

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 617**

51 Int. Cl.:

B64C 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2015** **E 15382516 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019** **EP 3159259**

54 Título: **Borde de ataque con control de flujo laminar y procedimiento de fabricación del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2019

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Avenida John Lennon s/nº
28906 Getafe (Madrid), ES

72 Inventor/es:

GARCÍA NIETO, CARLOS;
GUINALDO FERNÁNDEZ, ENRIQUE;
CEBOLLA GARROFE, PABLO;
VÉLEZ DE MENDIZABAL ALONSO, IKER;
CRESPO PEÑA, SOLEDAD;
HONORATO RUIZ, FRANCISCO JAVIER;
TORRES SALAS, ÁLVARO y
CALERO CASANOVA, ÁLVARO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 725 617 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

Borde de ataque con control de flujo laminar y procedimiento de fabricación del mismo

Objeto de la invención.

5 La presente invención se refiere a una configuración y un procedimiento de fabricación de una sección de borde de ataque con control de flujo laminar, para superficies de sustentación de aeronaves, tales como alas o estabilizadores.

10 Un objeto de la presente invención es proporcionar un diseño de borde de ataque que integra un sistema de control de flujo laminar, que puede fabricarse de una sola vez, es decir, con un solo ciclo de curado, o alternativamente en un ciclo de inyección (en el caso de inyección termoplástica con o sin refuerzos o cargas), para reducir el tiempo de fabricación y los costes de producción.

Además, también es un objeto de la presente invención proporcionar un borde de ataque con un sistema de control de flujo laminar, con peso reducido pero que al mismo tiempo puede servir como un componente estructural para soportar cargas en la superficie de sustentación.

Antecedentes de la invención

15 Los fabricantes de aeronaves están buscando continuamente formas de aumentar el rendimiento de las aeronaves y de reducir el consumo de combustible. Uno de los principales factores cuando se trata de mejorar el rendimiento de las aeronaves, es la resistencia aerodinámica en las superficies de las aeronaves.

20 Una cantidad significativa de la resistencia de la aeronave está causada por el flujo de aire turbulento en las superficies expuestas de la aeronave durante el vuelo. Cerca del revestimiento de la aeronave, el flujo de aire es turbulento debido principalmente a las siguientes razones:

- el flujo laminar es inestable con respecto a pequeñas perturbaciones, y
- las imperfecciones de la superficie pueden causar una transición temprana de laminar a turbulencia.

25 Dado que las capas límite laminares de aire crean menos fricción en las superficies de la aeronave que las capas límite turbulentas de aire, una técnica para reducir la resistencia de la aeronave es formar y mantener una capa límite laminar sobre las superficies externas de la aeronave.

El flujo laminar reduce la resistencia de fricción y la implementación en los planos de cola verticales (VTP) y los planos de cola horizontales (HTP), podría llevar potencialmente a una reducción de la resistencia de la aeronave de hasta el 2 %.

Los procedimientos actuales existentes para formar y mantener un flujo laminar son:

- 30
- el flujo laminar natural (NLF) se obtiene mediante un perfil que produce una caída de presión progresiva (es decir, un gradiente favorable) que da lugar a una aceleración del flujo y a un retraso en la transición a la turbulencia aproximadamente en el punto de mínima presión.
 - el control de flujo laminar (LFC) que se basa en una cantidad relativamente pequeña de aire que se aspira a través de un revestimiento perforado para suprimir las inestabilidades de la capa límite.
- 35
- el control de flujo laminar híbrido (HLFC) es una combinación de LFC completo y del NLF como se muestra en la figura 1, que se basa en:
 1. la aspiración se aplica al borde (1) de ataque 10-20 % de la cuerda (es decir, por delante del larguero delantero), para estabilizar el flujo, y
 2. un contorno de ala o de superficie de sustentación correctamente perfilado, para generar un gradiente de presión adecuado, manteniendo así el flujo laminar detrás del área de aspiración.
- 40

La transición del flujo laminar al turbulento se retrasa con esta técnica, e incluso puede ocurrir después de la ubicación del 50 % de la cuerda, debido a los efectos combinados del gradiente de presión local y del número de Reynolds.

45 La figura 2 muestra un sistema de control de flujo laminar, para actuar sobre la capa límite mediante el sangrado de aire a través de una superficie del revestimiento (3) microperforado en el borde (1) de ataque. Normalmente, el diámetro de las microperforaciones está dentro del intervalo de 10 a 100 micrómetros. El aire se canaliza debajo del revestimiento (3) a través de una red de cámaras (2) ubicadas en la sección (caja D) del borde (1) de ataque, y finalmente se expulsa, a través de una cámara principal o un conducto de aspiración.

50 Como la aspiración se limita a la parte delantera del ala o de la superficie de sustentación, el HLFC evita muchos de los problemas estructurales asociados con el LFC. También requiere un sistema de aspiración más pequeño y más

ligero. Estas ventajas hacen que el HLFC sea más adecuado que el LFC completo para aeronaves de transporte subsónico. La tecnología HLFC también tiene un buen rendimiento aerodinámico en el modo totalmente turbulento, lo cual es una ventaja significativa.

5 Este sistema de aspiración de aire del borde (1) de ataque requiere una distribución de presión diferencial sobre la superficie del borde de ataque. Esta distribución de presión diferencial se logra al proporcionar cámaras de diferente tamaño, para obtener una presión diferente dentro de cada cámara, como se muestra más claramente en la figura 2C.

10 Como se muestra en la figura 3, una configuración de borde de ataque convencional con control de flujo laminar, está formada por un revestimiento (3) externo microperforado, un revestimiento (5) interno perforado y un conjunto de paredes (6) transversales fijadas a los revestimientos externo e interno en lugares específicos para formar cámaras (2) de diferentes tamaños, para crear las cámaras (2) permitiendo la circulación de aire a través de ellas.

La patente de Estados Unidos US6655633B1 describe una estructura de transporte de carga alargada que comprende una pluralidad de tubos triangulares alargados de pared delgada colocados coextensivamente de manera complementaria lado a lado para formar al menos una porción de la pared de un núcleo hueco.

15 Por otro lado, la solicitud de patente de Estados Unidos US2833492A se refiere al control de la capa límite de aire inmediatamente adyacente a una superficie que pasa a través de la atmósfera a una tasa de velocidad alta para reducir la turbulencia.

La patente de Estados Unidos US 5366177A divulga un aparato de control de flujo laminar para superficies aerodinámicas que comprende perforaciones acopladas con canales de transporte de fluido.

20 Uno de los principales problemas involucrados en la implementación de la técnica HLFC, es que los componentes del borde de ataque deben fabricarse por separado y luego ensamblarse. Además de esto, el ensamblaje por medio de juntas mecánicas puede reducir la superficie de aspiración externa efectiva. Por lo tanto, los procedimientos de fabricación y ensamblaje de estas estructuras de cámaras múltiples con control de flujo laminar son complicados y caros. Además, el recargo de peso involucrado es significativamente alto debido a los materiales metálicos implementados y la longitud de todas las juntas mecánicas utilizadas para construir el borde de ataque, penalizando tanto el rendimiento de la aeronave que todos los beneficios del HLFC se superarían y, como consecuencia, su implementación podría ser descartada.

Sumario de la invención

30 La presente invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas, y se refiere a un borde de ataque de un ala de aeronave o estabilizador (un HTP o un VTP) y su procedimiento de fabricación, para obtener una sección de ataque que integre un sistema de control de flujo laminar.

35 El borde de ataque con control de flujo laminar, normalmente consiste en un revestimiento externo microperforado, un revestimiento interno perforado y un grupo de cámaras formadas entre los revestimientos externo e interno, estando dispuestas y dimensionadas dichas cámaras para obtener diferentes gradientes de presión sobre la superficie externa húmeda del borde de ataque, como, por ejemplo, a través del revestimiento externo microperforado, se logran diferentes presiones de aspiración en la superficie húmeda del borde de ataque.

40 Por lo tanto, un aspecto de la invención se refiere a una sección de borde de ataque obtenida completamente a partir de un material composite o alternativamente de termoplásticos inyectados (con o sin refuerzos o cargas), y configurada para implementar un control de flujo laminar, que comprende un revestimiento externo perforado con un perfil de borde de ataque aerodinámico, un revestimiento interno perforado dispuesto internamente con respecto al revestimiento externo, y una pluralidad de cámaras de aspiración formadas entre los revestimientos externo e interno y que se extienden a lo largo de la envergadura, por lo que la región exterior del borde de ataque se comunica con una región interior del borde de ataque a través de dichas cámaras de aspiración.

45 La sección del borde de ataque comprende además una pluralidad de miembros tubulares dispuestos a lo largo de la envergadura en el borde de ataque y colocados entre los revestimientos exterior e interior para formar dichas cámaras de aspiración. Estos miembros tubulares están perforados para permitir la circulación de aire desde la superficie húmeda del borde de ataque al interior del borde de ataque.

50 El revestimiento exterior, el revestimiento interior y los miembros tubulares se curan conjuntamente de una sola vez en el caso de un composite o se inyectan conjuntamente de una sola vez, en el caso de termoplásticos (con o sin refuerzos o cargas), es decir, en el mismo ciclo de curado, por lo que el tiempo de fabricación y montaje y los costes se reducen significativamente.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de fabricación para producir con materiales composite o con materiales termoplásticos, secciones de borde de ataque con control de flujo laminar.

En el procedimiento de la invención, un laminado formado por una pila de capas de un material composite, se

conforma para obtener una preforma del revestimiento exterior con la forma de un perfil de borde de ataque aerodinámico. Otro laminado, se conforma para obtener una preforma del revestimiento interior del borde de ataque.

Por separado, se forman una pluralidad de preformas de miembros tubulares, por ejemplo también conformando un laminado de composite.

5 La preforma del revestimiento exterior, la preforma del revestimiento interior y las preformas de los miembros tubulares se ensamblan entre sí para construir una preforma del borde de ataque con la configuración deseada. Más detalladamente, los miembros tubulares se disponen a lo largo de la envergadura entre el revestimiento exterior y el revestimiento interior, para definir una pluralidad de cámaras de aspiración entre las preformas del revestimiento exterior e interior.

10 La preforma del borde de ataque se cura, por lo que el revestimiento exterior, el revestimiento interior y los miembros tubulares se curan en el mismo ciclo de curado, y el borde de ataque se obtiene como un componente integral o unitario, permitiendo tanto el uso de fibra seca como de plástico reforzado con fibras de carbono preimpregnadas (CFRP).

15 Preferentemente, una capa protectora contra la erosión también puede cocurarse, es decir, integrarse con el borde de ataque en el mismo ciclo de curado. Esta capa protectora contra la erosión puede consistir en un recubrimiento de poliuretano o una película metálica impregnada con resina en una de sus superficies.

Finalmente, el revestimiento exterior, el revestimiento interior y los miembros tubulares en un estado curado, se perforan, para comunicar una región exterior del borde de ataque con una región interior del borde de ataque a través de dichas cámaras de aspiración.

20 En el caso de la inyección termoplástica (con o sin refuerzos o cargas), la cavidad del molde proporciona toda la estructura. Tanto los revestimientos (interior y exterior) como las cámaras de aspiración se obtienen en un solo ciclo de inyección.

Algunas de las ventajas de la invención, son:

- permitir una parte de configuración de HTPL LE HLFC integrado con CFRP completo de una sola vez
- 25 – un tiempo y coste de fabricación reducidos, con costes de ensamblaje casi nulos
- una parte estructural de peso reducido debido al HTPL LE HLFC integrado con CFRP completo
- habilitar la implementación del HLFC en áreas en las que las restricciones de fabricación metálica limitaron su implementación
- 30 – mejorar los beneficios del HLFC aumentando el área aerodinámica efectiva gracias a la extracción mecánica o soldada de las juntas
- mejorar la operatividad de los sistemas HLFC debido a los beneficios del composite en términos de corrosión, resistencia a la fatiga y tolerancia al daño.

Breve descripción de los dibujos

35 Las realizaciones preferentes de la invención, se describen a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1.- muestra una vista en sección transversal de una representación esquemática de un ala o superficie de sustentación con una configuración de flujo laminar híbrido de acuerdo con la técnica anterior, en la que el flujo de aire laminar y turbulento se representa con líneas finas en las superficies superior e inferior.

40 La figura 2.- muestra una configuración de múltiples cámaras de la sección del borde de ataque de un ala o superficie de sustentación con control de flujo laminar, como la que se muestra en la figura 1, en la que el dibujo (A) es una vista en sección transversal, el dibujo (B) es una vista ampliada de un detalle del dibujo (A) y el dibujo (C) es una vista en perspectiva.

La figura 3.- muestra dos vistas en perspectiva de diseños convencionales de secciones de borde de ataque con control de flujo laminar.

45 La figura 4.- muestra esquemáticamente en un dibujo (A) una vista en sección transversal de una sección de borde de ataque de acuerdo con la invención. El dibujo (B) es un detalle ampliado de la figura (A). El dibujo (C) es una representación similar a la figura (B) de una realización alternativa del borde de ataque. Las microperforaciones del revestimiento exterior y en los miembros tubulares no se muestran en la figura, pero la circulación de aire a través de estas microperforaciones se ilustra mediante flechas.

50 La figura 5.- muestra una secuencia de las etapas de fabricación del procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención.

Realización preferente de la invención.

La figura 4 muestra un ejemplo de un borde (1) de ataque de composite de acuerdo con la invención, que comprende un revestimiento (3) exterior perforado con formado de perfil de borde de ataque aerodinámico, un revestimiento (5) interior perforado dispuesto internamente con respecto a el revestimiento (3) exterior.

5 El borde (1) de ataque comprende además una pluralidad de miembros (16) tubulares dispuestos a lo largo de la envergadura en el borde (1) de ataque y colocados entre los revestimientos (3,5) exterior e interior para definir cámaras (2) de aspiración de diferentes tamaños. . El borde (1) de ataque es un componente integral ya que el revestimiento (3) exterior, el revestimiento (5) interior y los miembros (16) tubulares se curan conjuntamente.

10 Preferentemente, los miembros (16) tubulares tienen una configuración rectangular o trapezoidal, por lo que tienen cuatro lados, dos lados grandes opuestos y dos lados cortos opuestos, en la que los dos lados grandes opuestos están unidos (curados) respectivamente con los revestimientos (3,5) exterior e interior, como se muestra en la figura 4. Los lados cortos son transversales a los revestimientos (3,5) exterior e interior,

15 Para implementar la configuración de control de flujo laminar, uno de los lados grandes de los miembros (16) tubulares también está perforado en correspondencia con la posición de las perforaciones del revestimiento (3) exterior, por lo que, por ejemplo, el aire puede ser aspirado y circular desde la superficie (7) húmeda del borde (1) de ataque a una región (8) interior a través de las cámaras (2) de aspiración como se indica mediante las flechas en las figuras 4B, 4C.

El otro lado grande del miembro (16) tubular tiene al menos una perforación (9) que se superpone con las perforaciones correspondientes del revestimiento (5) interior, como se muestra en el detalle de la figura 4B.

20 Los miembros (16) tubulares están dispuestos consecutivamente lado a lado como se muestra en la realización de las figuras 4A, 4B, por lo que los lados cortos opuestos de al menos un par de miembros (16) tubulares adyacentes (consecutivos) están unidos (curados) entre sí.

25 Sin embargo, en algunas realizaciones alternativas como se muestra en la figura 4C, al menos un par de miembros (16) tubulares adyacentes están separados a una distancia seleccionada, por lo que la cámara (2) de aspiración está formada por partes perforadas de los revestimientos (3,5) exterior e interior y dos lados cortos de los miembros (16) tubulares adyacentes y separados. La ventaja de esta realización es que se utiliza menos material para formar las cámaras (2) de aspiración a lo largo del contorno del borde (1) de ataque.

30 En la figura 4 puede observarse, que una de las ventajas de la invención es que la configuración del borde (1) de ataque se puede considerar como parte estructural de un plano de cola horizontal o de un plano de cola vertical, soportando cargas en el borde (1) de ataque o incluso resistiendo golpes de aves.

35 El procedimiento de fabricación de la invención para producir secciones de borde (1) de ataque como la descrita anteriormente, se ilustra en la figura 5. Primero, varios laminados (12) de material composite o de inyección termoplástica (con o sin refuerzos o cargas). En el caso de laminados de composite, se laminan preferentemente sobre una superficie (11) plana, por ejemplo por medio de un equipo (10) de tendido de cintas automático (dibujo 5A), que posteriormente se conforman (dibujo 5B) en máquinas (21) de moldeo independientes para obtener una preforma (13) de revestimiento exterior, una preforma (14) de revestimiento interior y preformas (15) de miembros tubulares (dibujo 5C).

40 Posteriormente estas preformas (13, 14, 15) se ensamblan entre sí para construir un ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque con la configuración deseada (dibujo 5D). Para curar y consolidar este ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque, este está equipado convencionalmente con módulos (20) de herramientas en cada una de sus cavidades, y se coloca una placa (18) de carga sobre la superficie (7) húmeda del revestimiento (3) exterior en el caso de técnicas de moldeo abierto (infusión de fibra preimpregnada o de fibra seca). En el caso de técnicas de moldeo abierto (infusión de fibra preimpregnada o de fibra seca), todo el conjunto de elementos se encierra dentro de una bolsa (19) de vacío, mientras que en el caso de las técnicas de inyección (RTM), todo el ensamblaje de preforma y los módulos interiores se encierran dentro de un molde cerrado.

45 Este ensamblaje se coloca dentro de un autoclave (22) para curar la preforma (17) de borde de ataque (dibujo 5E) en el caso de fibra preimpregnada, mientras que en el caso de fibra seca, la etapa de curado se realiza dentro de un horno, de una prensa caliente, de herramientas autocalentables o de un autoclave. Después del curado, el borde (1) de ataque curado se desmolda (dibujo 5F) y se perfora (dibujo 5G). En particular, la superficie exterior del revestimiento húmedo se microperfora para permitir la aspiración del aire a través de ella.

50 El laminado puede consistir en un material preimpregnado de fibra de carbono, o un material de fibra seca de fibra de carbono, en el que se inyecta resina en una fase posterior en un procedimiento de moldeo por transferencia de resina.

55 En el caso de inyección termoplástica (con o sin refuerzos o cargas), el termoplástico se funde en la máquina inyectora y se inyecta en la cavidad del molde que proporciona el conjunto consistente en los revestimientos interior

y exterior conectados por medio de la parte del sistema de cámaras en un solo ciclo de inyección.

En las reivindicaciones dependientes adjuntas y en las múltiples combinaciones de esas reivindicaciones se describen otras realizaciones preferentes de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Borde (1) de ataque con un control de flujo laminar y obtenido a partir de materiales composite, comprendiendo el borde (1) de ataque:

5 un revestimiento (3) exterior perforado formado con un perfil de borde de ataque aerodinámico,
un revestimiento (5) interior perforado dispuesto internamente con respecto al revestimiento (3) exterior,
una pluralidad de cámaras (2) de aspiración formadas entre los revestimientos (3, 5) exterior e interior,
extendiéndose dichas cámaras (2) de aspiración a lo largo de la envergadura, comprendiendo además el borde
10 (1) de ataque una pluralidad de miembros (16) tubulares perforados dispuestos a lo largo de la envergadura en el
borde (1) de ataque y colocados entre los revestimientos (3, 5) exterior e interior para formar dichas cámaras (2)
de aspiración,

caracterizado porque,

15 los miembros (16) tubulares tienen cuatro lados, concretamente, dos lados grandes opuestos y dos lados cortos
opuestos, en el que los dos lados grandes opuestos están unidos respectivamente con los revestimientos (3, 5)
exterior e interior, y en el que los dos lados cortos opuestos son transversales a los revestimientos (3, 5) exterior
e interior;

20 en el que uno de los lados grandes está perforado en correspondencia con la posición de las perforaciones del
revestimiento (3) exterior, y en el que el otro lado grande tiene al menos una perforación (9) que se superpone
con una perforación correspondiente del revestimiento (5) interior, por lo que una región exterior del borde (1) de
ataque se comunica con una región (8) interior del borde (1) de ataque a través de dichas cámaras (2) de
aspiración;

en el que el revestimiento (3) exterior, el revestimiento (5) interior y los miembros (16) tubulares se curan
conjuntamente;

25 y en el que al menos un par de miembros (16) tubulares adyacentes están separados a una distancia
seleccionada, por lo que una cámara de aspiración (2) está formada por partes perforadas de los revestimientos
(3, 5) exterior e interior y dos de los lados cortos de dicho par de miembros (16) tubulares adyacentes y
separados.

30 2. Borde de ataque de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los miembros (16) tubulares están dispuestos
consecutivamente lado a lado, y en el que al menos uno de los otros dos lados opuestos de los miembros (16)
tubulares está unido a un miembro (16) tubular adyacente.

3. Borde de ataque de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los miembros (16)
tubulares tienen una configuración rectangular o trapezoidal.

35 4. Procedimiento de fabricación de una sección del borde (1) de ataque definido en cualquiera de las
reivindicaciones anteriores, teniendo el borde (1) de ataque un control de flujo laminar y que está fabricado a partir
de materiales composite, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

conformar un primer laminado para obtener una preforma (13) de revestimiento exterior con la forma de un perfil
de borde de ataque aerodinámico,

conformar un segundo laminado para obtener una preforma (14) de revestimiento interior,

proporcionar una pluralidad de preformas (15) de miembros tubulares,

40 ensamblar entre sí la preforma (13) de revestimiento exterior, la preforma (14) de revestimiento interior y las
preformas (15) de miembros tubulares, para formar un ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque en el
que las preformas (15) de miembros tubulares están dispuestas a lo largo de la envergadura entre las preformas
(13, 14) de los revestimientos exterior e interior, para configurar una pluralidad de cámaras (2) de aspiración
entre las preformas (13, 14) de los revestimientos exterior e interior,

45 curar conjuntamente el ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque, y

perforar la preforma (13) de revestimiento exterior, la preforma (14) de revestimiento interior y las preformas (15)
de miembros tubulares en un estado curado, para comunicar una región exterior del borde de ataque con una
región (8) interior del borde (1) de ataque a través de dichas cámaras (2) de aspiración;

50 en el que las preformas (15) de miembros tubulares tienen cuatro lados, y en el que dos lados opuestos de las
preformas (15) de miembros tubulares están unidos respectivamente con las preformas (13, 14) de los
revestimientos exterior e interior;

55 y en el que al menos un par de preformas (15) de miembros tubulares adyacentes están separadas a una distancia
seleccionada, por lo que una cámara (2) de aspiración está formada por partes perforadas de las preformas (13, 14)
de los revestimientos exterior e interior y dos de los lados cortos de dicho par de preformas (15) de miembros
tubulares adyacentes y espaciados.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la preforma (13) de revestimiento exterior, la
preforma (14) de revestimiento interior y las preformas (15) de miembros tubulares se obtienen a partir de un
material preimpregnado de fibra de carbono.

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la preforma (13) de revestimiento exterior, la

preforma (14) de revestimiento interior y las preformas (15) de miembros tubulares se obtienen a partir de un material de fibra seca de fibra de carbono, al que se inyecta resina en un procedimiento de moldeo por transferencia de resina o en un procedimiento de moldeo abierto.

5 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que una capa protectora contra la erosión se cocura e integra con el borde (1) de ataque.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la capa protectora contra la erosión consiste en un recubrimiento de poliuretano o una película metálica impregnada con resina en una de sus superficies.

10 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etapa de ensamblar entre sí la preforma (13) de revestimiento exterior, la preforma (14) de revestimiento interior y las preformas (15) de miembros tubulares comprende encerrar la preforma (13) de revestimiento exterior, la preforma (14) de revestimiento interior y las preformas (15) de miembros tubulares dentro de una bolsa (19) de vacío en el caso de técnicas de moldeo abierto.

15 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etapa de ensamblar entre sí la preforma (13) de revestimiento exterior, la preforma (14) de revestimiento interior y las preformas (15) de miembros tubulares comprende encerrar la preforma (13) de revestimiento exterior, la preforma (14) de revestimiento interior y las preformas (15) de miembros tubulares dentro de un molde cerrado en el caso de técnicas de inyección.

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etapa de curar el ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque comprende colocar dicho ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque dentro de un autoclave (22) en el caso de infusión de pre-impregnación.

20 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la etapa de curar el ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque comprende colocar dicho ensamblaje de preforma (17) de borde de ataque dentro de un horno, de una prensa caliente o de herramientas autocalentables en caso de infusión de fibra seca.

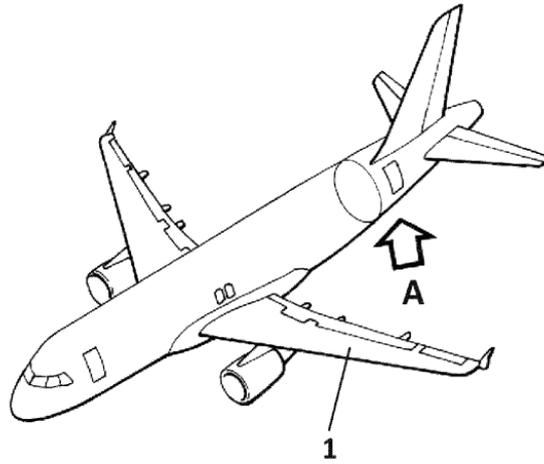


FIG. 1A
TÉCNICA ANTERIOR

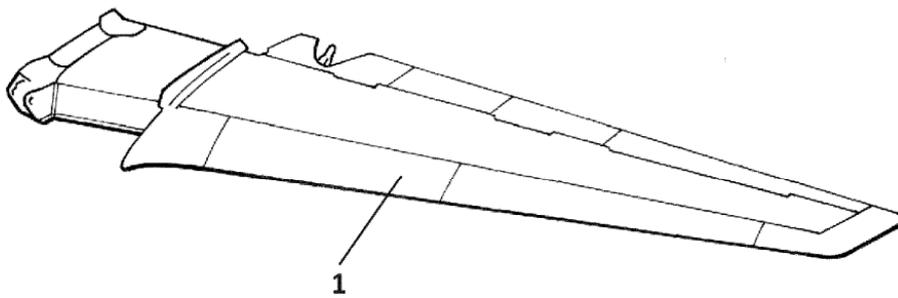


FIG. 1B
TÉCNICA ANTERIOR

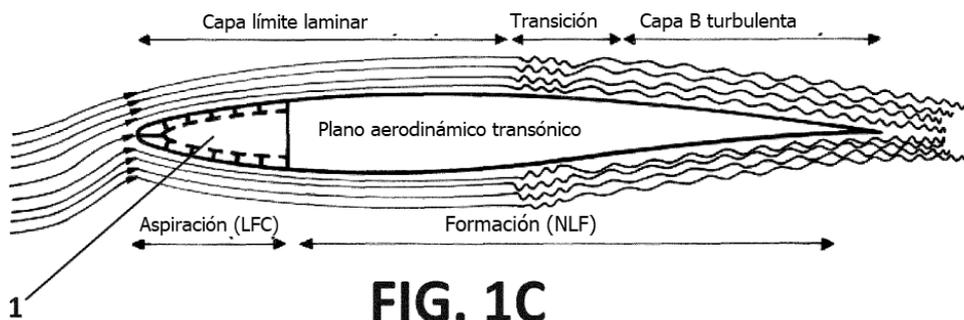


FIG. 1C
TÉCNICA ANTERIOR

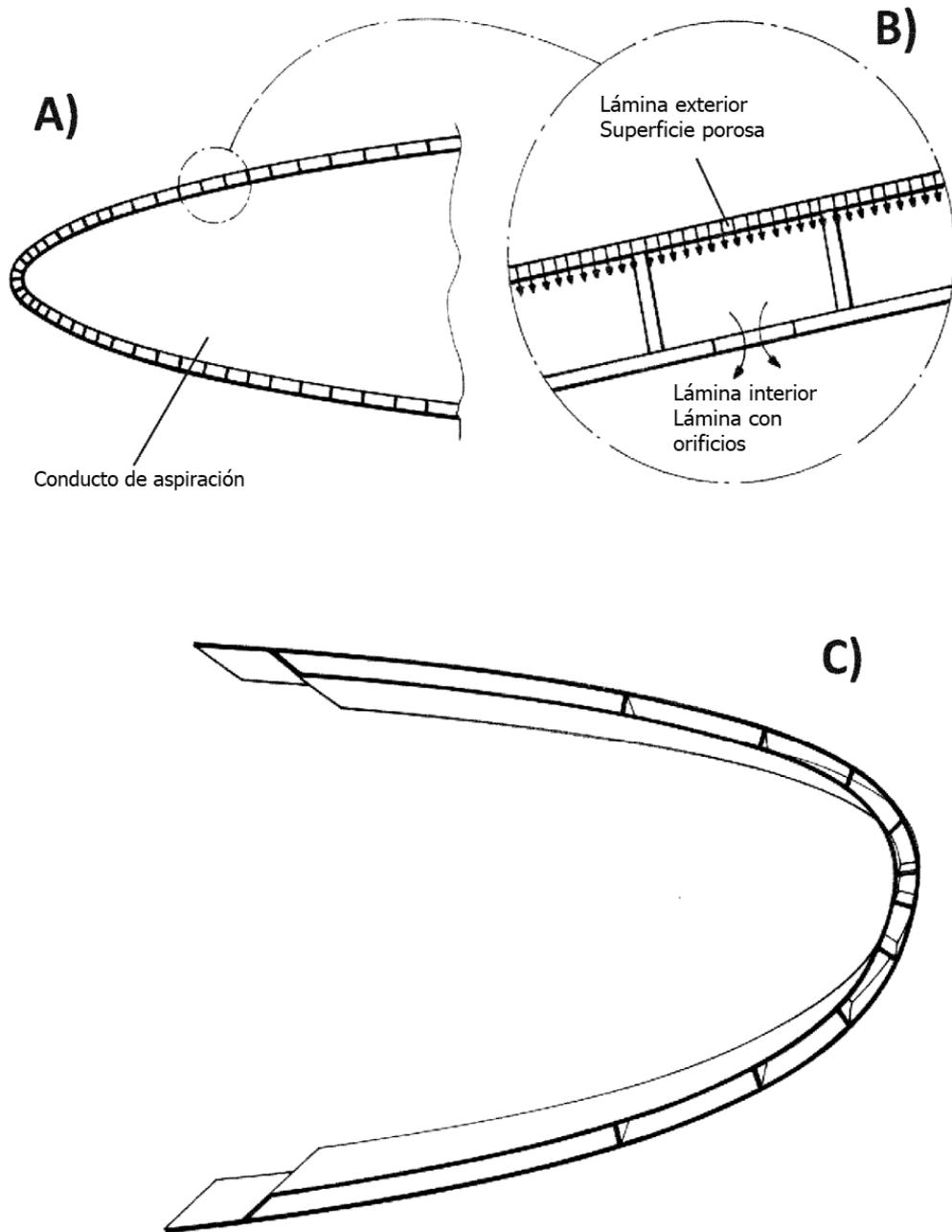


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

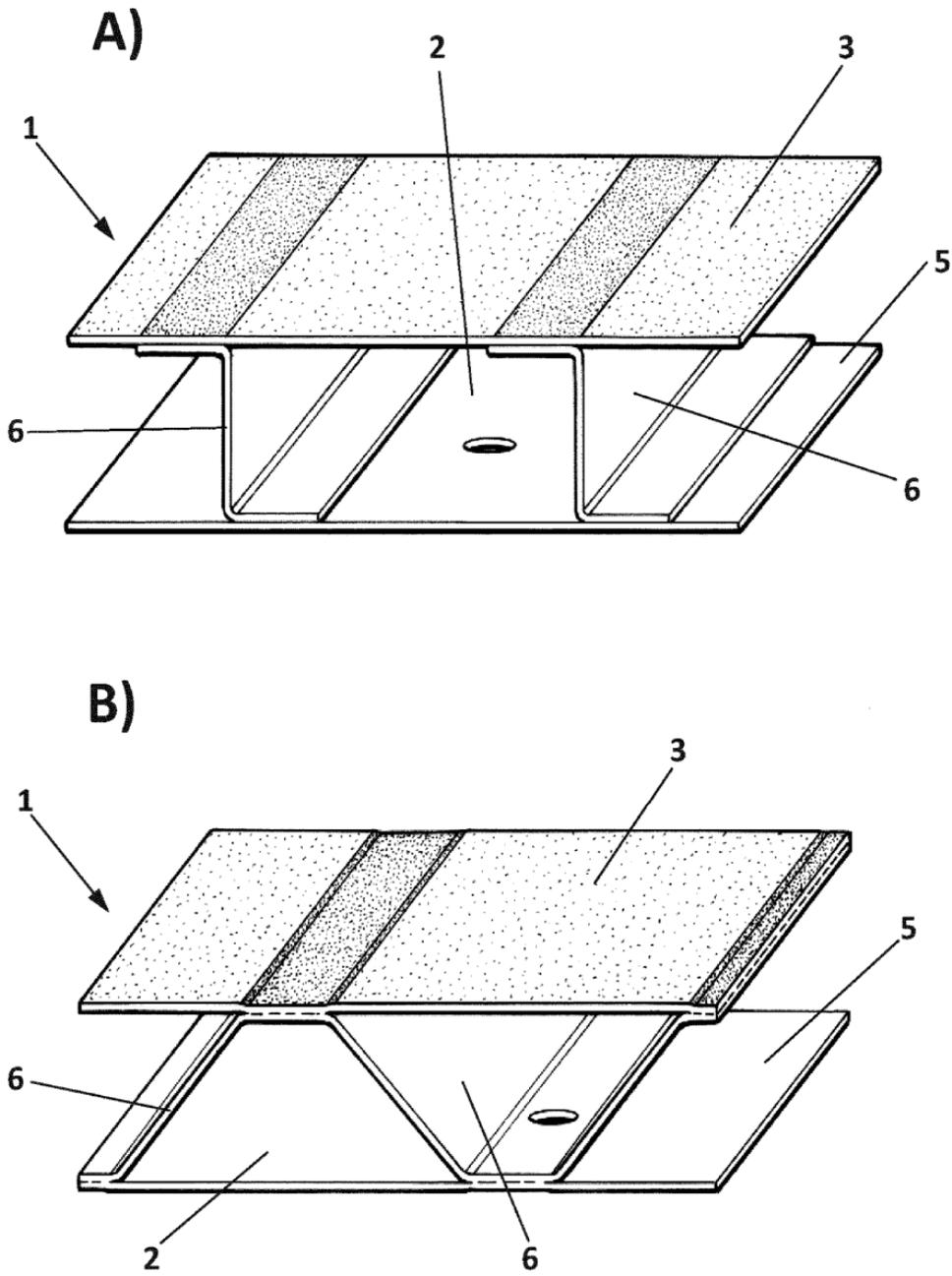
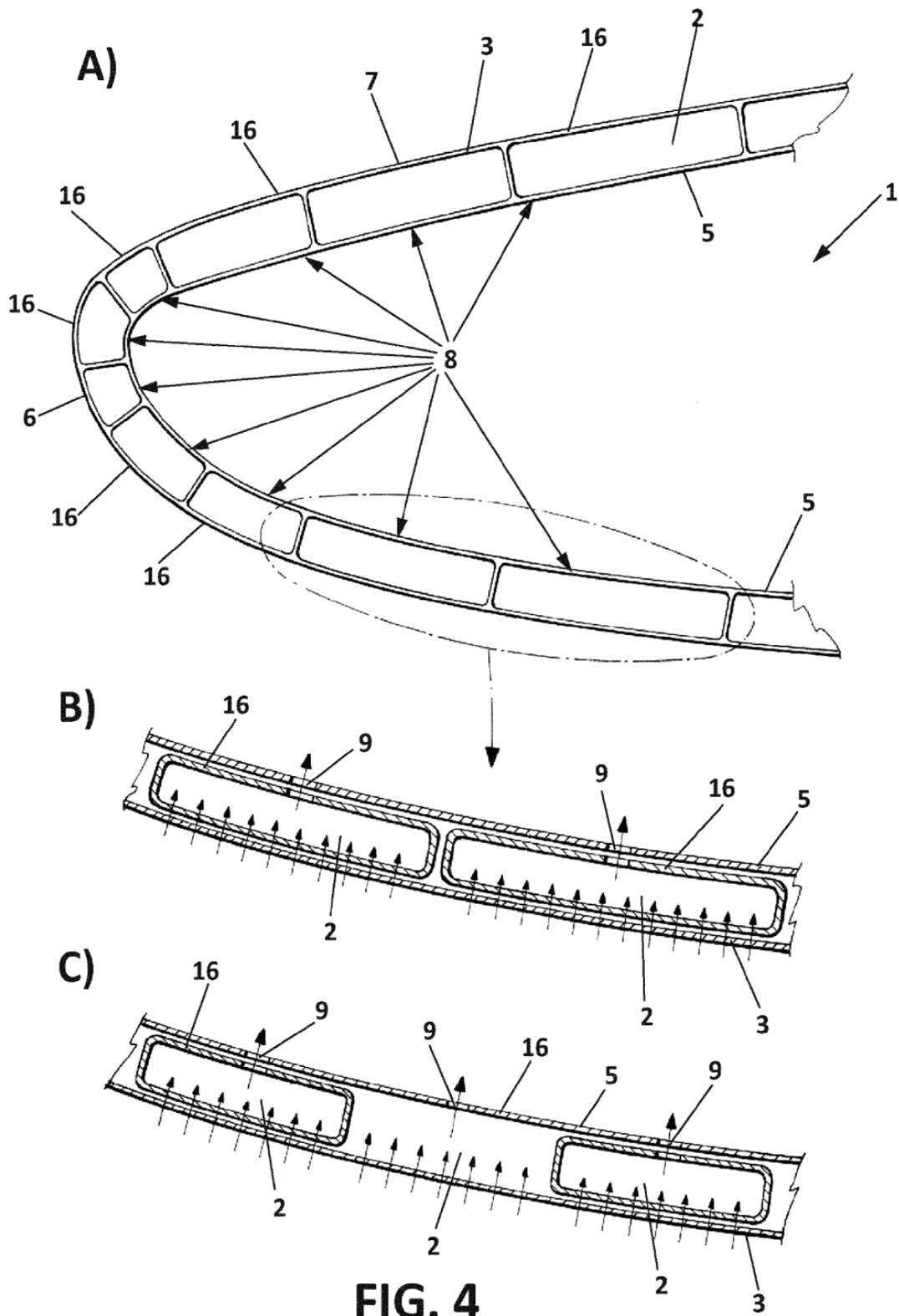


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR



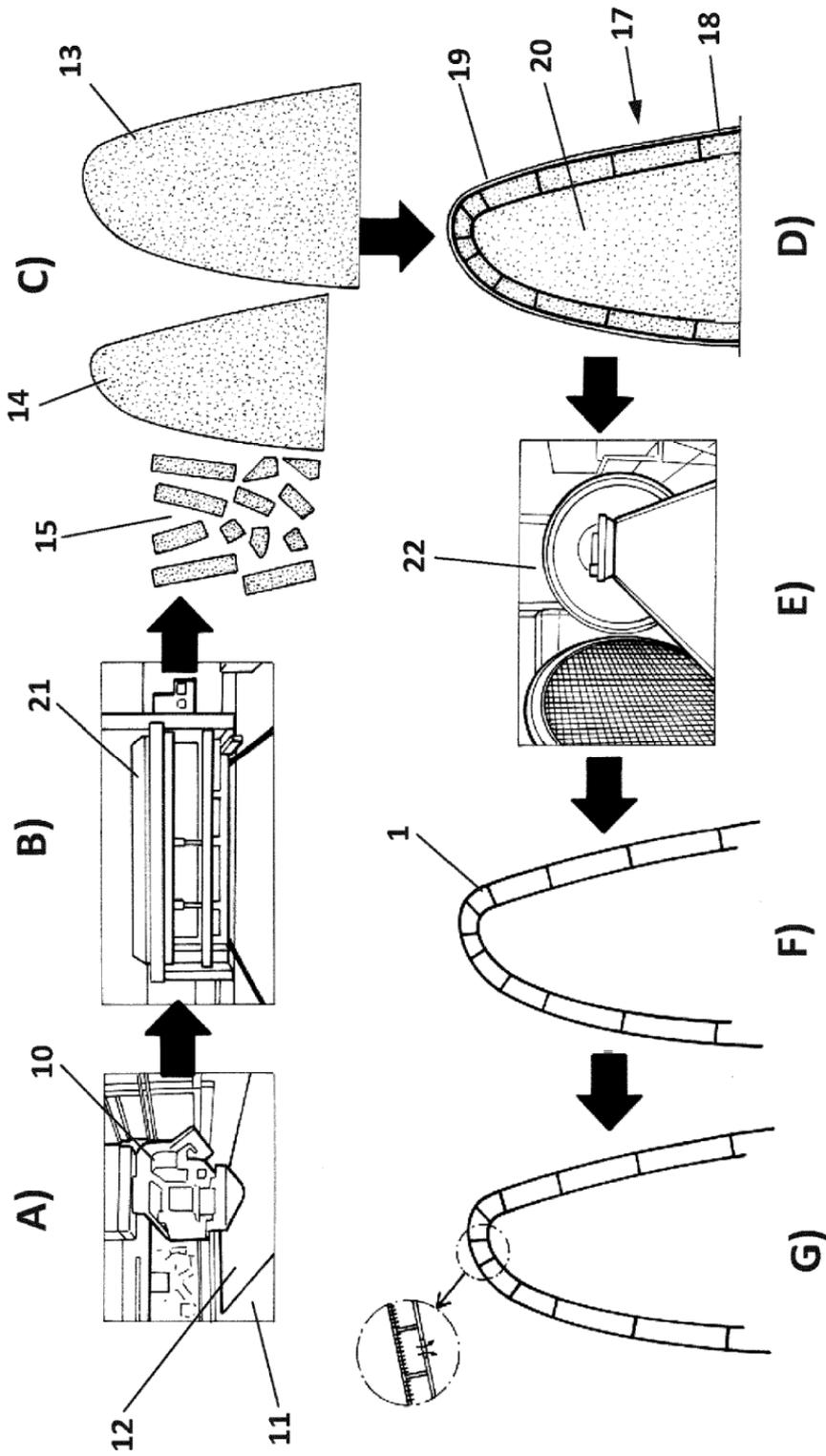


FIG. 5