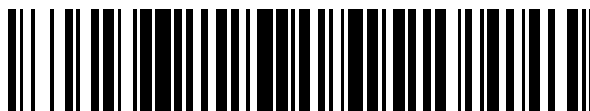


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 280**

51 Int. Cl.:

**B64C 21/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2015** **E 15382588 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020** **EP 3173328**

54 Título: **Borde de ataque con control de flujo laminar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.08.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 777 280 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

**Objeto de la invención**

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

Un objeto de la presente invención es proporcionar un diseño de borde de ataque que integre un sistema de control de flujo laminar, que mejore el rendimiento de las aeronaves y la optimización del borde de ataque desde un punto de vista estructural, incluyendo una actuación mejorada frente a los impactos con aves.

10 Asimismo, también es un objeto de la presente invención proporcionar un borde de ataque con un sistema de control de flujo laminar, cuyos componentes sean fácilmente accesibles para su inspección y mantenimiento.

**Antecedentes de la invención**

Los fabricantes de aeronaves están buscando continuamente formas de incrementar 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 sobre las superficies de la aeronave.

15 Una cantidad considerable de la resistencia de la aeronave está provocada por el flujo de aire turbulento sobre 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 provocar una transición temprana del flujo laminar a la turbulencia.

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

El Flujo Laminar reduce la resistencia de fricción y su aplicación sobre planos de cola verticales (VTP) y planos de cola horizontales (HTP) conllevaría potencialmente una reducción de la resistencia de la aeronave de hasta un 2%.

25 Los procedimientos que existen actualmente para formar y mantener un flujo laminar son:

- El Flujo Laminar Natural (NLF) se obtiene mediante un perfil que produce una caída de presión progresiva (es decir, un gradiente favorable) que provoca la aceleración de flujo y un retraso en la transición a la turbulencia aproximadamente en el punto de presión mínima.
- El Control de Flujo Laminar (LFC) que se basa en una cantidad relativamente pequeña de aire que es aspirado a través de un revestimiento perforado para eliminar inestabilidades de las capas límite.
- El Control de Flujo Laminar Híbrido (HLFC) es una combinación de LFC total y NLF como se muestra en la Figura 1, que se basa en:

1. la aplicación de la aspiración al borde de ataque (1) un 10 – 20% de la cuerda (es decir, delante del larguero delantero), para estabilizar el flujo y
2. un contorno de superficie de ala o de sustentación correctamente perfilado, para generar un gradiente de la presión apropiado, manteniendo así el flujo laminar a popa del área de aspiración.

Mediante esta técnica se retrasa la transición del flujo laminar al turbulento, y puede producirse incluso después de la colocación de la cuerda del 50%, debido a los efectos combinados del gradiente de presión local y el número de Reynolds.

40 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 de revestimiento microperforado en el borde de ataque (1). Habitualmente, el diámetro de las microperforaciones está en el intervalo de 10 – 100 micrómetros. El aire es conducido por debajo del revestimiento a través de una red de cámaras situadas en la sección de borde de ataque (D-box) (1) y finalmente es expulsado a través de una cámara principal o de un conducto de aspiración.

45 Dado que la aspiración está limitada a la parte delantera del ala o 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 ligero. Estas ventajas hacen que el HLFC sea más apropiado que el LFC total para aeronaves de transporte subsónico. La tecnología HLFC también tiene un buen rendimiento aerodinámico en el modo totalmente turbulento, lo cual es una ventaja importante.

50 Este sistema de aspiración del aire del borde de ataque (1) requiere una distribución de presión diferencial por

encima de la superficie del borde de ataque. Esta distribución de presión diferencial se consigue mediante la provisión de cámaras de diferente tamaño, para obtener diferente presión dentro de cada cámara, como se muestra con mayor claridad en la Figura 2C.

5 La solicitud de patente de Estados Unidos US2015/0183513 A1 se refiere a un cuerpo de flujo que tiene un revestimiento exterior perforado al menos en algunas regiones, y a un procedimiento para fabricar dicho cuerpo de flujo.

La solicitud de patente de Estados Unidos US5366177 A se refiere a un aparato de control de flujo laminar para superficies aerodinámicas y, más en particular, a un aparato adaptado para montarse sobre la superficie estructural de una aeronave, tal como un ala o el fuselaje.

10 Por su parte, la solicitud de patente US2013/175402 A1 se refiere a un componente de fuselaje de vehículo de aspiración de aire que tiene una parte de delimitación exterior y una parte de delimitación interior.

La solicitud de patente US2014/021304 A1 se refiere a una parte de placa de perfil para su uso como pared exterior de un cuerpo de flujo, y a un procedimiento para fabricar dicha parte de placa de perfil.

15 Además, la solicitud de patente de Estados Unidos U5263667 A se refiere a una superficie perforada tal como un panel de ala de una aeronave con una distribución de área de perforación eficaz espacialmente variable.

Por otro lado, el documento US2010/0294892 A1 se refiere a un dispositivo para reducir la resistencia aerodinámica de una superficie, en particular, en un área de un plano de cola vertical, un alerón, una sección de fuselaje y/o un plano de cola horizontal de una aeronave.

20 Uno de los principales problemas que conlleva la aplicación de la técnica HLFC es que los componentes del borde de ataque tienen que fabricarse por separado y después ensamblarse juntos. Además de esto, el ensamblaje por medio de juntas mecánicas puede reducir la superficie de aspiración exterior eficaz. De este modo, los procedimientos de fabricación y ensamblaje de estas estructuras multicámara con control de flujo laminar son complicados y costosos. Asimismo, la penalización por peso que conlleva es considerablemente elevada debido a los materiales metálicos aplicados y la longitud de todas las juntas mecánicas utilizadas para construir el borde de  
25 ataque, perjudicando hasta tal punto a los rendimientos de la aeronave que todas las ventajas del HLFC se reducirían y, como consecuencia, se podría descartar su aplicación.

### **Sumario de la invención**

30 La presente invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas 1 y 2, y se refiere a un borde de ataque de una ala o estabilizador de aeronave (un HTP o un VTP) para obtener una sección de ataque que integre un sistema de control de flujo laminar.

El borde de ataque con control de flujo laminar comprende habitualmente un revestimiento exterior microtaladrado, una superficie interior y un grupo de cámaras de aspiración formadas entre el revestimiento exterior y la superficie interior, en el que las cámaras de aspiración están dispuestas y dimensionadas para obtener diferentes gradientes de presión sobre la superficie húmeda exterior del borde de ataque, de forma que, por medio del revestimiento exterior microtaladrado, se consigan presiones de aspiración diferentes sobre la superficie húmeda del borde de  
35 ataque.

Por tanto, un aspecto de la invención se refiere a una sección de borde de ataque obtenida principalmente a partir de materiales compuestos y configurada para aplicar un control de flujo laminar, que comprende un revestimiento exterior perforado conformado con un perfil de borde de ataque aerodinámico, una superficie interior dispuesta internamente con respecto al revestimiento exterior, y una pluralidad de cámaras de aspiración para el control de flujo laminar, formadas entre el revestimiento exterior y la superficie interior, para que una región exterior del borde de ataque esté comunicada con una región interior del borde de ataque a través de dichas cámaras de aspiración. Los medios de aspiración se proporcionan para aspirar aire en la superficie húmeda del revestimiento exterior a través de las cámaras de aspiración, y hacia el interior del borde de ataque, desde el cual es expulsado.

45 La sección de borde de ataque comprende una pluralidad de elementos estructurales radiales dimensionados para resistir cargas estructurales en el borde de ataque. De acuerdo con la invención, estos elementos estructurales radiales están dispuestos para configurar las cámaras de aspiración, conjuntamente con el revestimiento exterior y la superficie interior.

La posición y el ángulo de los elementos estructurales radiales se seleccionan para seguir la dirección de los ángulos de impactos o trayectorias de colisión con aves (BS) más críticos para que la estructura soporte más eficazmente estos casos de BS. Asimismo, los elementos estructurales radiales están distribuidos con el fin de optimizar el procedimiento de dimensionado del borde de ataque, determinado principalmente por requisitos de estabilidad y rigidez.

Los elementos estructurales radiales y/o la superficie interior se perforan para comunicar una región exterior del

borde de ataque con una región interior del borde de ataque para obtener el HLFC.

En una realización preferente, el borde de ataque incluye un miembro tubular dispuesto internamente, de tal forma que la superficie interior es una parte del miembro tubular. El miembro tubular puede tener una forma transversal circular o elíptica, o cualquier otra forma transversal adecuada para cada aplicación particular.

- 5 Una de las principales ventajas de la invención es que en lugar de utilizar componentes especializados para configurar las cámaras de aspiración para el control de flujo laminar híbrido (HLFC), algunos componentes tradicionales del borde de ataque, como los elementos estructurales radiales, se vuelven a disponer para configurar las cámaras de aspiración para el HLFC.

Los materiales preferidos para fabricar el borde de ataque son:

- 10 1. Inyección de fibras de carbono secas (RTM) de plástico reforzado con fibras de carbono (CFRP).  
 2. Fibra de carbono preimpregnada con CFRP con preformas en forma de cámara para definir la posición y orientación de los largueros.  
 3. Composites y Plásticos Reforzados con Fibras en general, por ejemplo: fibra de vidrio, aramida o combinaciones híbridas de las mismas etc.  
 15 4. Metales, por ejemplo, aluminio.

Con respecto al procedimiento de ensamblaje, cuando el borde de ataque se obtiene a partir de materiales de CFRP, la parte estructural está formada preferentemente por los elementos estructurales radiales, y la superficie interior se cura conjuntamente y después se adhiere al revestimiento microperforado exterior. Este concepto de construcción hace que la reparabilidad y la inspección de las cámaras sea más fácil con respecto a soluciones estructurales de HLFC convencionales.

20

Algunas de las ventajas de la invención se pueden resumir de la siguiente manera:

- 25 - permitir diferentes combinaciones de materiales para una configuración de HTP LE HLFC.  
 - reparabilidad e inspección de cámaras más fáciles con respecto a soluciones estructurales de HLFC.  
 - permitir la integración de una configuración de HTP LE HLFC como parte estructural de un HTP.  
 30 - mejora de la estructura para Impactos con Aves.  
 - optimización de las dimensiones.  
 - disminución de costes recurrentes, en comparación con bordes de ataque de HLFC de la técnica anterior.  
 - adaptabilidad de la arquitectura y tamaño del borde de ataque.

**Breve descripción de los dibujos**

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

Figura 1.- muestra una vista en sección transversal de una representación esquemática de una superficie de ala o de sustentación con una configuración del flujo laminar híbrida de acuerdo con la técnica anterior, en la que el flujo de aire laminar y turbulento está representado con líneas finas sobre superficies superiores e inferiores.

35 Figura 2.- muestra una configuración multicámara convencional de la sección de borde de ataque de una superficie de ala o de sustentación con control de flujo laminar, como la mostrada 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.

40 Figura 3.- muestra una representación esquemática de una vista en sección transversal de una realización preferente de una sección de borde de ataque de acuerdo con la invención. Los puntos designan posiciones de perforaciones sobre la superficie interior.

Figura 4.- es una representación similar a la Figura 3, que ilustra el procedimiento de unión entre el revestimiento exterior y la estructura interior del borde de ataque.

45 Figura 5.- es una representación similar a la Figura 3, que ilustra el procedimiento de fabricación del borde de ataque completamente en una sola etapa usando preformas. Las preformas se muestran en líneas discontinuas.

Figura 6.- es una representación similar a la Figura 3 correspondiente a otra realización preferente de la invención.

**Realización preferente de la invención**

50 La Figura 3 muestra un ejemplo preferido de una sección de borde de ataque (1) con un control de flujo laminar, que comprende: un revestimiento exterior perforado (2) conformado con un perfil de borde de ataque aerodinámico, una superficie interior (3) dispuesta internamente con respecto al revestimiento exterior (2) y una pluralidad de cámaras de aspiración (4) formadas entre el revestimiento exterior y la superficie interior (2, 3).

La sección de borde de ataque (1) comprende además una pluralidad de elementos estructurales radiales (5) configurados para resistir cargas estructurales en el borde de ataque. Los elementos estructurales radiales (5) están dispuestos para definir las cámaras de aspiración (4) junto con el revestimiento exterior (2) y la superficie interior (3). Más en detalle, cada elemento estructural radial (5) está colocado de tal forma que uno de sus extremos está fijado al revestimiento exterior (2) y el otro extremo está fijado a la superficie interior (3), de tal forma que cada cámara de aspiración (4) está formada por dos elementos estructurales radiales consecutivos, una parte del revestimiento exterior (2) y una parte del revestimiento interior (3).

En la realización de la Figura 3, el borde de ataque (1) incluye un miembro tubular (6) que se extiende en sentido de la envergadura en el borde de ataque y situado en un área central del borde de ataque (en una vista en sección transversal). La superficie interior (3) es una parte del miembro tubular (6) y los elementos estructurales radiales (5) están distribuidos radialmente en el borde de ataque, lo que significa que se extienden desde un área central del borde de ataque (1) en diferentes direcciones. Medios de aspiración (no mostrados) aplicarían aspiración en el interior del borde de ataque (1).

También en esta realización, la superficie interior (3) está perforada con el fin de comunicar a través de dichas cámaras de aspiración (4), una región exterior del borde de ataque (1) con una región interior del borde de ataque (1), en este caso con el interior del miembro tubular (6) como se indica mediante la flecha (A).

En la realización alternativa de la Figura 6, en lugar de tener una superficie interior perforada, los elementos estructurales radiales (5) están perforados, de tal forma que la comunicación entre el exterior del borde de ataque (1) y su interior se obtiene a través de ellos, como se muestra mediante las flechas (A). En este caso, el aire aspirado fluye desde una cámara (4) hasta las siguientes cámaras (4) hasta que se expulsa a través de la última, creando de este modo la aspiración necesaria para el HLFC.

Los elementos estructurales radiales (5) están colocados de acuerdo con la dirección de los ángulos de impacto de los impactos con aves (BS) más críticos. Por ejemplo, en las realizaciones de las Figuras 3 y 6, un elemento estructural radial está dispuesto de tal forma que uno de sus extremos está fijado en la punta del borde de ataque (7) o cerca de la misma.

Con respecto al procedimiento de fabricación del borde de ataque (1), la Figura 4 muestra una técnica de fabricación preferida, en la que los elementos estructurales radiales (5) y el miembro tubular (6) se obtienen en una sola etapa, es decir, se curan conjuntamente en el mismo ciclo de curación. Como alternativa, los elementos estructurales radiales (5) y el miembro tubular (6) se pueden fabricar y ensamblar por medio de otras técnicas u otra combinación de técnicas, adecuadas para cada aplicación.

Cuando el miembro tubular (6) o los elementos estructurales radiales (5) se han curado, pueden taladrarse después del procedimiento de curado, o en un procedimiento intermedio anterior al mismo.

El revestimiento exterior (2) se conforma y se cura por separado, y después los elementos estructurales radiales (5) se unen internamente al revestimiento exterior (2). Para ese propósito, en la realización de la Figura 4A, los elementos estructurales radiales (5) están provistos en uno de sus extremos de pestañas (5') para agrandar la superficie de interfaz con el revestimiento exterior (2). En la realización alternativa de la Figura 4B, en vez de usar pestañas unidas, el borde libre de cada elemento estructural radial (5) está soldado a la superficie interior del revestimiento exterior (2).

Como puede observarse en la Figura 4, una de las ventajas de tener los elementos estructurales radiales unidos con el revestimiento exterior, es que el revestimiento exterior podría reemplazarse por uno nuevo.

Dado que los elementos estructurales radiales están unidos con el revestimiento exterior, se pueden usar diferentes materiales durante el procedimiento de fabricación:

- Titanio microtaladrado plano u otra capa metálica conformada en forma de una superficie húmeda de borde de ataque exterior.
- Fibra de carbono preimpregnada con CFRP, microtaladrada después de ciclo de curado parcial.
- Composites y Plásticos Reforzados con Fibras en general, por ejemplo: fibra de vidrio, aramida o combinaciones híbridas de las mismas, etc.
- Metales, por ejemplo, aluminio.

En el caso de usar un material de CFRP, una capa protectora de la erosión está preferentemente curada o cocurada con el revestimiento exterior. Esta capa protectora de la erosión puede consistir en un recubrimiento de poliuretano, un recubrimiento metálico o una capa metálica impregnada con resina, sellador o adhesivo sobre una de sus superficies.

Como alternativa, la sección de borde de ataque (1) se puede obtener enteramente en procedimientos de fabricación en una sola etapa, como se representa en la Figura 5. En este procedimiento de fabricación alternativa, varias preformas de CFRP (2', 4', 6') están conformadas y ensambladas conjuntamente como se muestra en la Figura. Más específicamente, una preforma de revestimiento exterior (2'), una preforma de miembro tubular (6') y varias

preformas de cuatro lados (4') para formar los elementos estructurales radiales (5) y las cámaras de aspiración (4). Finalmente, todo el conjunto de preformas se cura conjuntamente.

Otras realizaciones preferentes de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes adjuntas y las múltiples combinaciones de dichas reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Una sección de borde de ataque (1) con un control de flujo laminar que comprende:

un revestimiento exterior perforado (2) conformado con un perfil de borde de ataque aerodinámico,  
 una superficie interior (3) dispuesta internamente con respecto al revestimiento exterior (2),  
 5 una pluralidad de cámaras de aspiración (4) formadas entre el revestimiento exterior (2) y la superficie interior (3),  
 una pluralidad de elementos estructurales radiales (5) para resistir cargas estructurales en el borde de ataque (1), en la que,  
 10 la sección de borde de ataque (1) comprende además un elemento tubular (6) dispuesto en sentido de la envergadura en la sección de borde de ataque (1), y en la que la superficie interior (3) está perforada y es una parte del elemento tubular (6) de tal forma que el elemento tubular (6) tiene perforaciones en correspondencia con la superficie interior (3) para que una región exterior del borde de ataque (1) esté comunicada con el interior del elemento tubular (6) a través de dichas cámaras de aspiración (4) y la superficie interior (3);  
 15 en la que los elementos estructurales radiales (5) están distribuidos radialmente en la sección de borde de ataque (1);  
 en la que un elemento estructural radial (5) está dispuesto de tal forma que uno de sus extremos está fijado en la punta delantera del borde de ataque (7) del borde de ataque (1);  
 en la que los elementos estructurales radiales (5) tienen bordes libres;  
 20 y en la que los elementos estructurales radiales (5) están provistos en sus bordes libres de pestañas (5') para ampliar la superficie de interfaz con el revestimiento exterior (2).

2. Una sección de borde de ataque (1) con un control de flujo laminar que comprende:

un revestimiento exterior perforado (2) conformado con un perfil de borde de ataque aerodinámico,  
 una superficie interior (3) dispuesta internamente con respecto al revestimiento exterior (2),  
 25 una pluralidad de cámaras de aspiración (4) formadas entre el revestimiento exterior (2) y la superficie interior (3),  
 una pluralidad de elementos estructurales radiales (5) para resistir cargas estructurales en el borde de ataque (1), en la que,  
 los elementos estructurales radiales (5) están distribuidos radialmente en la sección de borde de ataque (1);  
 30 en la que los elementos estructurales radiales (5) están taladrados, de tal forma que una región exterior del borde de ataque (1) está comunicada con una región interior del borde de ataque (1) a través de las cámaras de aspiración (4) y los elementos estructurales radiales (5);  
 en la que un elemento estructural radial (5) está dispuesto de tal forma que uno de sus extremos está fijado en la punta delantera del borde de ataque (7) del borde de ataque (1);  
 35 y en la que los elementos estructurales radiales (5) están provistos en uno de sus extremos de pestañas (5') para ampliar la superficie de interfaz con el revestimiento externo (2).

3. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que cada elemento estructural radial (5) está colocado de tal forma que uno de sus extremos está fijado al revestimiento exterior (2) y el otro extremo está fijado a la superficie interior (3), de tal forma que cada cámara de aspiración (4) está formada por dos elementos estructurales radiales (5) consecutivos, una parte del revestimiento exterior (2) y una parte de la superficie interior (3).  
 40

4. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que los elementos estructurales radiales (5) tienen bordes libres.

5. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 4, en la que los bordes libres están unidos internamente al revestimiento exterior (2).

6. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que cada elemento estructural radial (5) tiene un borde libre que está soldado a la superficie interior del revestimiento exterior (2).  
 45

7. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, obtenida a partir de un material compuesto.

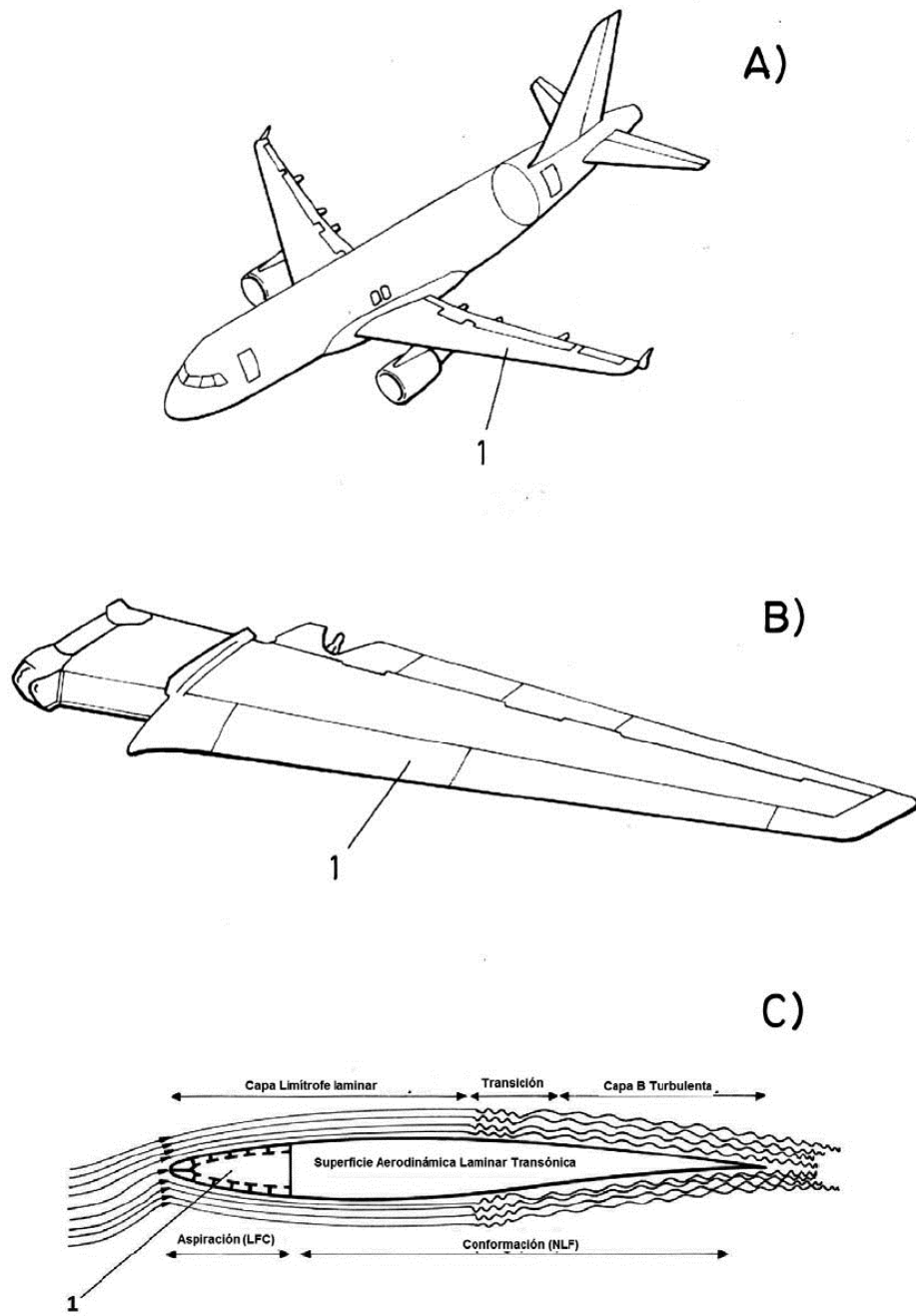
8. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el material compuesto está seleccionado de la lista: Plástico Reforzado con Fibras de Carbono (CFRP), fibra de vidrio, aramida o cualquier combinación de los mismos.  
 50

9. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que el borde de ataque (1) es metálico.

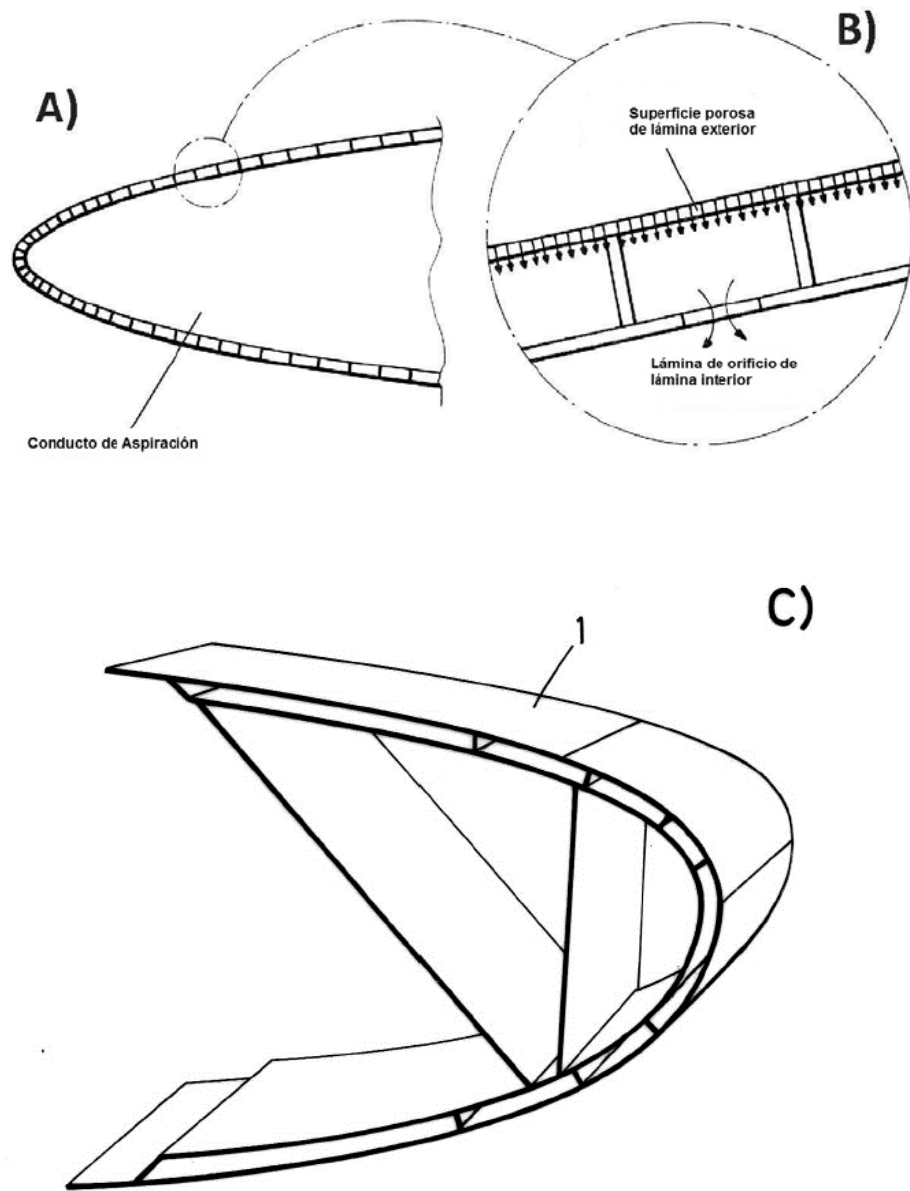
10. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además una capa protectora de la erosión cunida o cocurada con el revestimiento exterior (2) cuando se utiliza un material de CFRP.  
 55

11. Sección de borde de ataque (1) de acuerdo con la reivindicación 10, en la que la capa protectora de la erosión consiste en un recubrimiento de poliuretano, un recubrimiento metálico o una capa metálica impregnada con resina, sellador o adhesivo sobre una de sus superficies.





**FIG.1**  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG.2**

TÉCNICA ANTERIOR

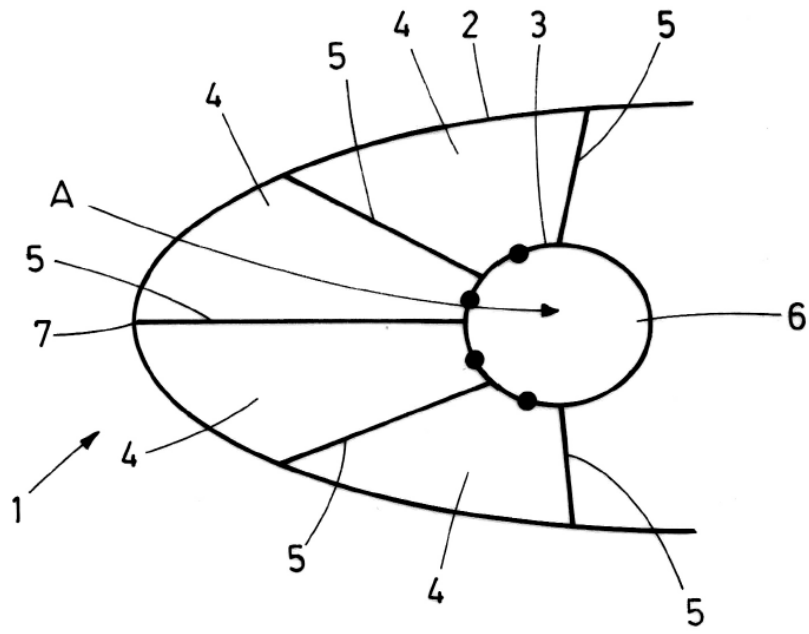


FIG. 3

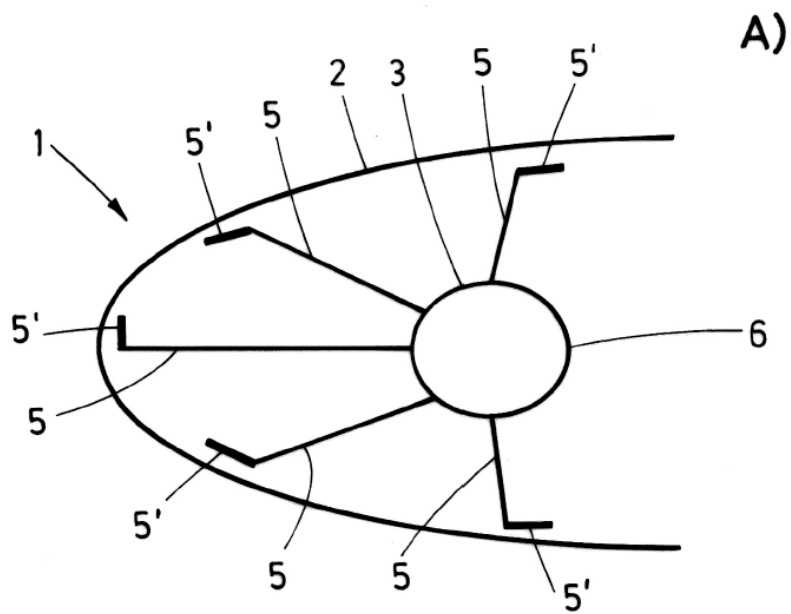
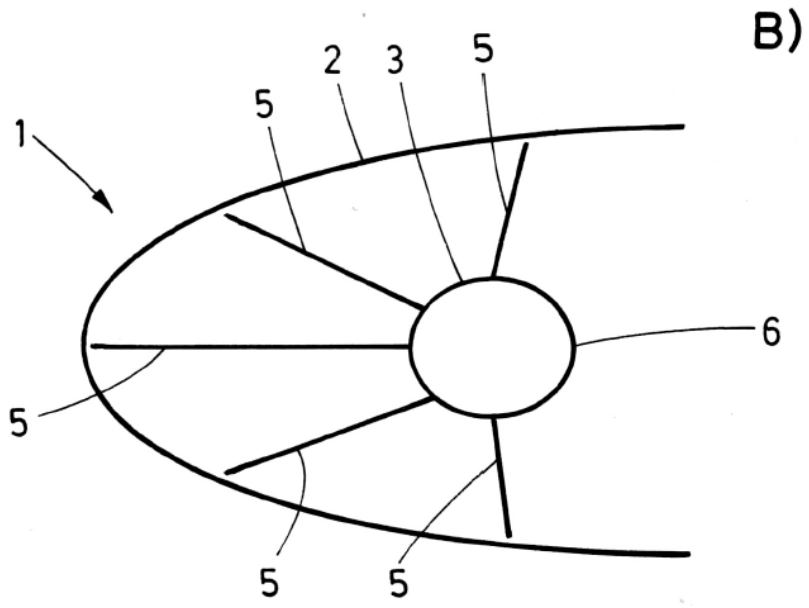
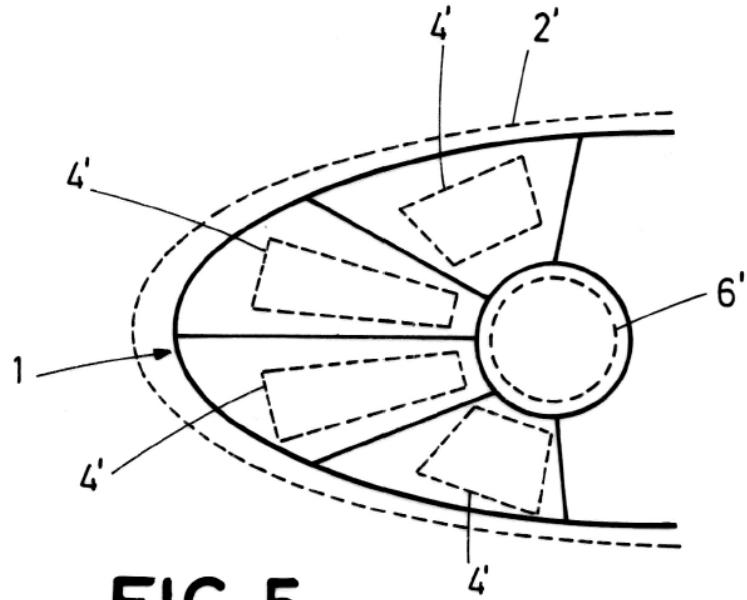


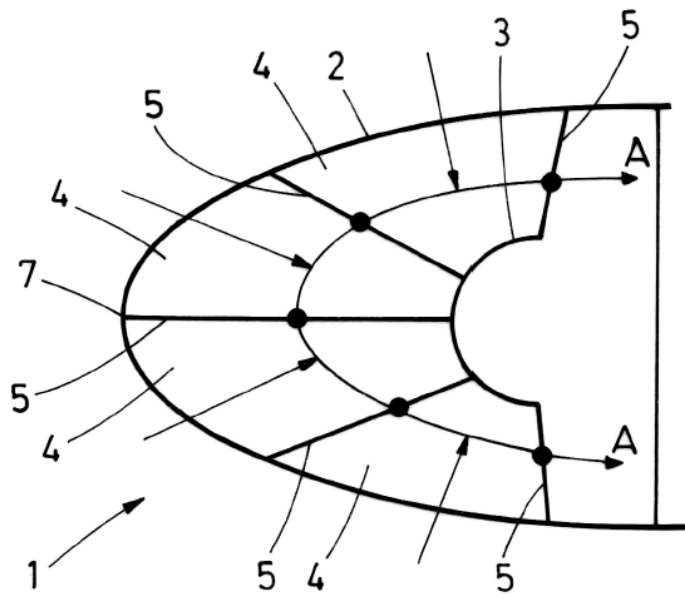
FIG. 4



**FIG.4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**