

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 643**

51 Int. Cl.:

**B64C 21/00** (2006.01)

**G01M 11/08** (2006.01)

**H04L 12/403** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2010** **E 10191447 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013** **EP 2322428**

54 Título: **Dispositivo de supervisión del buen funcionamiento de una pluralidad de dispositivos, particularmente de actuadores**

30 Prioridad:

**17.11.2009 FR 0905509**

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

**22.07.2013**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
45, rue de Villiers  
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**GUICHARD, M. PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 414 643 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

Dispositivo de supervisión del buen funcionamiento de una pluralidad de dispositivos, particularmente de actuadores

La presente invención se refiere un dispositivo de supervisión del buen funcionamiento de una pluralidad de dispositivos repartidos en una estructura, particularmente de actuadores. Se aplica a la supervisión del buen funcionamiento de equipos y de sistemas, particularmente implementados en vehículos, y más particularmente en aeronaves.

Existe, particularmente en el dominio de los transportes, un número creciente de sistemas a bordo que comprenden una pluralidad de actuadores, repartidos en una estructura, a veces en gran número. El desarrollo de actuadores de dimensiones cada vez más reducidas permite una mejor integración de éstos, y por lo tanto, un creciente número de ellos en el seno de un sistema dado. En el dominio aeronáutico, por ejemplo, es deseable que se implementen en las aeronaves un número siempre creciente de actuadores de diferentes tipos, con el fin de permitir una gestión optimizada del vuelo para unas acciones localizadas con precisión. Dichos actuadores se activan sobre la base de medidas provenientes de una pluralidad de captadores de parámetros físicos. Estos conjuntos de captadores y actuadores participan en el vuelo de la aeronave, optimizando el equilibrio energético entre otras funciones. Finalmente, un segundo conjunto de captadores asegura la vigilancia sobre el estado de salud detallado y en tiempo real del vehículo, habitualmente diseñado de acuerdo con la expresión anglosajona "Health Monitoring"; en este caso, los captadores participan en el refuerzo de la seguridad de vuelo, así como en unas operaciones de mantenimiento optimizadas. De ese modo, un ala de aeronave perfeccionada se prevé que contenga una población numerosa de microequipamientos dispersos en ella. Tal ala puede en efecto comprender una pluralidad —varias decenas, incluso centenares— de miniactuadores que permiten controlar en unos puntos precisos de la superficie del ala, los flujos del aire. De este modo, un flujo de aire turbulento localizado sobre una parte de la superficie del ala, detectado por un captador previsto con ese fin, puede ser rectificado en un flujo laminar, por medio de uno o varios microactuadores dispuestos en la proximidad.

Se describen ahora los tipos de actuadores elegidos como ejemplo para permitir una descripción clara de la invención: los actuadores de capa límite. La invención se puede implementar con todo tipo de actuadores conocidos o por venir, con la condición de que dichos actuadores tengan un efecto físico cuya firma térmica y/o acústica sea medible, tal como será explicado más en detalle a continuación en el presente documento.

Los microactuadores supervisados pueden ser por ejemplo, unos microactuadores fluídicos, también denominados actuadores de chorro sintético por plasma, designados comúnmente de acuerdo con la terminología anglosajona "Plasma Synthetic Jet Actuators" o según la sigla correspondiente a ella "PSJA". Los actuadores del tipo PSJA se encuentran en la forma de pequeñas cavidades que contienen plasma, un arco eléctrico calienta el contenido de la cavidad para producir una descarga del aire contenido en la cavidad, seguido de una expansión. Los actuadores del tipo PSJA pueden presentarse bajo la forma de componentes separados, o bien bajo la forma de componentes del tipo sistemas micro-electromecánicos, denominados comúnmente con el acrónimo de "MEMS" que corresponde a la terminología anglosajona "Micro-Electro-Mechanical Systems", es decir micromecanizados, por ejemplo de manera colectiva con otros componentes o circuitos.

Un actuador del tipo PSJA se puede activar periódicamente con una cierta frecuencia con el objetivo de emular un generador de vórtex mecánico. El aire sale y entonces entra desde el actuador de tipo PSJA de manera alternativa, lo que perturba el flujo de aire en su proximidad, permitiendo reducir el flujo de la capa límite. Se pueden citar igualmente los microactuadores de tipo piezoeléctrico, montados en baterías, repartidos sobre la superficie del ala, capaces de engendrar a petición una deformación de la superficie de ésta.

Se pueden citar igualmente unos microactuadores a base de micromotores del tipo MEMS, o incluso unos actuadores de aleaciones con memoria de forma, o del tipo músculos artificiales.

Se ha de observar que el sistema puede comprender una pluralidad de equipos de uno de los tipos antes citados, incluso igualmente una pluralidad heterogénea de captadores de diferentes tipos.

Es deseable, por ejemplo para un ala que comprenda una pluralidad de microactuadores de los tipos antes citados, que pueda detectarse el fallo parcial o total de cada uno de los actuadores. En efecto, el fallo de un único actuador puede tener unas consecuencias fatales en relación con el flujo aerodinámico alrededor de toda la superficie del ala, un efecto de contaminación que puede extender rápidamente un flujo turbulento inicialmente localizado, a la totalidad de la superficie del ala.

Es posible adjuntar a cada microactuador, un dispositivo de supervisión integrado que mida directamente el buen funcionamiento del actuador. Sin embargo, una solución de ese tipo se puede comprobar que es penalizadora en la práctica, porque:

- 1) supone una complejidad de los microactuadores;
- 2) una complejidad de este tipo, implica particularmente un coste excesivo de la función de supervisión, con relación al coste del microsistema con el que está relacionado;
- 3) la adición de un dispositivo de supervisión integrado puede ser penalizadora en términos de volumen,

ofreciendo el dispositivo de supervisión necesariamente un volumen significativo;

4) de la misma manera, la adición de un dispositivo de supervisión a cada microactuador tiene como consecuencia una masa más elevada, penalizadora con relación a unos rendimientos en vuelo de la aeronave;

5) es necesario que cada dispositivo de supervisión se alimente con energía;

5 6) en cualquier caso, es necesario implementar unas conexiones convertidas en más complejas, con el fin de unir eléctricamente y funcionalmente cada dispositivo de supervisión al microactuador asociado, así como los sistemas de ese modo constituidos, con un dispositivo centralizado de gestión;

7) cada dispositivo de supervisión presenta por sí mismo una susceptibilidad con relación al entorno;

10 8) la calidad de la cobertura del ensayo mediante dicho dispositivo de supervisión integrado es limitada en el caso general, siendo supervisados solamente ciertos órganos del actuador, en vez del desarrollo efectivo de su acción por sus consecuencias físicas.

El documento US 5 493 390 describe un sistema que permite supervisar y diagnosticar unos componentes o estructuras gracias a una red de captadores unidos por fibra óptica.

15 Un objetivo de la presente invención es paliar al menos los inconvenientes antes citados, proponiendo un dispositivo de supervisión que permita diagnosticar el buen funcionamiento de una pluralidad de equipos tales como unos actuadores, siendo el dispositivo de supervisión a la vez simple y poco exigente con relación a la masa del sistema en el que se implementa.

Una ventaja de la invención es que el dispositivo de supervisión es común a una pluralidad de equipos, pudiendo asimismo estos equipos ser del mismo tipo, o bien de tipos heterogéneos.

20 Otra ventaja de la invención es que el dispositivo de supervisión no añade ninguna limitación de no robustez con relación al entorno térmico, mecánico y eléctrico del sistema en el que se implementa.

Otra ventaja más de la invención es que el dispositivo de supervisión ofrece una penalidad nula en cuanto a fiabilidad con relación al sistema en el que se implementa.

25 Otra ventaja de la invención reside en el hecho de que el dispositivo de supervisión permite asegurar una buena cobertura de los modos de fallo de los microactuadores a los que está asociado.

30 Con este fin, la invención tiene por objetivo un dispositivo de supervisión de una pluralidad de microactuadores, caracterizado porque comprende una fibra óptica que comprende una pluralidad de captadores, estando cada captador dispuesto en la proximidad de un microactuador, y presentando unas propiedades ópticas que varían en función de al menos un parámetro medioambiental, comprendiendo igualmente el dispositivo de supervisión un dispositivo interrogador para la red de fibra óptica que comprende al menos un emisor y un receptor, y unos medios de tratamiento adecuados para modular la frecuencia de la señal óptica emitida por el emisor de manera que se seleccione el captador en la proximidad de un microactuador dado, y para comparar la señal óptica recibida con una plantilla característica del buen funcionamiento del microactuador.

35 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque la fibra óptica es del tipo monomodo, y los captadores están constituidos por una red de captadores de fibra óptica que utilizan una redes de interferencia de Bragg, comparando los medios de tratamiento la señal óptica recibida con una firma térmica del microactuador.

40 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque la fibra óptica es del tipo monomodo, y los captadores están formados por una red de Bragg, comparando los medios de tratamiento la señal óptica recibida con una firma de presión del microactuador.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque los microactuadores son unos microactuadores de chorro sintético por plasma.

45 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque los microactuadores de chorro sintético por plasma comprenden dos electrodos planos realizados por ambos lados de un sustrato dieléctrico.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque la fibra óptica está dispuesta en la estructura del sustrato dieléctrico.

50 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque la fibra óptica está realizada en una cavidad formada en el sustrato dieléctrico, estando realizado el captador mediante unas capas depositadas de manera que formen las franjas de una red de interferencia.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque los microactuadores son unos actuadores de tipo piezoeléctrico.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque los

microactuadores son unos micromotores.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque los microactuadores son unos actuadores de aleación con memoria de forma.

5 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque los microactuadores son unos actuadores de tipo músculo artificial.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque los microactuadores forman una población heterogénea de actuadores de diferentes tipos entre los tipos siguientes: microactuadores de chorro sintético por plasma, actuadores piezoeléctricos, micromotores, actuadores de aleación con memoria de forma, músculos artificiales.

10 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de supervisión se caracteriza porque comprende unos medios de sincronización del análisis comparativo de las señales, con las órdenes de accionamiento de los microactuadores.

15 La presente invención tiene igualmente por objetivo un ala de aeronave, caracterizada porque un dispositivo de supervisión tal como el descrito anteriormente supervisa una pluralidad de actuadores dispuestos en la superficie del ala, estando dispuestos los captadores a lo largo de la fibra óptica dispuesta en la materia del ala, estando dispuesto cada uno de los captadores en la proximidad de un actuador.

Otras características y ventajas de la invención surgirán con la lectura de la descripción, dada a título de ejemplo, realizada en relación con los dibujos adjuntos que representan:

- 20 - la figura 1, una serie de vistas en sección de un microactuador del tipo PSJA en diferentes fases características de su funcionamiento;
- la figura 2, una curva que ilustra la firma térmica característica del buen funcionamiento de un microactuador;
- la figura 3, una vista en sección que ilustra la colocación de un captador unitario con relación a un microactuador del tipo PSJA, en un ejemplo de modo de realización de la invención;
- 25 - las figuras 4a y 4b, respectivamente una vista en sección y una vista superior que ilustra la colocación de una pluralidad de captadores unitarios con relación a una pluralidad de microactuadores del tipo PSJA, en un ejemplo de modo de realización de la invención;
- las figuras 5a y 5b, la colocación de un captador unitario con relación a un microactuador del tipo PSJA micromecanizado, en un ejemplo de modo de realización de la invención, respectivamente en una vista en sección lateral y una vista superior;
- 30 - la figura 6, de modo sinóptico, un diagrama que ilustra un dispositivo de supervisión de acuerdo con un ejemplo de modo de realización de la invención.

La presente invención utiliza una firma, apreciable a través de la medida de parámetros físicos característicos del funcionamiento de los actuadores supervisados.

35 Son por sí mismos conocidos unos dispositivos de detección de anomalías en el funcionamiento de un dispositivo, que utilizan la detección de fenómenos físicos característicos del mal funcionamiento del dispositivo, por ejemplo unas vibraciones anormales. Esta supervisión es de naturaleza continua.

40 El dispositivo de acuerdo con la invención utiliza una comparación de la consecuencia física esperada a continuación de un funcionamiento del actuador con la consecuencia física realmente medida. Se entiende por consecuencia física la evolución de los parámetros físicos, tales como la temperatura o la vibración característica, en la proximidad inmediata del actuador. Esta comparación se efectúa en cada puesta en funcionamiento del actuador.

El dispositivo de acuerdo con la invención utiliza una red de captadores que permiten supervisar una pluralidad de actuadores independientemente unos de otros.

45 El dispositivo de acuerdo con la invención comprende, por ejemplo, una unidad de tratamiento de las medidas de la red de captadores, que asegura el funcionamiento de los captadores por un lado, y el tratamiento de las medidas de manera que se suministren unas informaciones sobre el buen funcionamiento, por otro lado. La unidad de tratamiento comprende por ejemplo un módulo de adquisición de las señales que provienen de los captadores, un módulo de tratamiento de la señal y un módulo de transmisión. La unidad de tratamiento es de una tecnología cualquiera conocida para este tipo de equipos.

50 La red de captadores de acuerdo con la invención puede estar constituida por captadores eléctricos clásicos del tipo conocido o, preferentemente, por captadores de naturaleza óptica. Son conocidos en el estado de la técnica anterior los captadores montados sobre una fibra óptica en la que están formadas unas redes de interferencia denominadas "redes de Bragg". Una única fibra puede comprender de manera conocida una pluralidad de captadores que forman una red, siendo los captadores igualmente denominados "nodos", o incluso "nodos captadores". Un dispositivo de supervisión de acuerdo con la invención puede comprender una fibra óptica de ese tipo a lo largo de la que se reparten unos nodos que forman los captadores. A cada uno de estos nodos le corresponde un microactuador a

55

supervisar. Así, un captador del tipo conocido permite tratar los nodos de manera independiente.

La figura 1 presenta una serie de vistas en sección de un microactuador del tipo PSJA en diferentes fases características de su funcionamiento.

5 En el ejemplo ilustrado por la figura 1, el actuador 100 del tipo PSJA, presentado en tres fases 11, 12, 13 características de su funcionamiento, comprende una cavidad 101 rodeada por una armadura 102, cubierta por un primer electrodo 103 en el que se realiza un orificio 104, siendo atravesado el fondo de la armadura 102 por un segundo electrodo 105 que sobresale en el fondo de la cavidad 101.

Durante la primera fase 11, se crea un depósito de energía, aplicando una importante diferencia de potenciales entre el primer electrodo 103 y el segundo electrodo 105. De ese modo, el aire contenido en la cavidad 101 se calienta.

10 Durante la segunda fase 12, se aplica una diferencia de potencial entre el primer electrodo 103 y el segundo electrodo 105. El gradiente eléctrico presente así en el volumen comprendido en la cavidad 101 implica una expulsión del aire ionizado (o plasma) a través del orificio 104.

15 Durante la tercera fase 13, no se aplica ninguna diferencia de potenciales entre el primer electrodo 103 y el segundo electrodo 105, y el volumen comprendido en la cavidad 101 se rellena con un nuevo aire no ionizado cuya temperatura es sensiblemente la temperatura ambiente.

La figura 2 presenta una curva que ilustra la firma térmica característica del buen funcionamiento de un microactuador.

La curva representa un ejemplo de evolución de la temperatura en un microactuador 100, con referencia a la figura 1, en función del tiempo, en el curso de un ciclo de funcionamiento del microactuador 100.

20 Se ha de tomar nota que la primera fase 11 de funcionamiento del microactuador 100, con referencia a la figura 1, se acompaña de un incremento de la temperatura del aire contenido en la cavidad 101; la temperatura sigue entonces de manera típica, una disminución durante una segunda y una tercera etapas 12, 13. De una forma similar, la presión del aire contenido en la cavidad 101 conoce una evolución similar en el curso de las tres fases 11, 12, 13. De ese modo, durante el funcionamiento, un microactuador 100 del tipo PSJA presenta unas evoluciones características de la temperatura y de la presión del aire contenido en la cavidad 101. En lo que sigue, estas evoluciones características de la temperatura y la presión se designan respectivamente como firma térmica y firma de presión. De la misma manera, unos actuadores de otros tipos a los que es aplicable la invención presentan unas firmas características durante el funcionamiento. Todo funcionamiento atípico de un actuador, por ejemplo en caso de fallo, se traduce en una firma diferente de la firma característica de su buen funcionamiento.

30 La presente invención propone detectar la firma térmica o la firma de presión de un actuador y compararla con la firma característica de su buen funcionamiento. La firma térmica se puede detectar mediante la transmisión del calor a las paredes del entorno inmediato de la estructura de recepción del actuador. La firma de presión se puede detectar mediante una transmisión de vibración, o acústica, a través de la estructura del actuador en el entorno inmediato de la estructura de recepción del actuador. Se habla así de la firma vibratoria o acústica.

35 La firma térmica o vibratoria del buen funcionamiento de un actuador puede caracterizarse de materia previa, y se puede definir una plantilla. Esta plantilla se puede memorizar en una unidad dedicada, para cada actuador o cada tipo de actuador. Un ejemplo de estructura global del dispositivo de supervisión se describe en detalle a continuación con referencia a la figura 6.

40 En un ejemplo de modo de realización preferente de la invención, se pueden disponer unos captadores de naturaleza óptica a lo largo de una fibra óptica denominada en redes de Bragg. Una fibra en red de Bragg es por sí misma conocida en el estado de la técnica. El funcionamiento de este tipo de captador es por sí mismo conocido, en consecuencia no se describen en detalle en la presente descripción. Las características importantes para los fines de la invención, para este tipo de captador son:

- 45 - los nodos sensibles o nodos captadores, es decir los captadores independientes dispuestos a lo largo de la fibra óptica deben ser accesibles individualmente para el tratamiento de la señal desde un dispositivo interrogador;
- los nodos sensibles y la fibra óptica a partir del dispositivo interrogador deben ser de naturaleza óptica, sin que intervengan en ellos fenómenos de conducción eléctrica;
- 50 - los nodos sensibles pueden, por ejemplo, ser sensibles a la temperatura o bien a las vibraciones, de acuerdo con su geometría y la de su estructura de acogida.

Por ejemplo, una fibra óptica de tipo monomodo comprende unas redes de interferencia grabadas en su seno, en la forma de franjas en la que cada una refleja una longitud de onda propia muy precisa. Tales redes de interferencias presentan una gran sensibilidad, particularmente a las variaciones de temperatura; en efecto, si la fibra óptica se estira o contrae localmente, entonces la distancia entre las franjas disminuye o aumenta respectivamente, y la longitud de onda reflejada se modifica en consecuencia. O, si cada nodo sensible de la fibra óptica se mantiene en

un sistema poco sometido a contracciones, por ejemplo embebido en la estructura del ala, entonces la causa principal de su estiramiento o de su contracción es la variación de temperatura.

5 Un dispositivo de supervisión puede comprender por ejemplo un emisor láser que emite en la fibra óptica a lo largo de la que están dispuestos unos captadores que forman una red de Bragg. La emisión se puede realizar en una región dada de longitudes de onda; se puede realizar entonces una interrogación haciendo variar la frecuencia del láser. De esa manera, un estudio del tiempo de propagación puede permitir localizar con precisión el entorno en el que la banda se refleja a lo largo de la fibra óptica, y por tanto el nodo captador desde el que se detecta una señal. Un análisis de la señal óptica recibida por un receptor permite cuantificar las variaciones de temperatura en este captador. Un captador dado se puede seleccionar mediante una elección juiciosa de la frecuencia del láser, pudiéndose reflejar una frecuencia del haz de láser por el captador elegido, mientras que todos los demás captadores son transparentes a ella.

15 Se ha de observar que, de una manera similar, es posible cuantificar, eventualmente por medio de filtros, transductores y/o amplificadores específicos, unas variaciones de presión, o incluso unas ondas acústicas, electromagnéticas, incluso unas deformaciones mecánicas. Es posible así, ventajosamente, asegurar a través de un dispositivo tal como el descrito anteriormente, la supervisión de una población heterogénea de equipos. De manera preferente, los nodos captadores se deben disponer en la proximidad inmediata de los actuadores u otros equipos a supervisar, de manera que la atenuación de la señal a medir sea lo más reducida posible, así como la constante de tiempo ligada al tiempo de propagación de la señal. Se entiende aquí por proximidad inmediata, una distancia que corresponde a una atenuación aceptable para la detección y la localización de la propagación térmica o acústica, según el tipo de firma elegido.

Es igualmente posible que los captadores sean de otra naturaleza, por ejemplo de naturaleza eléctrica o piezoeléctrica. De ese modo, el dispositivo de acuerdo con la invención puede realizarse igualmente con un conjunto de termómetros eléctricos tradicionales.

25 Unos ejemplos de colocación de una fibra óptica en la proximidad de actuadores, o en una red de actuadores, se ilustran mediante las figuras 3 a 5.

La figura 3 presenta una vista en sección, en perspectiva, que ilustra la colocación de un captador unitario con relación a un microactuador del tipo PSJA, en un ejemplo de modo de realización de la invención.

30 En el ejemplo ilustrado por la figura 3, se puede disponer una fibra óptica 300 bajo el microactuador 100, de manera que un nodo captador 301 rodee la cavidad 101, permaneciendo en la proximidad de ésta. Este modo de realización permite por ejemplo un mantenimiento fácil, con la posibilidad de sustituir un microactuador 100 defectuoso, permaneciendo en su sitio la fibra 300, y estando por ejemplo embebida en una estructura de recepción.

En un modo de realización alternativo, es posible igualmente que la fibra 300 se disponga en la estructura del primer electrodo del microactuador 100.

35 Las figuras 4a y 4b presentan respectivamente una vista en sección y una vista superior que ilustran la colocación de una pluralidad de captadores unitarios con relación a una pluralidad de microactuadores del tipo PSJA, en un ejemplo de modo de realización de la invención.

40 En el ejemplo ilustrado por la figura 4a, se representa una parte del extradós 400 de un ala de aeronave en una vista en sección lateral. Se puede embeber un microactuador del tipo PSJA en la estructura del ala, de manera que su orificio 104 se disponga de manera que la lámina de aire expulsada por el microactuador, forme con la tangente a la superficie del ala un ángulo  $\alpha$ .

La fibra óptica 300 se puede embeber en la estructura del ala, y se puede disponer un nodo captador en la proximidad del microactuador, rodeando el orificio 104.

45 Tal como se ilustra por la figura 4b, se puede disponer una pluralidad de microactuadores, por ejemplo en línea recta, a lo largo del extradós del ala. Se puede disponer la misma fibra óptica 300 de manera que presente unos nodos captadores en la proximidad de cada uno de los orificios 104 de los diferentes microactuadores, mientras rodea los orificios 104.

Las figuras 5a y 5b presentan respectivamente una vista en sección y una vista superior que ilustra la colocación de un captador unitario con relación a un microactuador del tipo PSJA micromecanizado, en un ejemplo de modo de realización de la invención.

50 Con referencia a la figura 5a un microactuador 500 del tipo PSJA puede igualmente, de acuerdo con una técnica por sí misma conocida en el estado de la técnica, realizarse mediante una técnica de micromecanizado, mediante dos capas metálicas que forman dos electrodos anulares 503 y 505, respectivamente por encima y por debajo de un sustrato dieléctrico 501.

Con referencia a la figura 5b, los electrodos 503 y 505 pueden ser dos anillos planos cuyos centros están alineados

sobre un eje vertical. El aire ionizado o plasma puede estar entonces comprendido en una zona 502 situada por encima de la superficie del sustrato 501, sensiblemente anular, y situada en el interior del primer electrodo anular 503 por encima del segundo electrodo anular 505.

5 Es posible entonces disponer la fibra óptica 300 de manera que se sitúe un nodo captador en la proximidad de una zona 502 ocupada por el plasma: por ejemplo integrando la fibra en el sustrato dieléctrico 501, o bien integrándola en la estructura situada por debajo del sustrato dieléctrico 501, que puede ser por ejemplo la estructura de un ala de aeronave.

10 En un modo de realización de la invención, la fibra óptica 300 puede realizarse igualmente directamente en el seno del sustrato dieléctrico 501, por ejemplo mediante una cavidad en el seno de la que se micro depositan unas capas de materiales que forman las franjas de una red de interferencia, con el fin de constituir la pluralidad de captadores.

La figura 6 presenta, en sinóptico, un diagrama que ilustra un dispositivo de supervisión de acuerdo con un ejemplo de modo de realización de la invención.

15 En un ejemplo de modo de realización preferente de la invención, un dispositivo de supervisión 60 puede comprender una unidad de tratamiento 61. La unidad de tratamiento 61 puede comprender un dispositivo interrogador 62 optoelectrónico que comprende por ejemplo un emisor, no representado en la figura, que emite un rayo láser en la fibra óptica 300. La fibra óptica 300 comprende, en el ejemplo ilustrado por la figura, una pluralidad de nodos captadores 301 que forman una red de Bragg, estando cada uno de los nodos captadores dispuesto en la proximidad de microactuadores 500. El dispositivo interrogador 62 puede comprender igualmente un receptor no representado en la figura. El dispositivo interrogador 62 puede estar unido a un dispositivo de tratamiento de señal o "DSP" 63 de acuerdo con la sigla resultante de la terminología inglesa. Ventajosamente, el DSP 63 está conectado a un dispositivo de tratamiento y de diagnóstico 64 adecuado para comunicar con un sistema central de supervisión del sistema en el que está integrado, permitiendo por ejemplo a un usuario visualizar unas alertas en caso de mal funcionamiento. El DSP 63 permite particularmente establecer una comparación entre las señales recibidas, representativas de las firmas de los equipos dispuestos en la proximidad de los nodos captadores 301, y unas plantillas de referencia características de su buen funcionamiento, con el fin de generar una señal representativa del buen funcionamiento de éstos. Las plantillas de referencia pueden, por ejemplo, estar almacenadas en una base de datos 65 que comunica con el DSP 63.

30 Ventajosamente, el dispositivo de supervisión 60 comprende unos medios de sincronización del análisis comparativo de las señales con las órdenes de accionamiento de los microactuadores 500, representados mediante una señal de mando Sc. Los medios de sincronización del análisis comparativo de las señales pueden implementarse por ejemplo en el DSP 63. Es posible en efecto conocer por adelantado el o los microactuadores cuyo buen funcionamiento debe ser controlado, puesto que los microactuadores son controlados, de manera típica, mediante un dispositivo de control.

35 El modo de realización del análisis comparativo entre la firma de referencia memorizada y la firma medida es de un tipo cualquiera conocido, por ejemplo la plantilla de la forma de onda, o tratamiento de la señal digital mediante transformada de Fourier, o cualquier otro método conocido.

40 El modo de realización descrito presenta la ventaja de no añadir ninguna complejidad al sistema del actuador supervisado, mientras que introduce unos órganos suplementarios muy simples: la fibra óptica 300 y la unidad de tratamiento 61. El primer inconveniente del estado de la técnica anterior antes citado, es decir el inconveniente ligado a la complejidad es así resuelto.

El modo de realización descrito ofrece la ventaja de un coste total reducido al del captador de fibra; el segundo inconveniente del estado de la técnica anterior antes citado, es decir el inconveniente ligado al coste es así resuelto.

45 El modo de realización descrito ofrece igualmente la ventaja de un volumen total reducido para el captador de fibra; en particular, el volumen requerido en la proximidad de los actuadores se reduce a la fibra; el tercer inconveniente del estado de la técnica anterior antes citado, es decir el inconveniente ligado al volumen es así resuelto. De la misma manera, el cuarto inconveniente, es decir el inconveniente ligado a la masa es resuelto, en particular en la zona que los actuadores.

50 El consumo de energía para el conjunto debido al dispositivo de acuerdo con la invención se minimiza por la naturaleza multiplexada en el tiempo de los captadores en redes de Bragg; el quinto inconveniente antes citado, es decir el inconveniente ligado al consumo es así resuelto.

55 Se ha de observar que el único modo de fallo de cada nodo de un dispositivo de supervisión 60 de naturaleza óptica, tal como el descrito anteriormente, es la rotura total o parcial de la fibra óptica 300. Una rotura de ese tipo no tiene ningún efecto funcional sobre el sistema en el que el dispositivo de supervisión 60 está integrado. De ese modo, la penalidad en la fiabilidad ofrecida por el dispositivo de supervisión 60 es nula con respecto al sistema en el que está integrado. El séptimo inconveniente del estado de la técnica anterior antes citado, ligado a la penalidad sobre la fiabilidad de los actuadores es así resuelto.

Además, la naturaleza óptica de los captadores en red de Bragg les hace por sí mismos inmunes a los entornos térmicos y eléctricos, así como a los choques y las vibraciones, siempre que éstos se mantengan convenientemente en el sistema en el que están integrados; es decir, por ejemplo en el caso de un ala de aeronave: en la medida en que éstos están embebidos en la estructura del ala de manera apropiada. El sexto inconveniente del estado la técnica anterior antes citado, ligado a la susceptibilidad es así resuelto.

5

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de supervisión (60) de una pluralidad de actuadores (500), que comprende una fibra óptica (300) que comprende una pluralidad de captadores (301), estando cada captador (301) dispuesto en la proximidad de un microactuador (500), y presentando unas propiedades ópticas que varían en función de al menos un parámetro físico, las evoluciones del parámetro físico durante el funcionamiento del microactuador (500) definen su firma, comprendiendo igualmente el dispositivo de supervisión (60) un dispositivo interrogador (62) para red de fibra óptica conectado a la fibra óptica (300) y comprendiendo al menos un emisor y un receptor, y unos medios de tratamiento (63) adecuados para modular la frecuencia de la señal óptica emitida por el emisor de manera que se seleccione el captador (301) en la proximidad de un microactuador (500) dado, y **caracterizado porque** los medios de tratamiento son adecuados para comparar la señal óptica recibida, representativa de la firma del microactuador (500), con una firma característica del buen funcionamiento del microactuador (500).
2. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la fibra óptica (300) es del tipo monomodo, y los captadores (301) están constituidos por una red de captadores de fibra óptica que utilizan una red de interferencia de Bragg, comparando, los medios de tratamiento (63), la señal óptica recibida con una firma térmica del microactuador (500).
3. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la fibra óptica (300) es del tipo monomodo, y los captadores (301) están formados por una red de Bragg, comparando, los medios de tratamiento (63), la señal óptica recibida con una firma de presión del microactuador (500).
4. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los microactuadores son unos microactuadores de chorro sintético por plasma (100, 500).
5. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** los microactuadores de chorro sintético por plasma (100, 500) comprenden dos electrodos planos (503, 505) realizados por ambos lados, de un sustrato dieléctrico (501).
6. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** la fibra óptica (300) está dispuesta en la estructura del sustrato dieléctrico (501).
7. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** la fibra óptica (300) está realizada en una cavidad formada en el sustrato dieléctrico, estando realizado el captador (301) mediante unas capas depositadas de manera que forman las franjas de una red de interferencia.
8. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los microactuadores (500) son unos actuadores de tipo piezoeléctrico.
9. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los microactuadores (500) son unos micromotores.
10. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los microactuadores (500) son unos actuadores de aleación con memoria de forma.
11. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los microactuadores (500) son unos actuadores de tipo músculo artificial.
12. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los microactuadores (500) forman una población heterogénea de actuadores de diferentes tipos entre los tipos siguientes: microactuadores de chorro sintético por plasma, actuadores piezoeléctricos, micromotores, actuadores de aleación con memoria de forma, músculos artificiales.
13. Dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** comprende unos medios de sincronización (63) del análisis comparativo de las señales con las órdenes de accionamiento de los microactuadores (500).
14. Ala de aeronave, **caracterizada porque** un dispositivo de supervisión (60) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes supervisa una pluralidad de actuadores dispuestos en la superficie del ala, estando dispuestos los captadores (301) a lo largo de la fibra óptica (300) dispuesta en la materia del ala, estando dispuesto cada uno de los captadores en la proximidad de un actuador.

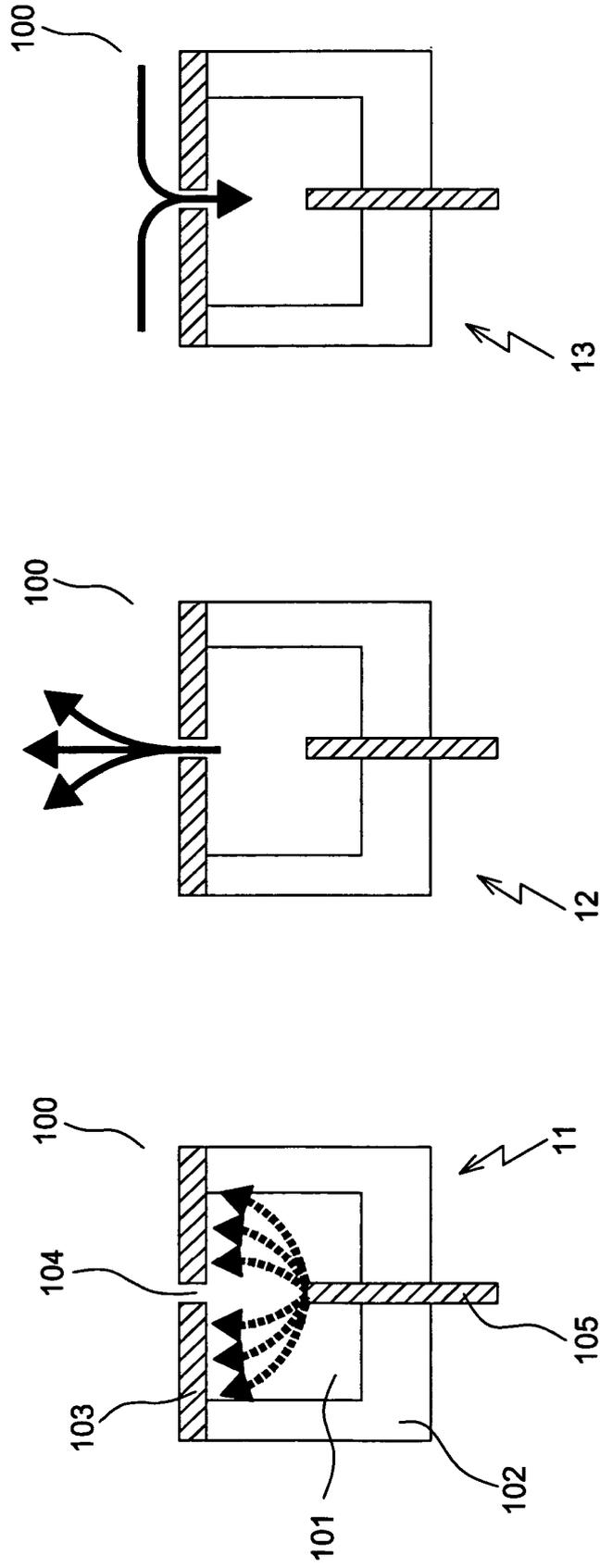


FIG.1

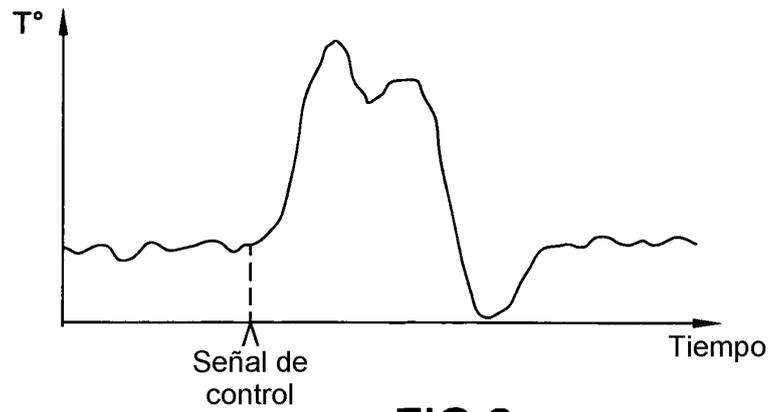


FIG.2

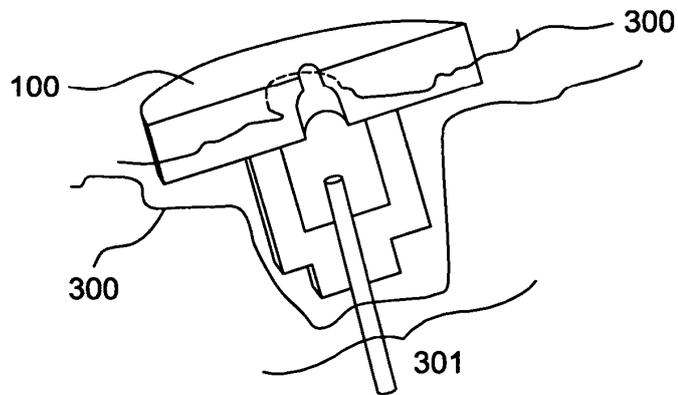


FIG.3

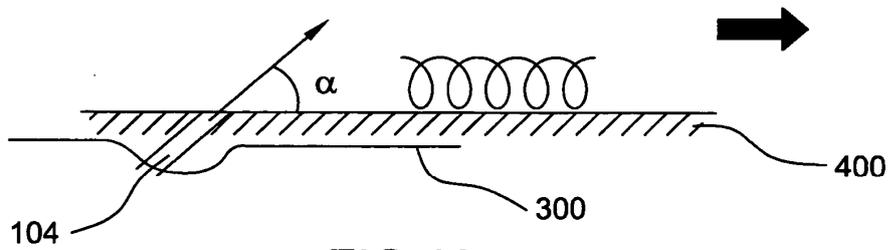


FIG.4A

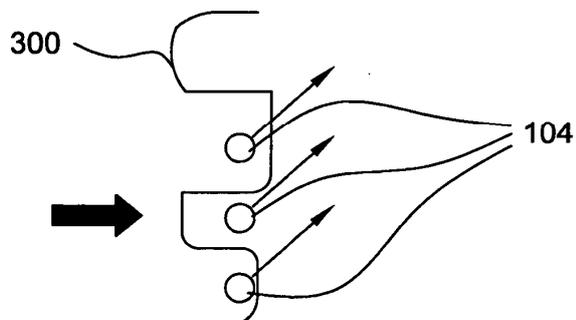


FIG.4B

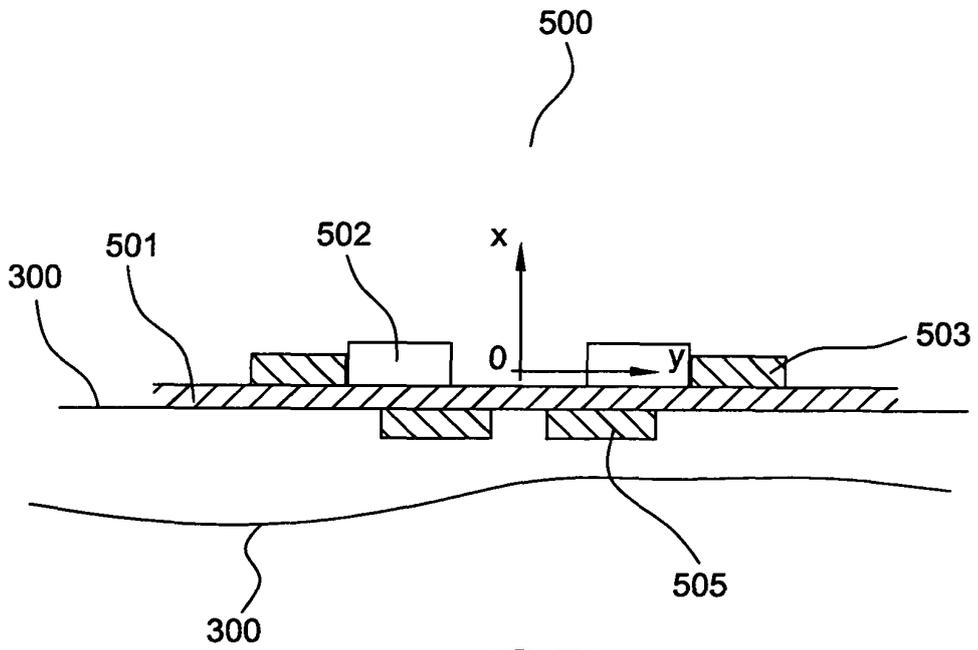


FIG.5A

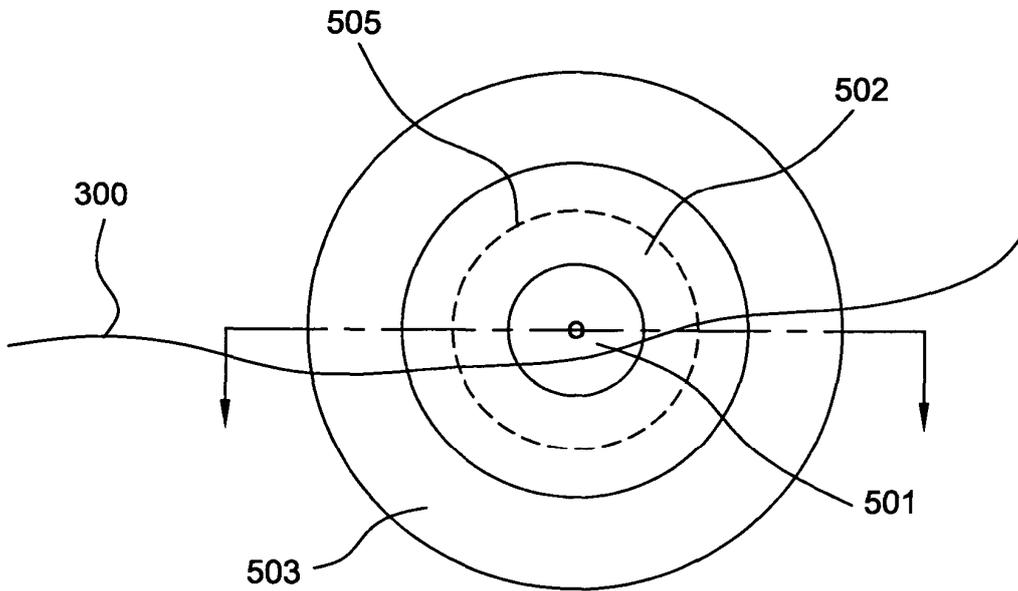


FIG.5B

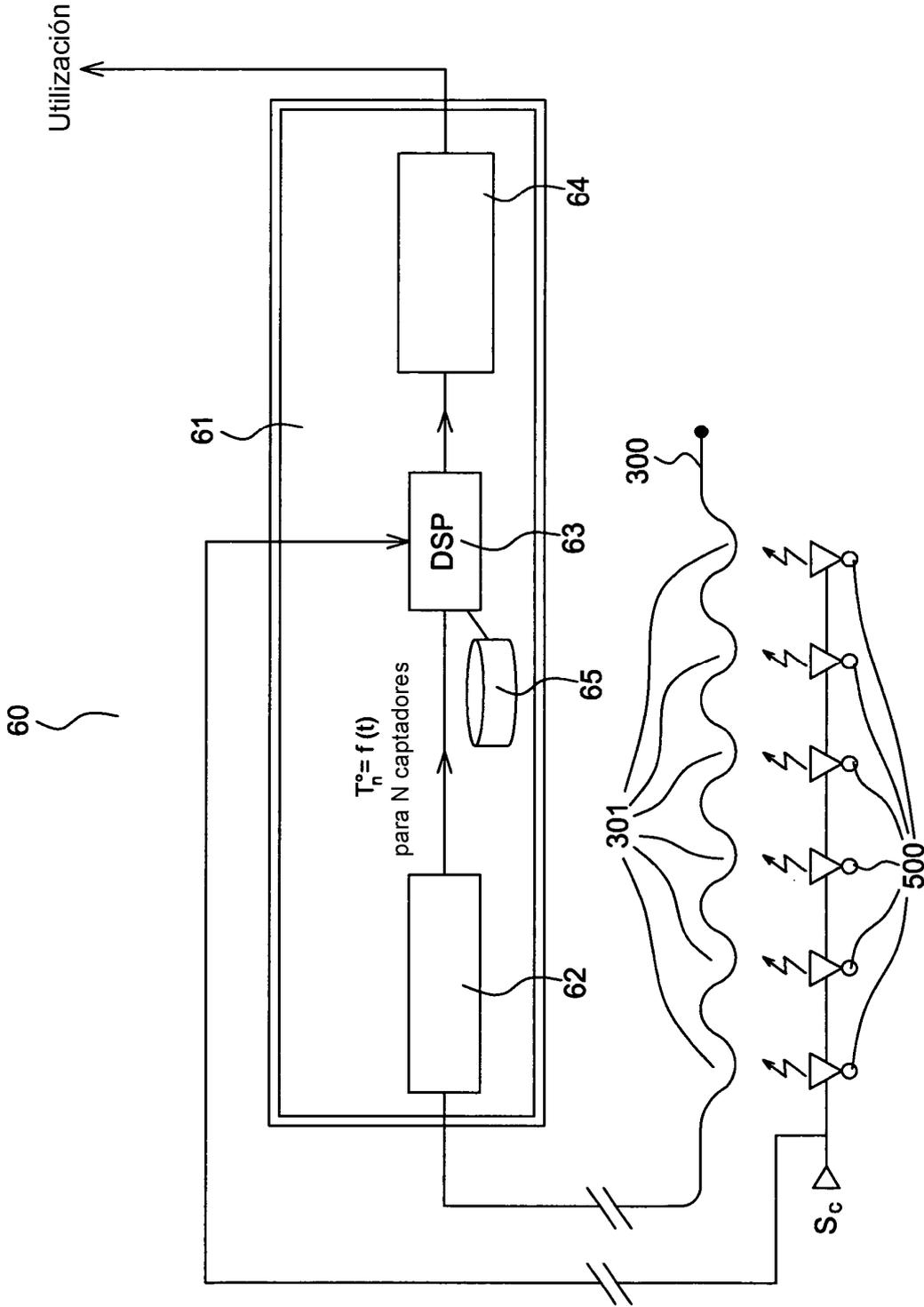


FIG.6