el que al menos una de las capas está colocada como una primera y segunda porciones de capa discretas, y las fibras de la segunda porción tienen una característica diferente de las de la primera porción.

### **Descripción de la invención**

La presente invención soluciona de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, mediante la materia objeto definida en las adjuntas reivindicaciones independientes.

La presente invención comprende la introducción de capas a 90° en un tramo próximo al extremo de terminación del larguerillo, solapándose con capas pre-existentes a 0°, y tras una distancia de solape entre ambas, la eliminación progresiva del número de capas a 0°, de forma que en un tramo del larguerillo adyacente al extremo de terminación, se hayan sustituido completa o mayoritariamente las capas a 0° por capas a 90°. Las capas introducidas son del mismo material y características que las capas ya presentes, variando solamente su orientación respecto a una referencia fija. La invención se basa en el remplazo o sustitución progresiva de las capas a 0° (efectivas para el larguerillo globalmente, pero perjudiciales en su extremo de terminación para una suave transición de carga al revestimiento) por capas a 90° en dicho extremo de terminación, mediante un solape entre las telas añadidas de 90° y las que se eliminan de 0°, que asegure la continuidad estructural del elemento.

Al interrumpir las capas a 0° y sustituirlas por capas a 90° en el extremo de terminación, la rigidez axial o módulo elástico en un extremo de terminación del larguerillo es menor que en el resto del larguerillo, ya que la rigidez de las capas con sus fibras a 90° frente a la flexión axial del eje longitudinal del larguerillo, es menor que la de las capas a 0°, debido precisamente a la orientación de las fibras a 90° que al estar colocadas de forma transversal al eje longitudinal del larguerillo, ofrecen menor resistencia a la flexión axial.

La presente invención permite que manteniendo el mismo número de capas en el extremo de terminación del larguerillo fijado por requisitos de fabricación (un número menor causa porosidades o despegados), el contar con un número menor de capas en la orientación de 0°.

En la presente invención, por capas a 0° debe entenderse capas que forman parte o van a formar parte de un larguerillo y cuyas fibras de refuerzo están o quedarán orientadas en la misma dirección que el eje longitudinal "X" del larguerillo. De forma análoga, por capas a 90°, debe entenderse las capas que forman parte o van a formar parte de un larguerillo y cuyas fibras están o quedarán orientadas formando un ángulo de 90° respecto al eje longitudinal "X" del larguerillo, es decir, las fibras de esa capa son ortogonales respecto al larguerillo.

De este modo, un primer aspecto de la invención se refiere a un larguerillo para reforzar paneles de revestimiento de aeronaves, el cual está formado por una pluralidad de capas superpuestas de material compuesto, donde cada capa incluye fibras de refuerzo orientadas de forma unidireccional. En un tramo del larguerillo adyacente o consecutivo a un extremo de terminación, el número de capas con orientación de fibras a 90° es mayor que el número de capas con orientación de fibras a 0° en ese mismo tramo, de modo que la rigidez o el módulo elástico en esa porción adyacente al extremo de terminación, es menor que en el resto del larguerillo, o dicho de otro modo, el larguerillo es más flexible en ese tramo gracias a la presencia mayoritaria de capas a 90° frente al número de capas a 0°.

El número de capas a 90° en dicho tramo del larguerillo adyacente (TA) también es mayor que el número de capas con orientación de fibras a 90° en un tramo interno (TI) del larguerillo.

La invención también se refiere a una forma particular de obtener ese tramo extremo con presencia mayoritaria de capas a 90°, que consiste en formar un tramo de solape que se extiende entre un tramo interno y un tramo adyacente al extremo de terminación, en el cual al menos una capa a 90° se añade superponiéndose a una capa a 0° ya existente en el tramo interno, la cual en un tramo posterior se elimina. La formación de este tramo de solape, tiene el efecto de proporcionar una suave y progresiva transmisión de carga entre el tramo interno y el extremo del larguerillo, es decir, entre zonas del larguerillo con distinta rigidez.

La invención también se refiere a una estructura de revestimiento para aeronaves, que comprende un panel de revestimiento de una superficie aerodinámica de una aeronave, y al menos un larguerillo como el anteriormente descrito, unido a dicho panel.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método de fabricación de larguerillos para reforzar paneles de revestimiento de aeronaves, que comprende apilar capas de material compuesto con fibras de refuerzo orientadas de forma unidireccional en cada capa. El método comprende apilar una capa con fibras orientadas a 0° respecto al

5 eje longitudinal del larguerillo, y terminar (es decir finalizar la capa mediante un borde de terminación, por ejemplo cortando la capa), dicha capa a 0° en un borde de terminación, que queda situado a cierta distancia respecto a un extremo de terminación del larguerillo. A continuación, se apila una capa con fibras orientadas a 90° respecto al eje del larguerillo, de tal manera que un tramo de dicha capa a 90° quede solapado con un tramo extremo de dicha capa a 0° (generándose la zona de solape (TS) anteriormente definida), y de modo que dicha capa a 90° se extienda hasta el extremo de terminación del larguerillo.

10 Como se puede apreciar, el proceso descrito consiste en ir sustituyendo o reemplazando capas a 0° utilizadas en la parte interna del larguerillo, por capas a 90°, y repitiendo el proceso para el número de capas a 0° que se estime necesario, hasta que el número de capas con orientación de fibras a 90° en un tramo del larguerillo adyacente al extremo de terminación del mismo, sea mayor que el número de capas con orientación de fibras a 0°.

Como consecuencia de la eliminación de capas a 0°, el número de capas con orientación de fibras a 0° en el tramo del larguerillo adyacente (TA) al extremo de terminación (3), es menor que el número de capas con orientación de fibras a 0° en el tramo interno (TI) del larguerillo.

15 La invención logra reducir la carga que soportan los extremos de terminación de los larguerillos cuando la aeronave está en vuelo, mediante un cambio en el tipo de láminas en lo que respecta a la orientación de las fibras, en un tramo adyacente a un extremo de terminación del larguerillo.

20 Para la implementación de la invención no es necesario modificar la forma geométrica del extremo de terminación, por lo que no se modifican los métodos de fabricación ni el utillaje ya en operación en una factoría, si bien en el tramo de solape de telas, el utillaje ha de adaptarse a este sobre-espesor local tal y como en la actualidad se hace para recoger sobre-espesores de telas no estructurales.

La invención no requiere la fabricación de distintos tipos de capas con propiedades distintas en cuanto a su rigidez o el tipo de fibras que emplean, por lo que utilizando el mismo tipo de capas, simplemente modificando la orientación de las capas y aplicando un sobre-espesor local, se obtiene el efecto deseado.

25 La invención es especialmente aplicable en la fabricación de superficies aerodinámica de aeronaves, tales como alas y estabilizadores horizontales.

No obstante, el experto en la materia entenderá que la invención puede igualmente ser aplicada a otros componentes para aeronaves afectados de la misma problemática.

### **Breve descripción de las figuras**

30 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de esta descripción, un juego de dibujos, en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

35 La figura 1 muestra en el dibujo A una vista en perspectiva de una porción de una estructura de revestimiento para aeronaves, que comprende un panel de revestimiento de una aeronave, y una serie de larguerillos unido a dicho panel, donde el eje "X" es el eje longitudinal del larguerillo. El dibujo B es una representación esquemática y en perspectiva, de una sección de un larguerillo, donde se aprecia el apilamiento de capas. Los dibujos C y D son representaciones esquemáticas y en perspectiva de un apilamiento de capas, donde las distintas capas se han representado en una vista en despiece ordenado, y mediante líneas de rayado se indica la orientación "θ" de las fibras de cada capa respecto al eje "X". El dibujo C se corresponde con un apilamiento de capas en un tramo interno del larguerillo donde una capa a 90° se superpone a una capa a 0°, mientras que el dibujo D es una distribución de capas en un tramo externo, donde la capa a 0° del dibujo C desaparece y queda sustituida por la referida capa a 90°.

45 La figura 2 muestra una representación esquemática de la disposición de capas en tres tramos consecutivos de un larguerillo según la invención, hacia uno de los extremos de terminación del mismo, donde de izquierda a derecha se aprecia un tramo interno (TI), un tramo de solape (TS) de capas, y finalmente un tramo adyacente (TA) al extremo de terminación. La línea continua "h" se refiere a la altura del larguerillo e indica la posibilidad de reducir la altura del larguerillo en la zona de solape de capas.

50 La figura 3 es una representación esquemática en perspectiva y en despiece ordenado, de un apilamiento de capas, que muestra el proceso de sustitución de una capa a 0° por una capa a 90° mediante un tramo de solape según la invención.

55 La figura 4 muestra unas representaciones esquemáticas de tres cortes de un larguerillo según la invención en forma de "L". El dibujo (a) es un corte según un plano transversal en un tramo interno (TI) del larguerillo; el dibujo (b) es un corte similar al anterior pero tomado en el tramo de solape (TA) del larguerillo; y el dibujo (c) es un corte similar a los anteriores pero tomado en el tramo adyacente (TA) al extremo del larguerillo. Para facilitar la comprensión de estos tres dibujos, se ha representado solo las capas que intervienen en la invención, aunque

lógicamente debe entenderse que el larguerillo está formado por una pluralidad de capas apiladas.

### **Realización preferente de la invención**

5 Las figuras 2 y 3 muestran esquemáticamente el proceso de introducción de una capa a 90° en un tramo de solape próximo al extremo de terminación (3) del larguerillo, y progresivamente la reducción del número de capas a 0°, de forma que en un tramo adyacente (TA) al extremo de terminación (3), el número de capas a 90° es mayoritario o al menos hay un número de capas a 90° mayor que el número de capas a 0°.

10 De forma más detallada, la figura 2 muestra la distribución de capas en una porción de un larguerillo (1) en forma de "T" invertida, formado por la unión de dos perfiles en forma de "L" (2,2'), como los mostrados en la figura 4, dispuestos de forma simétrica y unidos entre sí. De forma convencional, el larguerillo incluye un alma que se proyecta desde un pie el cual está unido a un panel de revestimiento (8) mediante una capa de adhesivo (no representada). El larguerillo incluye un extremo de terminación (3), con altura reducida para disminuir la rigidez de ese extremo.

15 En un tramo interno (TI) del larguerillo (1) formado mayoritariamente por capas a 0°, la carga soportada por el larguerillo en ese tramo es proporcional al producto  $E \cdot A$ , donde E es el módulo elástico en la dirección longitudinal del larguerillo, y A es el área seccional del larguerillo.

De acuerdo con la invención, el larguerillo (1) comprende una capa a 90° (4) y una capa a 0° (5) superpuestas exclusivamente en un tramo de solape (TS). Como se aprecia en las figuras 2 y 3, dicho tramo de solape (TS) es cercano al extremo de terminación (3) del larguerillo (1), y desaparece dando paso a tramo adyacente al extremo de terminación (3).

20 En dicho tramo de solape (TS), la capa a 90° (4) está unida directamente con dicha capa a 0° (5), y está dispuesta preferentemente por encima de la capa a 0°, es decir a una cota superior, vista desde el plano de un panel de revestimiento (8) al que estará unido el larguerillo (1) para reforzarlo y seguir manteniendo la simetría del laminado en el tramo final del larguerillo una vez que se elimine la tela de 0°, tal y como se aprecia más claramente en los dibujos de las figuras 3 y 4.

25 La capa a 90° (4) añadida se extiende aproximadamente desde el extremo de terminación (3) del larguerillo hasta un borde de terminación (6) situado en un tramo interno del larguerillo, y de modo que una porción interior de esa capa a 90° (4) se superpone sobre una capa a 0° (5) ya existente en una porción interna del larguerillo. Esa capa a 0° (5) se interrumpe o finaliza en un borde de terminación (7) situado en un punto próximo al extremo de terminación (3).

30 De este modo, el tramo de solape (TS) se extiende entre un borde de terminación (6) de la capa a 90° (4) añadida y por un borde de terminación (7) de la capa a 0° (5). El borde (7) es más cercano a ese extremo de terminación (3) que el borde (6). Este tramo de solape (TS) tiene el efecto de producir una transferencia de carga suave y progresiva desde un tramo interno del larguerillo y el extremo de terminación (3).

35 Las figuras 2 y 3 muestran el proceso para reemplazar o sustituir una tela o capa a 0° por un capa a 90°, pero debe entenderse que el proceso se repite del mismo modo para varias capas a 0°, hasta llegar a un número de capas a 90° mayoritario y que se estime necesario, en un tramo adyacente a los extremos de terminación.

Las figuras muestran esta técnica aplicada a uno de los extremos de terminación del larguerillo, pero puede aplicarse a los dos extremos de terminación de un larguerillo en las aplicaciones en las que se considere necesario.

40 En la porción de larguerillo mostrada en las figuras 2 y 3, se distinguen tres tramos con distinto módulo elástico, que disminuye progresivamente desde el tramo interno del larguerillo hacia el extremo de terminación (3). El módulo elástico de la zona de solape (TS) es menor que el módulo elástico del tramo interno (TI) del larguerillo, y el módulo elástico del tramo adyacente (TA) al extremo de terminación (3), es menor que el módulo del tramo de solape.

45 Como se aprecia en las figuras 2 y 3, una de las ventajas de la invención es que la altura (h) del larguerillo se puede reducir en el tramo de solape (TS), respecto a la altura del larguerillo en su tramo interno (TI). Puesto que al añadir la capa a 90° en el tramo de solape sobre una capa a 0° ya existente, se aumenta ligeramente el espesor del larguerillo, esto permite reducir la altura del mismo en ese tramo, de modo que el área seccional permanezca la misma, lo cual tiene el efecto de mantener la suavidad en la transferencia de carga entre tramos con distinto módulo elástico. Por lo tanto, manteniendo el área seccional del larguerillo, es decir, sin modificar el área, se logra que la carga soportada por la terminación del larguerillo sea menor.

50 El método para la fabricación de larguerillos también se aprecia en las figuras 2 y 3, y comprende apilar una capa con fibras orientadas a 0° (5) a lo largo de un tramo interno (TI) del larguerillo, de forma que la capa a 0° se superpone por ejemplo sobre una capa a -45° (9) previamente aplicada. La capa a 0° (5) se termina en un borde de terminación (7) distanciado respecto a un extremo (3) de terminación del larguerillo. Esta fase de terminar la capa a 0° se puede realizar simplemente cortando la capa o dimensionándola adecuadamente antes de su apilamiento. A continuación, se apila una capa con fibras orientadas a 90° (4) de modo que queda parcialmente superpuesta sobre la capa a 0° (5) previamente aplicada, con lo que se forma un tramo de solape (TS) entre ambas capas.

55

## ES 2 619 478 T3

Como se aprecia en las figuras, la capa a  $90^\circ$  se extiende desde un borde terminación (6) hasta el extremo de terminación (3) del larguerillo. El borde de terminación (6) está situado a mayor distancia del extremo de terminación (3) que el borde (7).

5 Una vez apiladas las capas a  $0^\circ$  y a  $90^\circ$  (5,6) solapándose parcialmente, se apila a continuación directamente sobre esas dos capas una tercera capa (10) con orientación de fibras distinta a  $0^\circ$  o a  $90^\circ$ , por ejemplo con fibras a  $+45^\circ$ , la cual se extiende a lo largo de todo el larguerillo, desde el extremo de terminación (3) cubriendo la zona de solape, y extendiéndose por el tramo interno (TI). El efecto de esa tercera capa (10), es que refuerza la zona de solape y la unión entre las capas  $0^\circ$  y a  $90^\circ$  (5,6).

10 Preferentemente, todas las capas que forman el larguerillo tienen las mismas propiedades, es decir son iguales en cuanto a rigidez, tipo de resina, tipo de fibras, uniformidad en la orientación de las fibras dentro de una misma capa etc., lo cual tiene la ventaja de que no es necesario fabricar varios tipos de capas con propiedades distintas, por lo que el proceso de fabricación es muy simple. Entre capas, la única diferencia es su orientación respecto a una referencia fija.

15 La longitud del tramo de solape, se calcula en función de cada aplicación concreta y con objeto de que la transferencia progresiva de carga entre tramos del larguerillo con distinta estructura de capas, sea la adecuada.

El experto en la materia entenderá que aunque las figuras muestran a modo de ejemplo un larguerillo con forma de "T", la invención es igualmente aplicable a otro tipo de elementos estructurales y larguerillos con otras formas de perfil, como por ejemplo con forma de: "I", "U", "L", trapezoidal etc.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Larguerillo para reforzar paneles de revestimiento de aeronaves, que comprende un tramo interno (TI), al menos un extremo de terminación (3) y un tramo adyacente (TA) entre el tramo interno (TI) y el extremo de terminación (3), estando formado dicho larguerillo por una pluralidad de capas superpuestas de material compuesto, en el que cada capa incluye fibras de refuerzo orientadas en la misma dirección dentro de la capa, **caracterizado porque** en el tramo adyacente (TA), el número de capas con orientación de fibras a 90° con respecto al eje longitudinal del larguerillo es mayor que el número de capas con orientación de fibras a 0° con respecto al eje longitudinal del larguerillo.
- 10 2. Larguerillo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el número de capas con orientación de fibras a 90° en dicho tramo adyacente (TA) es mayor que el número de capas con orientación de fibras a 90° en un tramo interno (TI) del larguerillo.
3. Larguerillo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el número de capas con orientación de fibras a 0° en dicho tramo adyacente (TA) es menor que el número de capas con orientación de fibras a 0° en el tramo interno (TI) del larguerillo.
- 15 4. Larguerillo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una capa a 90° y una capa a 0° superpuestas exclusivamente en un tramo de solape (TS).
5. Larguerillo según la reivindicación 4, **caracterizado porque** en dicho tramo de solape (TS), la capa a 90° está unida directamente con dicha capa a 0°.
- 20 6. Larguerillo según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado porque** dicha capa a 90° se extiende aproximadamente desde el extremo de terminación (3) del larguerillo hasta un borde de terminación (6) distanciado del extremo de terminación (3), y de modo que una porción interna de esa capa a 90° se superpone sobre una capa a 0° procedente de una porción interna del larguerillo, y **porque** dicha a capa a 0° se interrumpe en un borde de terminación (7) distanciado del mismo extremo de terminación (3), donde el borde de terminación (7) de la capa a 0° es más cercano al extremo de terminación (3) que el borde de terminación (6) de la capa a 90°.
- 25 7. Larguerillo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** la capa a 90° está dispuesta por encima de la capa a 0°.
8. Larguerillo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado porque** el módulo elástico de la zona de solape es menor que el módulo elástico del tramo interno del larguerillo, y **porque** el módulo elástico en el extremo de terminación (3) es menor que el módulo elástico de la zona de solape, de modo que el módulo elástico del larguerillo disminuye progresivamente desde su tramo interno hacia el extremo de terminación (3).
- 30 9. Larguerillo según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8 **caracterizado porque** la altura del larguerillo, al menos en una porción del tramo de solape, es menor que en el tramo interno (TI) del larguerillo.
10. Larguerillo según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el área de una sección transversal en el tramo de solape, es igual al área de una sección transversal del tramo interno (TI) del larguerillo.
- 35 11. Larguerillo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** todas las capas del larguerillo son del mismo tipo de material.
12. Estructura de revestimiento para aeronaves que comprende un panel de revestimiento de una superficie aerodinámica de una aeronave y al menos un larguerillo de refuerzo unido a dicho panel, **caracterizado porque** el larguerillo es el larguerillo definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
- 40 13. Método de fabricación de un larguerillo según la reivindicación 1 para reforzar paneles de revestimiento de aeronaves, comprendiendo el método apilar capas de material compuesto con fibras de refuerzo orientadas en la misma dirección dentro de cada capa, **caracterizado porque** además comprende apilar una capa con fibras orientadas a 0° respecto al eje longitudinal del larguerillo, y terminar dicha capa a 0° en un borde de terminación (7) distanciado respecto al extremo de terminación del larguerillo, apilar una capa con fibras orientadas a 90° respecto al eje del larguerillo, de forma que un tramo de dicha capa a 90° solape un tramo extremo de dicha capa a 0°, y de modo que dicha capa a 90° se extienda hasta el extremo de terminación del larguerillo.
- 45 14. Método según la reivindicación 13, **caracterizado porque** se repite el proceso de solapar parcialmente un tramo de una capa a 90° sobre un tramo de una capa a 0°, de modo que el número de capas con orientación de fibras a 90° sea mayor que el número de capas con orientación de fibras a 0° en el tramo adyacente (TA).

15. Método según la reivindicación 13 o 14, **caracterizado porque** la capa a  $90^\circ$  se apila directamente sobre la capa a  $0^\circ$ , y **porque** dicha capa a  $90^\circ$  se termina en un borde de terminación (6) situado a mayor distancia del referido extremo de terminación que la distancia a la que se encuentra al borde de terminación (7) de la capa a  $0^\circ$ .

5 16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15 **caracterizado porque** comprende apilar directamente sobre dichas capas a  $0^\circ$  y a  $90^\circ$  una capa con orientación de fibras distinta a  $0^\circ$  o a  $90^\circ$ .

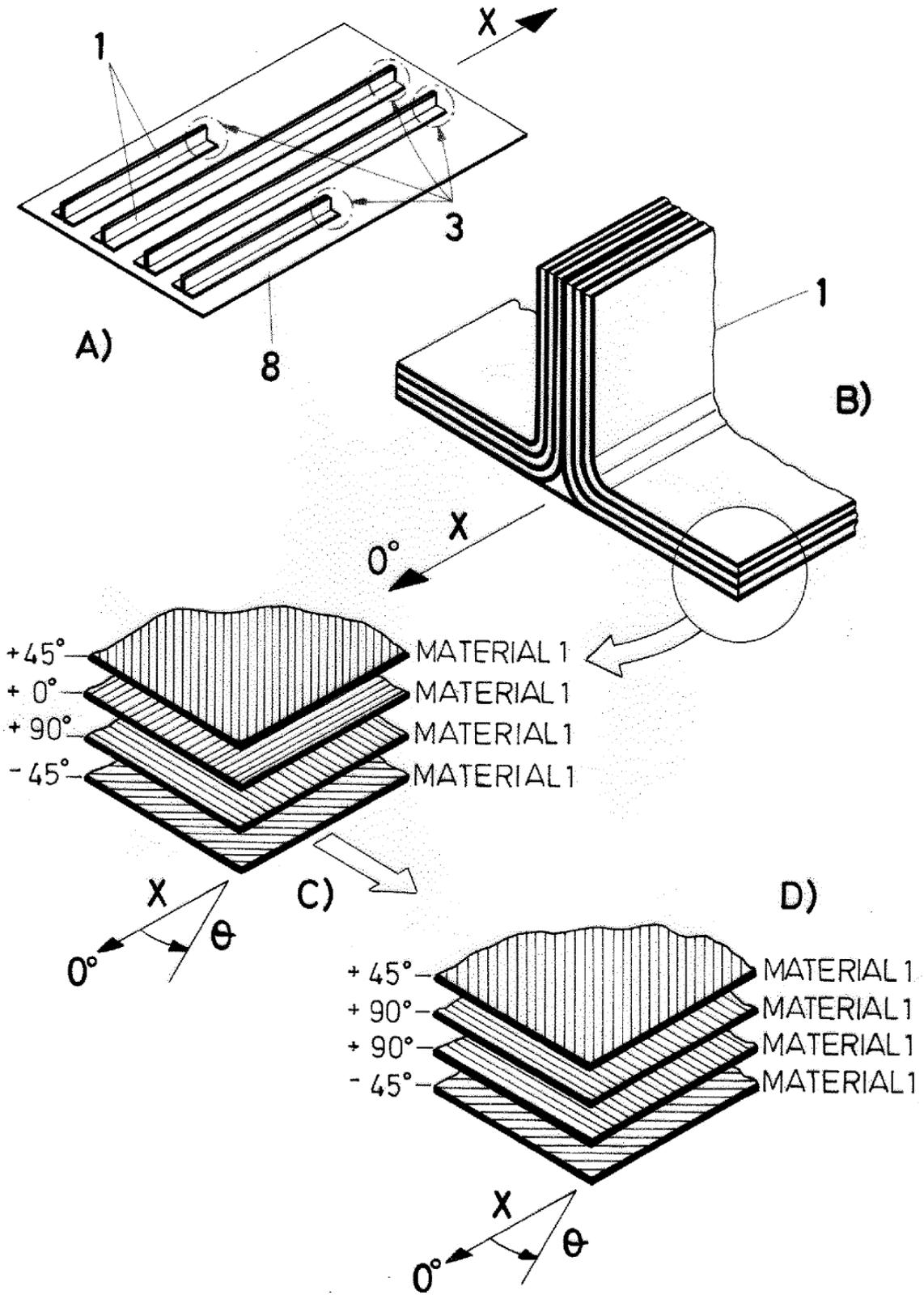


FIG.1

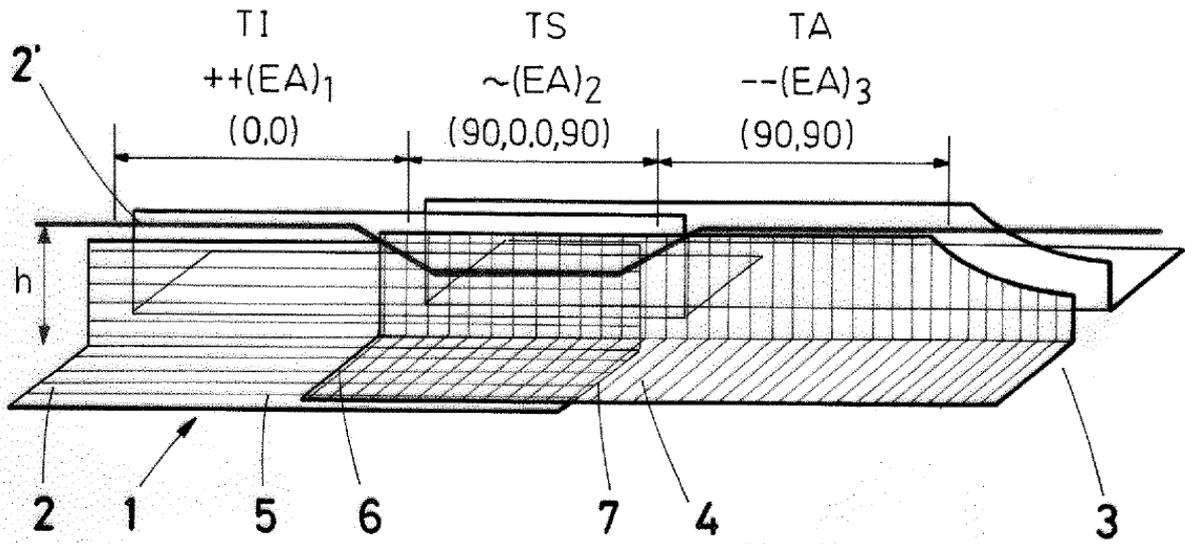


FIG. 2

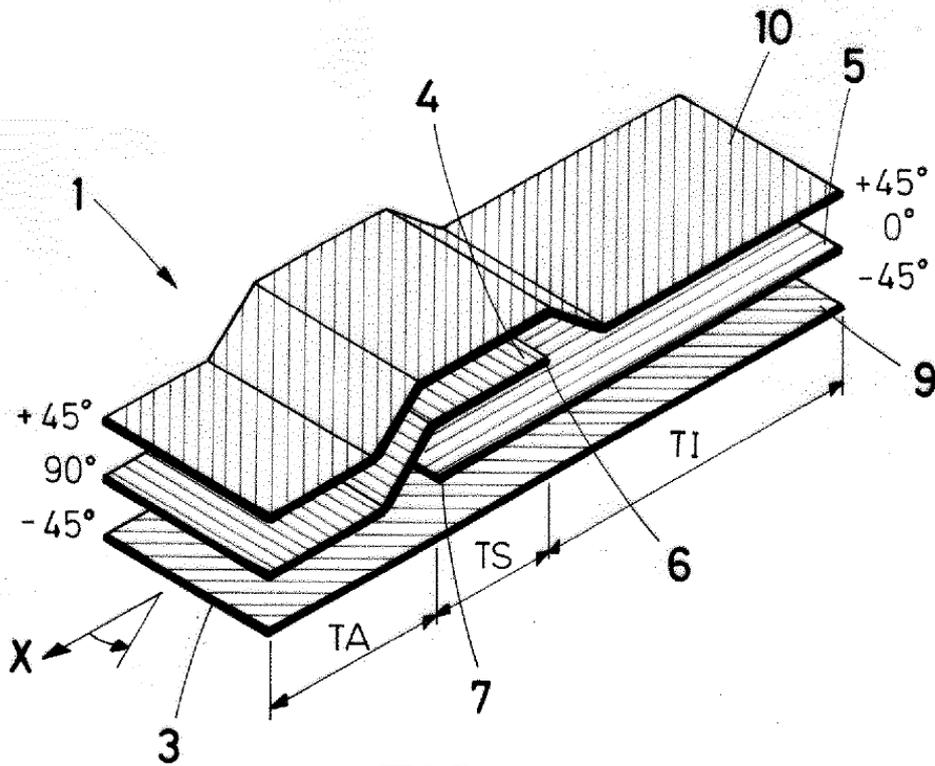


FIG. 3

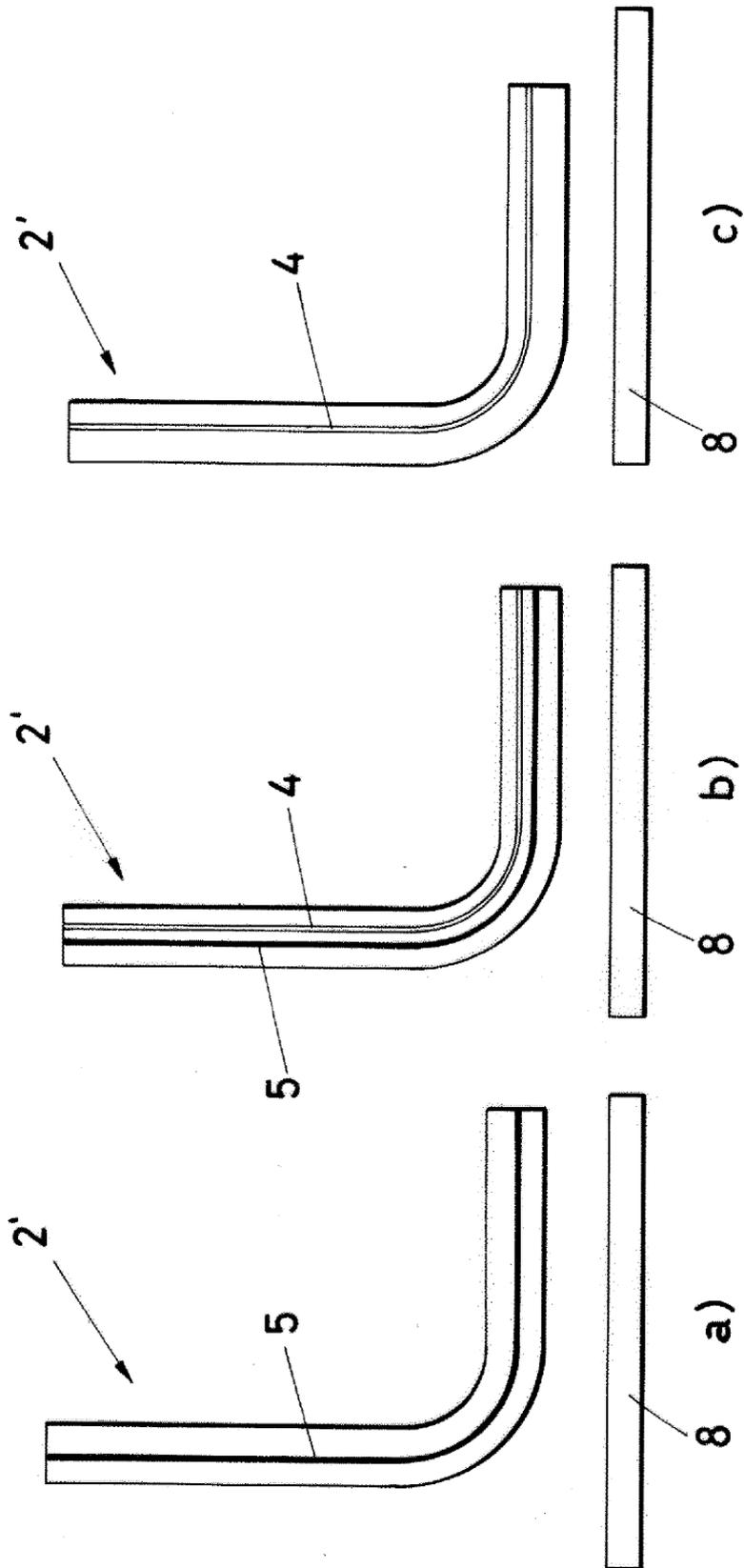


FIG.4