

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 1010435-6 A2**

(22) Data de Depósito: 17/11/2010
(43) Data da Publicação: 22/01/2013
(RPI 2194)



(51) *Int.Cl.:*

B64D 43/00

G01D 5/26

G01M 11/08

H04L 12/403

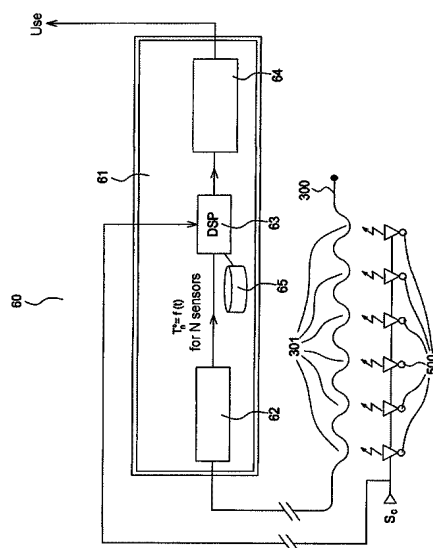
(54) **Título:** DISPOSITIVO PARA MONITORAÇÃO DE OPERAÇÃO CORRETA DE UMA PLURALIDADE DE DISPOSITIVOS, PARTICULARMENTE ATUADORES

(30) **Prioridade Unionista:** 17/11/2009 FR 0905509

(73) **Titular(es):** Thales

(72) **Inventor(es):** Philippe Guichard

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO PARA MONITORAR A OPERAÇÃO CORRETA DE UMA PLURALIDADE DE DISPOSITIVOS, NOTAVELMENTE ACIONADORES. Dispositivo de monitoração (60) para monitorar uma pluralidade de microacionadores (500), caracterizado pelo fato de compreender uma fibra ótica (300) compreendendo uma pluralidade de sensores (301), cada sensor (301) sendo colocado próximo a um microacionador (500) e tendo propriedades óticas variando como uma função de ao menos um parâmetro ambiental, o dispositivo de monitoração (60) compreendendo também um dispositivo de sondagem (62) compreendendo ao menos um transmissor/receptor para uma rede de fibra ótica, e meio de processamento (63) capaz de modular a frequência do sinal ótico transmitido pelo transmissor de modo a selecionar o sensor (301) próximo a um microacionador determinado (500), e de comparar o sinal ótico recebido com um gabarito característico da operação correta do microacionador (500), e de gerar um sinal resultante, representativo da operação correta do microacionador monitorado (500). A invenção tem aplicações no campo de monitoração da integridade de veículos, notavelmente de avião.



**DISPOSITIVO PARA MONITORAR A OPERAÇÃO CORRETA DE UMA
PLURALIDADE DE DISPOSITIVOS, NOTAVELMENTE ACIONADORES**

A presente invenção se refere a um dispositivo para monitorar a operação correta de uma pluralidade de dispositivos distribuídos em uma estrutura, notavelmente de acionadores. A mesma se aplica à monitoração da operação correta de itens de equipamento e de sistemas, aplicados notavelmente em veículos, e mais particularmente em avião.

Há, notavelmente no campo de transporte, um número crescente de sistemas externos compreendendo uma pluralidade de acionadores distribuídos em uma estrutura, algumas vezes em grandes números. O desenvolvimento de acionadores de dimensões cada vez menores permite uma melhor integração desses últimos e, portanto, um aumento em seu número dentro de um determinado sistema. No campo de aviação, por exemplo, é desejável que um número cada vez maior de acionadores de diversos tipos seja usado no avião para permitir um gerenciamento otimizado do voo por intermédio de ações precisamente localizadas. Os acionadores são ativados com base nas medições originadas a partir de uma pluralidade de sensores de parâmetros físicos. Esses conjuntos de sensores e acionadores participam no voo do avião mediante otimização da provisão de energia entre outras funções. Finalmente, um segundo conjunto de sensores monitora o estado de integridade do veículo em tempo real, normalmente denominada "monitoração da integridade"; nesse caso, os sensores participam na elevação da segurança do voo e nas operações de manutenção aperfeiçoadas. Portanto, uma asa de avião desenvolvida é projetada para conter um grande número de itens de

microequipamento disperso por toda a asa. Tal asa pode compreender especificamente uma pluralidade - várias dezenas ou mesmo centenas - de microacionadores possibilitando supervisionar os fluxos de ar em pontos exatos da superfície da asa. Desse modo, um fluxo de ar turbulento localizado em uma porção da superfície da asa, detectado por um sensor provido para essa finalidade, pode ser corrigido como um fluxo laminar, por intermédio de um ou mais microacionadores situados próximos.

Segue-se agora uma descrição dos tipos de acionador escolhidos como exemplos para descrever claramente a invenção: acionadores de limite-camada. A invenção pode ser aplicada com todos os tipos de acionadores conhecidos ou futuros, desde que os acionadores tenham um efeito físico cuja assinatura térmica e/ou acústica possa ser medida, como explicado em maior detalhe abaixo.

Os microacionadores mencionados acima, por exemplo, podem ser microacionadores de fluido, também conhecidos comumente pelo nome de Acionadores de Jato Sintéticos de Plasma ou pelo acrônimo correspondente "PSJA". Acionadores PSJA assumem a forma de pequenas cavidades contendo um plasma, um arco elétrico aquecendo o conteúdo da cavidade para produzir uma descarga do ar contido na cavidade, seguido por uma expansão. Os acionadores PSJA podem assumir a forma de componentes discretos, ou então a forma dos componentes do tipo de sistema microeletromecânico comumente denominado "MEMS", quer dizer componentes que são microusinados, por exemplo, de uma maneira coletiva com outros componentes ou circuitos.

Um acionador PSJA pode ser ativado periodicamente com

certa frequência com o propósito de emular um gerador de vórtice mecânico. O ar sai e então entra em um acionador PSJA de uma maneira alternada, o que desarranja o fluxo de ar nas suas proximidades, possibilitando reduzir a separação da camada limite. Também é possível citar os microacionadores piezoelétricos montados em conjuntos e distribuídos pela superfície da asa, que são capazes de gerar uma deformação da superfície da asa mediante solicitação.

Também é possível citar os microacionadores baseados em micromotor MEMS, ou então acionadores de liga de memória de formato ou acionadores do tipo músculos artificiais.

Deve-se observar que um sistema pode compreender uma pluralidade de itens de equipamento de um dos tipos anteriormente mencionados, mas igualmente uma pluralidade heterogênea de sensores de vários tipos.

É desejável, por exemplo, para uma asa compreendendo uma pluralidade de microacionadores dos tipos anteriormente mencionados, que a falha parcial ou total de cada um dos acionadores possa ser detectada. Especificamente, a falha de um único acionador pode ter consequências desastrosas com relação ao fluxo aerodinâmico em torno da superfície total da asa, um efeito de contaminação sendo capaz de rapidamente estender um fluxo turbulento inicialmente localizado para a totalidade da superfície da asa.

É possível fixar em cada microacionador um dispositivo de monitoração integrado medindo diretamente a operação correta do acionador. Não obstatentemente, tal solução pode ser prejudicial na prática, porque:

1) ela supões uma complexidade crescente dos

microacionadores;

2) tal complexidade crescente traz notavelmente com ela um custo excessivo da função de monitoração em relação ao custo do microssistema no qual ela é adaptada;

5 3) a adição de um dispositivo de monitoração, integrado, pode ser prejudicial em termos de exigência de espaço, o dispositivo de monitoração necessariamente proporcionando uma exigência de espaço significativa;

10 4) do mesmo modo, a adição de um dispositivo de monitoração a cada microacionador que é prejudicial para desempenho de voo do avião;

5) cada dispositivo de monitoração tem que ser acionado;

15 6) em todo caso, é necessário utilizar um sistema de conexão que seja feito de forma mais complexa para conectar cada dispositivo de monitoração eletricamente e funcionalmente ao microacionador associado, e os microssistemas assim formados com um dispositivo de gerenciamento centralizado;

20 7) cada dispositivo de monitoração tem uma suscetibilidade com relação ao meio ambiente;

25 8) a qualidade de cobertura do teste por intermédio do dispositivo de monitoração integrado é normalmente limitada, apenas alguns elementos do acionador sendo monitorados mais propriamente do que o curso efetivo de sua ação por intermédio de suas consequências físicas.

Um objetivo da presente invenção é o de aliviar ao menos os empecilhos anteriormente mencionados, mediante proposição de um dispositivo de monitoração possibilitando
30 diagnosticar a operação correta de uma pluralidade de itens

de equipamento tais como acionadores, o dispositivo de monitoração sendo não apenas simples como também não muito exigente com relação ao peso do sistema no qual ele é usado.

5 Uma vantagem da invenção é que o dispositivo de monitoração é comum a uma pluralidade de itens de equipamento; esses itens de equipamento sendo igualmente capazes de ser do mesmo tipo que os tipos heterogêneos.

10 Outra vantagem da invenção é que o dispositivo de monitoração não impõe falta adicional de robustez em relação ao ambiente térmico, mecânico e elétrico do sistema no qual ele é usado.

15 Ainda outra vantagem da invenção é que o dispositivo de monitoração não proporciona perda de confiabilidade com relação ao sistema no qual ele é usado.

 Outra vantagem da invenção está no fato de que o dispositivo de monitoração possibilita garantir boa cobertura dos modos de falha dos microacionadores aos quais ele é associado.

20 Consequentemente, o objetivo da invenção é um dispositivo de monitoração para monitorar uma pluralidade de microacionadores, caracterizado em que ele compreende uma fibra ótica compreendendo uma pluralidade de sensores, cada sensor sendo colocado próximo a um microacionador, e
25 tendo propriedades óticas que variam como uma função de ao menos um parâmetro ambiental, o dispositivo de monitoração compreendendo também um dispositivo de sondagem para uma rede de fibras óticas compreendendo ao menos um transmissor e um receptor, e meio de processamento capaz de modular a
30 frequência do sinal ótico transmitido pelo transmissor de

modo a selecionar o sensor próximo a um determinado microacionador, e de comparar o sinal ótico recebido com uma característica padrão da operação correta do microacionador.

5 De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado em que a fibra ótica é do tipo monomodo, e os sensores consistem em uma rede de sensores de fibras óticas utilizando redes de interferência Bragg, o meio de processamento comparando o
10 sinal ótico recebido com uma assinatura térmica do microacionador.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado em que a fibra ótica é do tipo monomodo, e os sensores são formados por
15 uma rede Bragg, o meio de processamento comparando o sinal ótico recebido com uma assinatura de pressão do microacionador.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado em que os
20 microacionadores são microacionadores de jato sintético de plasma.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que os microacionadores de jato sintético de plasma compreendem
25 dois eletrodos planares; feitos em qualquer um dos lados de um substrato dielétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que a fibra ótica é colocada na estrutura do substrato
30 dielétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que a fibra ótica é feita em uma cavidade formada no substrato dielétrico, o sensor sendo feito mediante camadas depositadas de material formando as bordas de uma rede de interferência.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que os microacionadores são acionadores do tipo piezoelétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que os microacionadores são micromotores.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que microacionadores são acionadores de liga de memória de formato.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que os microacionadores são acionadores do tipo de músculo artificial.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de que os microacionadores formam uma população não uniforme de acionadores de tipos diferentes entre os seguintes tipos: microacionadores de jato sintético de plasma, acionadores piezoelétricos, micromotores, acionadores de liga de memória de formato, músculos artificiais.

De acordo com uma modalidade da invenção, o dispositivo de monitoração é caracterizado pelo fato de compreender meio de sincronização para sincronizar a

análise comparativa dos sinais com os comandos de acionamento dos microacionadores.

Um objetivo adicional da presente invenção é uma asa de avião, caracterizada em que um dispositivo de monitoração conforme descrito acima monitora uma pluralidade de acionadores colocados na superfície da asa, os sensores colocados ao longo da fibra ótica colocada no material da asa, cada um dos sensores sendo colocado próximo a um acionador.

Outras características e vantagens da invenção aparecerão a partir da leitura da descrição, fornecida como um exemplo, feita com relação aos desenhos anexos os quais representam:

- A Figura 1, uma série de vistas em seção de um microacionador PSJA em várias fases características de sua operação;

- A Figura 2, uma curva ilustrando a assinatura térmica característica da operação correta de um microacionador;

- Figura 3, uma vista em seção ilustrando posicionamento de um sensor unitário com relação a um microacionador PSJA, em uma modalidade exemplar da invenção;

- Figuras 4A e 4B, respectivamente uma vista em seção e uma vista superior ilustrando o posicionamento de uma pluralidade de sensores unitários com relação a uma pluralidade de microacionadores PSJA, em uma modalidade exemplar da invenção;

- Figuras 5A e 5B, o posicionamento de um sensor unitário com relação a um microacionador PSJA microusinado

em uma modalidade exemplar da invenção, respectivamente em uma vista em seção lateral e uma vista superior;

- Figura 6, como um diagrama de blocos, um diagrama ilustrando um dispositivo de monitoração de acordo com uma modalidade exemplar da invenção.

A presente invenção utiliza uma assinatura que pode ser considerada por intermédio da medição de parâmetros fixos que são característicos da operação dos acionadores monitorados.

Dispositivos para detectar anomalias de operação de um dispositivo; que utilizam a detecção de característica de fenômenos físicos do mau funcionamento do dispositivo, por exemplo, vibrações anormais; são conhecidos por si próprios. Essa monitoração é de uma natureza contínua.

O dispositivo de acordo com a invenção utiliza uma comparação da consequência física esperada após a operação do acionador com a consequência física que é efetivamente medida. "Consequência física" é entendida como a mudança em parâmetros físicos tal como temperatura ou a vibração característica nas proximidades imediatas do acionador. Essa comparação é feita sempre que o acionador é colocado em operação.

O dispositivo de acordo com a invenção utiliza uma rede de sensores possibilitando a monitoração de uma pluralidade de acionadores independentemente uns dos outros.

O dispositivo de acordo com a invenção compreende, por exemplo, uma unidade para processar as medições da rede de sensores que garante a operação dos sensores por um lado, o processamento das medições de modo a fornecer informação

sobre a operação correta, por outro lado. A unidade de processamento compreende, por exemplo, um módulo para a aquisição de sinais originados a partir dos sensores, um módulo de processamento de sinal, um módulo de transmissão.

5 A unidade de processamento é de qualquer tecnologia conhecida para esse tipo de equipamento.

A rede de sensores de acordo com a invenção pode consistir em sensores elétricos convencionais de tipo conhecido ou, preferivelmente, de sensores de uma natureza
10 ótica. A técnica anterior revela sensores arranjados em uma fibra ótica na qual as redes de interferência conhecidas como "redes Bragg" são formadas. Uma única fibra pode de uma maneira conhecida compreender vários sensores formando uma rede, os sensores também sendo conhecidos como "nós",
15 ou então "sensor-nós". Um dispositivo de monitoração de acordo com a invenção pode compreender tal fibra ótica ao longo da qual são distribuídos os nós formando os sensores. Cada um desses nós corresponde a um microacionador a ser monitorado. Tal sensor de tipo conhecido possibilita tratar
20 os nós de forma independente.

A Figura 1 mostra uma série de vistas em seção de um microacionador PSJA em diversas fases características de sua operação.

No exemplo ilustrado pela Figura 1, um microacionador
25 PSJA 100 mostrado nas três fases 11, 12, 13 características de sua operação compreende uma cavidade 101 circundada por um induzido 102, coberto por um primeiro eletrodo 103 no qual é feito um orifício 104, o fundo do induzido 102 sendo atravessado por um segundo eletrodo 105 aparecendo através
30 da parte inferior da cavidade 101.

Durante a primeira fase 11, um depósito de energia é feito mediante aplicação de uma diferença considerável de potenciais entre o primeiro eletrodo 103 e o segundo eletrodo 105. O ar contido na cavidade 101 é assim aquecido.

Durante a segunda fase 12, uma diferença potencial é aplicada entre o primeiro eletrodo 103 e o segundo eletrodo 105. O gradiente elétrico assim presente no volume incluído na cavidade 101 faz com que o ar ionizado (ou plasma) seja ejetado através do orifício 104.

Durante a terceira fase 13, nenhuma diferença de potenciais é aplicada entre o primeiro eletrodo 103 e o segundo eletrodo 105, e o volume incluído na cavidade 101 reCompleta com ar não ionizado cuja temperatura é substancialmente a temperatura ambiente.

A Figura 2 mostra uma curva ilustrando a característica de assinatura térmica da operação correta de um microacionador.

A curva mostra um exemplo da mudança em temperatura em um microacionador 100, com referência à Figura 1, como uma função de tempo, durante um ciclo de operação do microacionador 100.

Deve-se observar que a primeira fase 11 da operação do microacionador 100, com referência à Figura 1, é acompanhada por um aumento na temperatura do ar contido na cavidade 101; a temperatura então segue tipicamente uma redução durante a segunda e terceira etapas 12, 13. Similarmente, a pressão do ar contido na cavidade 101 experimenta uma mudança similar durante as três fases 11, 12, 13. Portanto, em operação, um microacionador PSJA 100

apresenta mudanças características na temperatura e na pressão do ar contido na cavidade 101. Em seguida, essas mudanças características em temperatura e pressão são respectivamente denominadas assinatura térmica e assinatura de pressão. Da mesma maneira, os acionadores de outros tipos aos quais se aplica a invenção têm assinaturas características em operação. Qualquer operação atípica de um acionador, por exemplo, no caso de falha, resulta em uma assinatura que difere da assinatura característica de sua operação correta.

A presente invenção propõe detectar a assinatura térmica ou a assinatura de pressão de um acionador e comparar a mesma com a assinatura característica de sua operação correta. A assinatura térmica pode ser detectada mediante transmissão de calor nas paredes e no ambiente imediato da estrutura acomodando o acionador. A assinatura de pressão pode ser detectada por transmissão vibratória ou acústica através da estrutura do acionador e do ambiente imediato da estrutura acomodando o acionador. Isso é denominado assinatura vibratória ou acústica.

A assinatura térmica ou vibratória de operação correta de um acionador pode ser caracterizada antecipadamente, e um gabarito pode ser definido. Esse gabarito pode ser armazenado em uma unidade dedicada para cada acionador ou cada tipo de acionador. Um exemplo de estrutura global de um dispositivo de monitoração é descrito em detalhe abaixo com referência à Figura 6.

Em uma modalidade preferida exemplar da invenção, sensores óticos podem ser colocados ao longo de uma fibra ótica denominada fibra de rede Bragg. Uma fibra de rede

Bragg é conhecida por si a partir da técnica anterior. A operação desse tipo de sensor é conhecida por si e consequentemente não é descrita em detalhe na presente descrição. As características que são importantes para os propósitos da invenção para esse tipo de sensor são:

- os nós sensíveis ou nós sensores, quer dizer os sensores independentes colocados ao longo da fibra ótica, devem ser individualmente acessíveis mediante processamento do sinal a partir de um dispositivo de sondagem;

- os nós sensíveis e a fibra ótica a partir do dispositivo de sondagem devem ser de uma natureza ótica sem ocorrência de fenômenos de condução elétrica;

- os nós sensíveis, por exemplo, podem ser sensíveis à temperatura ou às vibrações, dependendo de suas geometrias e de suas estruturas de acomodação.

Por exemplo, uma fibra ótica monomodo compreende redes de interferência gravadas na mesma, na forma de bordas cada uma das quais reflete um comprimento de onda específico muito exato. Tais redes de interferência são extremamente sensíveis notavelmente às variações em temperatura; especificamente, se a fibra ótica estiver localmente esticada ou contraída, a distância entre as bordas é respectivamente reduzida ou aumentada, e o comprimento de onda refletido é conformemente modificado.

Se cada nó sensível da fibra ótica for mantido em um sistema que sustenta poucas tensões, por exemplo, embutido na estrutura da asa, a causa principal de seu esticamento ou contração é a variação em temperatura.

Um dispositivo de monitoração, por exemplo, pode compreender um emissor de laser emitindo na fibra ótica ao

longo da qual os sensores formando uma rede Bragg estão colocados. A emissão pode ser obtida através de uma determinada faixa de comprimentos de onda; uma sondagem pode ser então realizada mediante variação da frequência do laser. Desse modo, um estudo do tempo de propagação pode possibilitar localizar exatamente a posição na qual a onda é refletida ao longo da fibra ótica e, portanto, o nó sensor a partir do qual um sinal é detectado. Uma análise do sinal ótico recebido por um receptor possibilita quantificar as variações em temperatura nesse sensor. Um determinado sensor pode ser selecionado por intermédio de uma escolha criteriosa da frequência de laser, uma frequência do feixe de laser sendo capaz de ser refletida pelo sensor escolhido, enquanto todos os outros sensores são transparentes ao mesmo.

Deve ser observado que, de uma maneira similar, é possível quantificar, se necessário por intermédio de filtros específicos, transdutores e/ou amplificadores, variações na pressão ou então ondas acústicas ou eletromagnéticas, ou até mesmo deformações mecânicas. Vantajosamente, portanto, é possível realizar a monitoração de uma população não uniforme de itens de equipamento por intermédio de um dispositivo conforme descrito acima. Preferivelmente, os nós sensores devem ser colocados nas proximidades imediatas dos acionadores ou outros itens de equipamento a serem monitorados, de modo que a atenuação do sinal a ser medido é tão pequena quanto possível, como na constante de tempo associada com o tempo de propagação de sinal. "Proximidade imediata" nesse caso significa uma distância que corresponde a uma atenuação aceitável para a

detecção e localização da propagação térmica ou acústica, dependendo do tipo escolhido de assinatura.

Também é possível que os sensores sejam de outro tipo, por exemplo, elétricos ou piezoelétricos. Portanto, o
5 dispositivo de acordo com a invenção também pode ser feito com um conjunto de termômetros elétricos convencionais.

Exemplos de posicionamento de uma fibra ótica próxima aos acionadores, ou em uma rede de acionadores, são ilustrados pelas Figuras 3 a 5.

10 A Figura 5 mostra uma vista em seção, em perspectiva, ilustrando o posicionamento de um sensor unitário com relação a um microacionador PSJA em uma modalidade exemplar da invenção.

No exemplo ilustrado pela Figura 3, uma fibra ótica
15 300 pode ser colocada sob o microacionador 100 de modo que um nó sensor 301 se estende em torno da cavidade 101 enquanto permanecendo próximo a ela. Essa modalidade, por exemplo, permite fácil manutenção com a possibilidade de substituição de um microacionador defeituoso 100, a fibra
20 300 permanecendo no lugar, e sendo, por exemplo, embutida em uma estrutura de acomodação.

Em uma modalidade alternativa, também é possível que a fibra 300 seja colocada na estrutura do primeiro eletrodo do microacionador 100.

25 As Figuras 4A e 4B mostram respectivamente uma vista em seção e uma vista superior ilustrando o posicionamento de uma pluralidade de sensores unitários com relação a uma pluralidade de microacionadores PSJA em uma modalidade exemplar da invenção.

30 No exemplo ilustrado pela Figura 4a, uma porção da

superfície de sucção 400 de uma asa de avião é mostrada em uma vista em seção lateral. Um microacionador PSJA pode ser embutido na estrutura da asa de modo que seu orifício 104 esteja disposto de tal modo que o leve fluxo de ar expelido pelo microacionador forma um ângulo α com a tangente em relação à superfície da asa.

A fibra ótica 300 pode ser embutida na estrutura da asa, e um nó de sensor pode ser colocado próximo ao microacionador se estendendo em torno do orifício 104.

Conforme ilustrado pela Figura 4b, vários microacionadores podem ser colocados, por exemplo, em uma linha reta, ao longo da superfície de sucção da asa. A mesma fibra ótica 300 pode ser colocada de modo a apresentar nós de sensor próximos a cada um dos orifícios 104 dos diversos microacionadores enquanto se estendendo em torno dos orifícios 104.

As Figuras 5a e 5b mostram respectivamente uma vista em seção e uma vista superior ilustrando o posicionamento de um sensor unitário com relação a um microacionador PSJA microusinado em uma modalidade exemplar da invenção.

Com referência à Figura 5a, um microacionador PSJA 500 também pode, de acordo com uma técnica da arte anterior conhecida por si, ser feito utilizando uma técnica de microusinagem por intermédio de duas camadas de metal formando dois eletrodos anulares 503 e 505, respectivamente, acima e abaixo de um substrato dielétrico 501.

Com referência à Figura 5b, os eletrodos 503 e 505 podem ser dois anéis planares cujos centros são alinhados em um eixo vertical. Ar ionizado ou plasma pode ser então

incluído em uma zona 502 situado acima da superfície do substrato 501, que é substancialmente anular, e situada dentro do primeiro eletrodo anular 503 e acima do segundo eletrodo anular 505.

5 Então é possível colocar a fibra ótica 300 de modo que um nó de sensor esteja situado próximo a uma zona 502 ocupada pelo plasma: por exemplo, mediante introdução da fibra no substrato dielétrico 501, ou mediante inclusão da mesma na estrutura situada abaixo do substrato dielétrico 10 501, o qual pode, por exemplo, ser a estrutura de uma asa de avião.

Em uma modalidade da invenção, a fibra ótica 300 também pode ser feita diretamente dentro do substrato dielétrico 501, por exemplo, por intermédio de uma cavidade 15 na qual camadas de material são microdepositadas formando bordas de uma rede de interferência para formar a pluralidade de sensores.

A Figura 6 mostra, como um diagrama de blocos, um diagrama ilustrando um dispositivo de monitoração de acordo 20 com uma modalidade exemplar da invenção.

Em uma modalidade exemplar preferida da invenção, um dispositivo de monitoração 60 pode compreender uma unidade de processamento 61. A unidade de processamento 61 pode compreender um dispositivo de sondagem optoeletrônico 62 25 compreendendo, por exemplo, um emissor, não mostrado na figura, emitindo um feixe de laser na fibra ótica 300. A fibra ótica 300 compreende, no exemplo ilustrado pela figura, vários nós de sensor 301 formando uma rede Bragg, cada um dos nós de sensor sendo colocado próximo aos 30 microacionadores 500. O dispositivo de sondagem 62 também

pode compreender um receptor não mostrado na figura. O dispositivo de sondagem 62 pode ser conectado a um dispositivo de processamento de sinal ou "DSP" 63. Vantajosamente, o DSP 63 é conectado a um dispositivo de processamento e diagnóstico 64 capaz de se comunicar com um sistema central para monitorar o sistema no qual ele é incorporado, permitindo, por exemplo, que um usuário visualize os alarmes no caso de mau funcionamento. O DSP 63 notavelmente possibilita que se estabeleça uma comparação entre os sinais recebidos, os quais são representativos das assinaturas dos itens de equipamento colocados próximos aos nós de sensor 301, e os gabaritos de referência característicos de sua operação correta, para gerar um sinal representativo da operação correta desse último. Os gabaritos de referência, por exemplo, podem ser armazenados em um banco de dados 65 se comunicando com o DSP 63.

Vantajosamente, o dispositivo de monitoração 60 compreende meios para sincronizar a análise comparativa dos sinais com os comandos para acionar os microacionadores 500, esses comandos sendo representados por um sinal de comando Sc. O meio para sincronizar a análise comparativa dos sinais, por exemplo, pode ser implementado no DSP 63. Especificamente, é possível conhecer antecipadamente os microacionadores para os quais a operação correta deve ser monitorada, uma vez que os microacionadores são comandados tipicamente por um dispositivo de comando.

A modalidade da análise comparativa entre a assinatura de referência armazenada e a assinatura medida é de qualquer tipo conhecido, por exemplo, um gabarito de forma de onda, ou processamento de sinal digital mediante

transformada de Fourier, ou qualquer outro método conhecido.

A modalidade descrita tem a vantagem de não acrescentar complexidade ao sistema de acionador monitorado introduzindo elementos adicionais muito simples: a fibra 5 ótica 300 e a unidade de processamento 61. O primeiro empecilho mencionado anteriormente da técnica anterior, quer dizer o empecilho associado à complexidade crescente é assim resolvido.

10 A modalidade descrita oferece a vantagem de um preço total reduzido para aquele do sensor de fibra; o segundo empecilho anteriormente mencionado da técnica anterior, quer dizer o empecilho associado ao custo é assim resolvido.

15 A modalidade descrita também oferece a vantagem de uma exigência de espaço total reduzida àquela do sensor de fibra; particularmente, a exigência de espaço situada próximo aos acionadores é reduzida para a fibra; o terceiro empecilho anteriormente mencionado da técnica anterior, 20 quer dizer o empecilho associado à exigência de espaço é assim resolvido. Da mesma maneira, o quarto empecilho, quer dizer o empecilho associado ao peso é resolvido, particularmente na zona dos acionadores.

O consumo de energia para o dispositivo como um todo, 25 de acordo com a invenção, é minimizado pela natureza multiplexada em tempo dos sensores de rede Bragg; o quinto empecilho anteriormente mencionado, quer dizer o empecilho associado ao consumo de energia é assim resolvido.

Deve-se observar que apenas o modo de falha de cada nó 30 de um dispositivo de monitoração 60 de uma natureza ótica,

conforme descrito acima, é a quebra total ou parcial da fibra ótica 300. Tal quebra não tem efeito funcional sobre o sistema no qual o dispositivo de monitoração 60 é incorporado. Portanto, a perda de confiabilidade provida pelo dispositivo de monitoração 60 é zero com relação ao sistema no qual ele é incorporado. O sétimo empecilho mencionado anteriormente da técnica anterior, associado à perda em relação à confiabilidade dos acionadores, é assim resolvido.

Além disso, a natureza ótica dos sensores de rede Bragg torna esse último imune aos ambientes térmico e elétrico e aos impactos e vibrações quando esses últimos são mantidos apropriadamente no sistema nos quais eles são incorporados; quer dizer, por exemplo, no caso de uma asa de avião: porque esses últimos são embutidos na estrutura da asa de uma maneira apropriada. O sexto empecilho anteriormente mencionado da técnica anterior, associado à suscetibilidade, é assim resolvido.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de monitoração (60) para monitorar uma pluralidade de microacionadores (500), caracterizado por compreender uma fibra ótica (300) compreendendo vários
5 sensores (301), cada sensor (301) sendo colocado próximo a um microacionador (500), e tendo propriedades óticas que variam como uma função de pelo menos um parâmetro ambiental, o dispositivo de monitoração (60) compreendendo também um dispositivo de sondagem (62) para uma rede de
10 fibras óticas compreendendo pelo menos um transmissor e um receptor, e meio de processamento (63) capaz de modular a frequência do sinal ótico transmitido pelo transmissor de modo a selecionar o sensor (301) próximo a um determinado microacionador (500), e de comparar o sinal ótico recebido
15 com uma característica de gabarito da operação correta do microacionador (500).

2. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fibra ótica (300) é do tipo monomodo, e os sensores (301)
20 consistem em uma rede de sensores de fibra ótica utilizando redes de interferência Bragg, o meio de processamento (63) comparando o sinal ótico recebido com uma assinatura térmica do microacionador (500).

3. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fibra ótica (300) é do tipo monomodo, e os sensores (301) são
25 formados por uma rede Bragg, o meio de processamento (63) comparando o sinal ótico recebido com uma assinatura e pressão do microacionador (500).

30 4. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com

qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que os microacionadores são microacionadores de jato sintético de plasma (100, 500).

5 5. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que os microacionadores de jato sintético de plasma (100, 500) compreendem dois eletrodos planares (503, 505) feitos em qualquer um dos lados de um substrato dielétrico (501).

10 6. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a fibra ótica (300) é colocada na estrutura do substrato dielétrico (501).

15 7. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a fibra ótica (300) é feita em uma cavidade formada no substrato dielétrico, o sensor (301) sendo feito por intermédio de camadas depositadas de material formando as bordas de uma rede de interferência.

20 8. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que os microacionadores (500) são acionadores do tipo piezoelétrico.

25 9. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que os microacionadores (500) são micromotores.

30 10. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que os microacionadores (500) são acionadores de liga de memória de formato.

11. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que os microacionadores (500) são acionadores do tipo músculo artificial.

5 12. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que os microacionadores (500) formam uma população não uniforme de acionadores de tipos diferentes entre os seguintes tipos: microacionadores de jato
10 sintético de plasma, acionadores piezoelétricos, micromotores, acionadores de liga de memória de formato, músculos artificiais.

13. Dispositivo de monitoração (60), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
15 10, 11 ou 12, caracterizado por compreender meio de sincronização (63) para sincronizar a análise comparativa dos sinais com os comandos de acionamento dos microacionadores (500).

14. Asa de avião, caracterizada pelo fato de que um
20 dispositivo de monitoração (60), definido em qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ou 13, monitora uma pluralidade de acionadores colocados na superfície da asa, sendo os sensores (301) colocados ao longo da fibra ótica (300) colocada no material da asa,
25 cada um dos sensores sendo colocado próximo a um acionador.

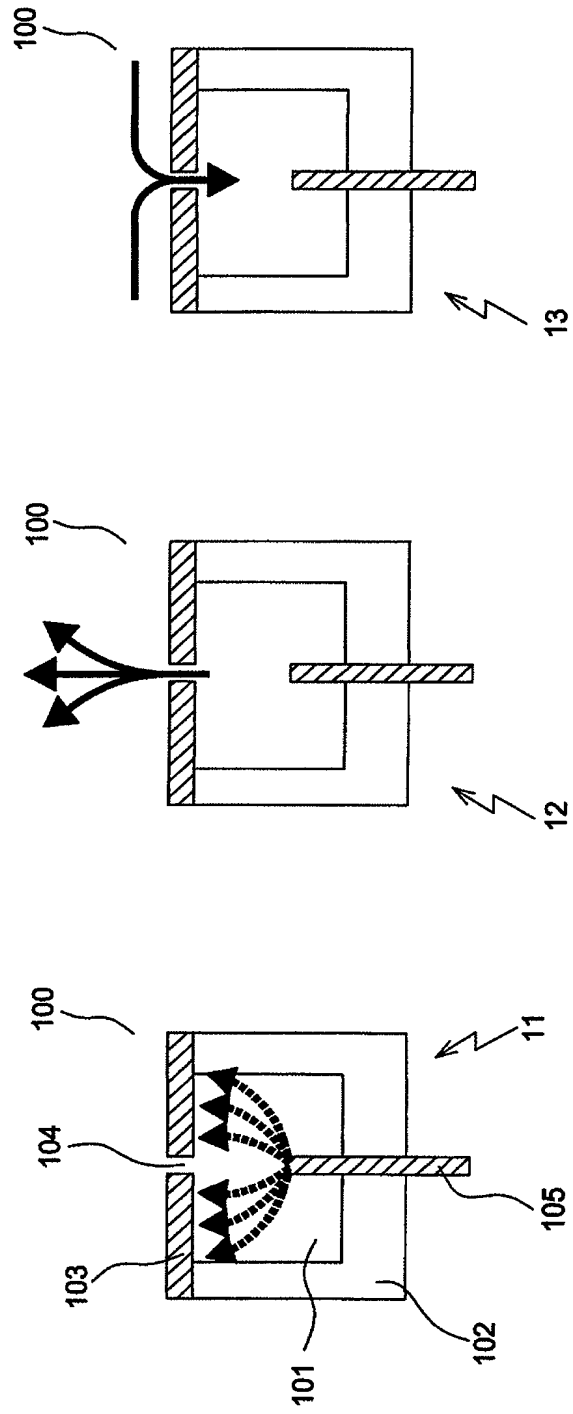
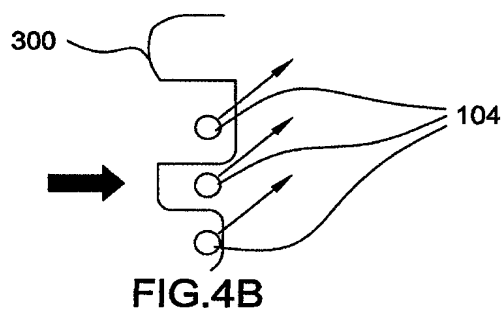
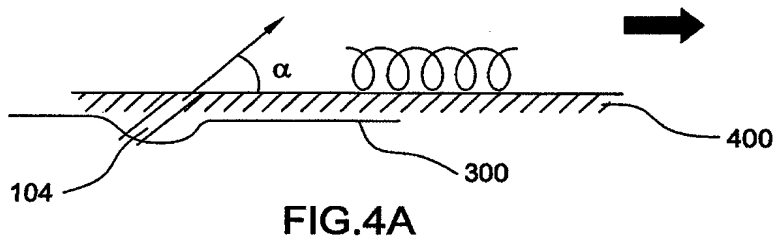
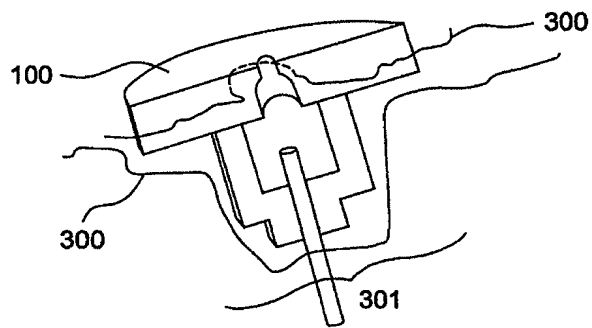
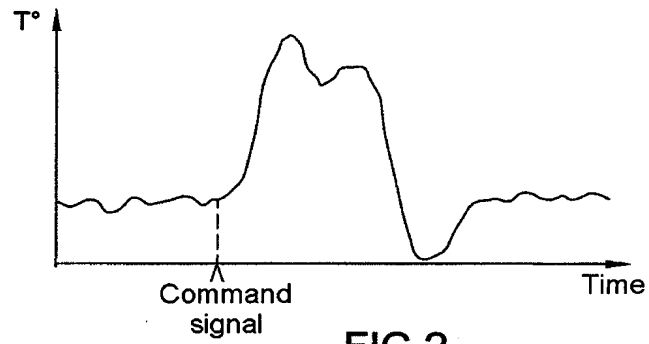


FIG.1



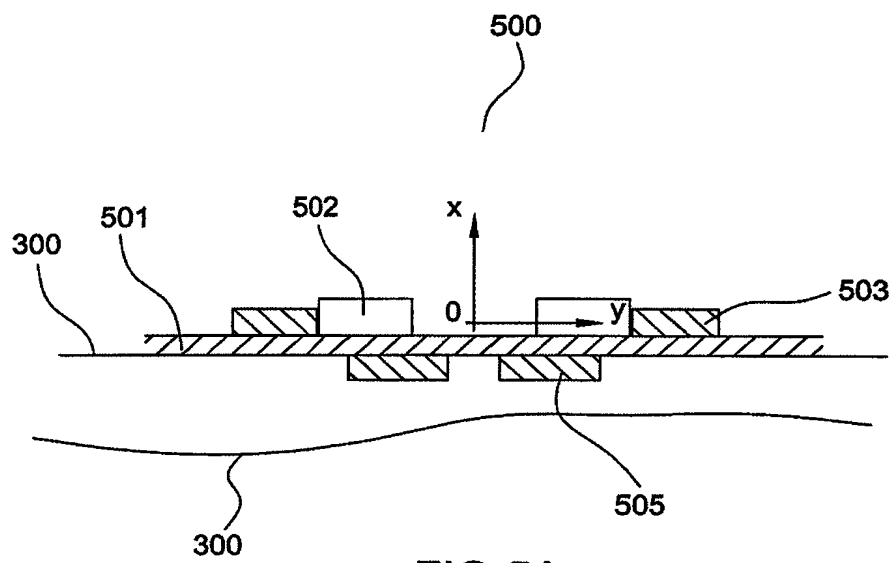


FIG. 5A

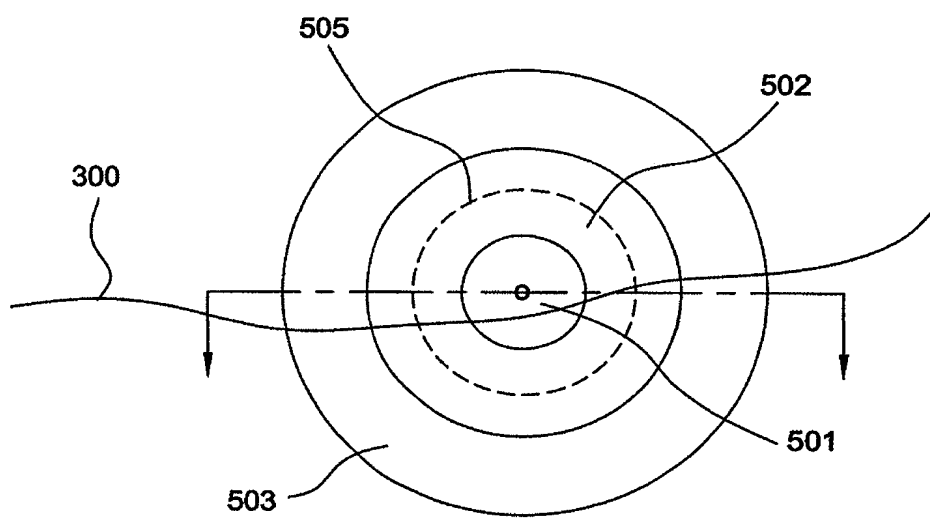


FIG. 5B

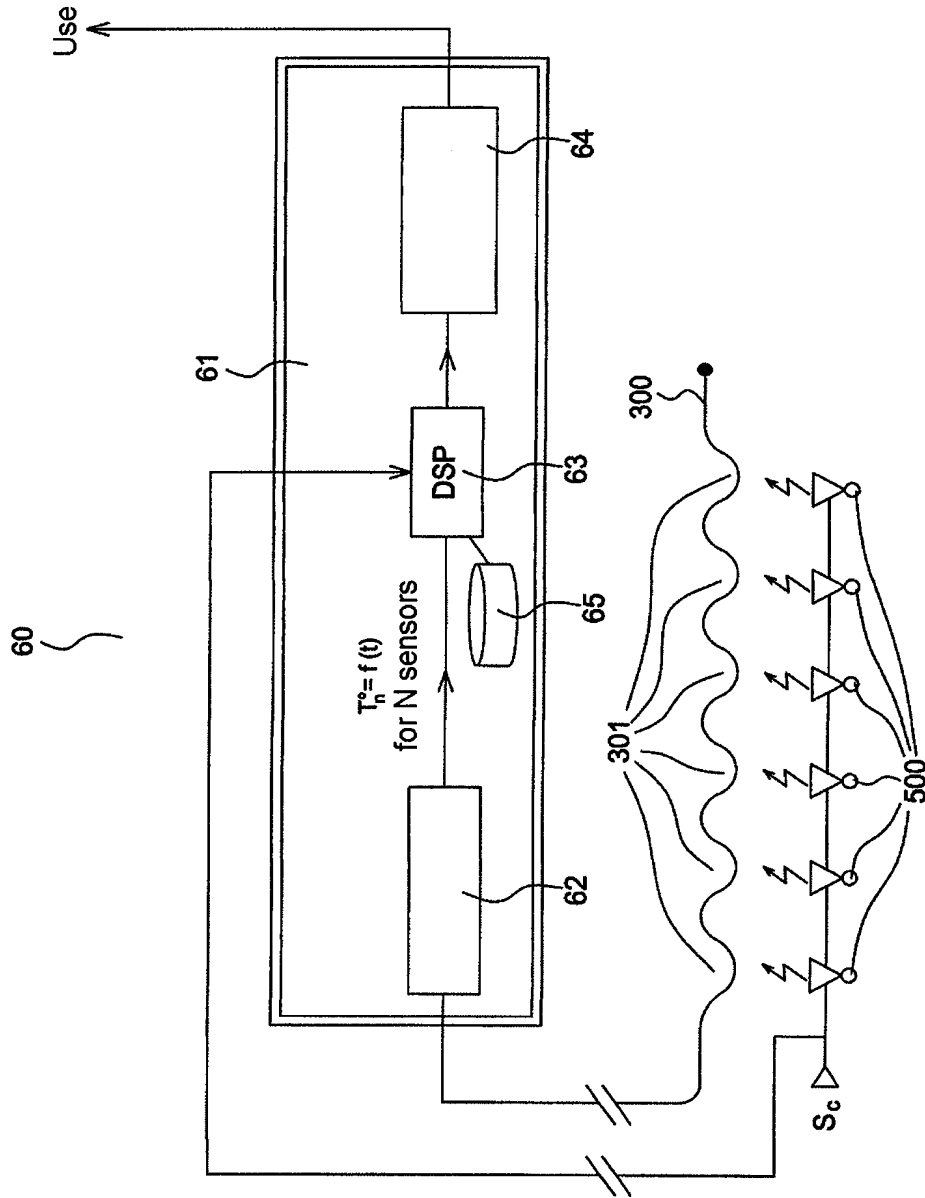


FIG.6

RESUMO**DISPOSITIVO PARA MONITORAR A OPERAÇÃO CORRETA DE UMA
PLURALIDADE DE DISPOSITIVOS, NOTAVELMENTE ACIONADORES**

Dispositivo de monitoração (60) para monitorar uma
5 pluralidade de microacionadores (500), caracterizado pelo
fato de compreender uma fibra ótica (300) compreendendo uma
pluralidade de sensores (301), cada sensor (301) sendo
colocado próximo a um microacionador (500) e tendo
propriedades óticas variando como uma função de ao menos um
10 parâmetro ambiental, o dispositivo de monitoração (60)
compreendendo também um dispositivo de sondagem (62)
compreendendo ao menos um transmissor/receptor para uma
rede de fibra ótica, e meio de processamento (63) capaz de
modular a frequência do sinal ótico transmitido pelo
15 transmissor de modo a selecionar o sensor (301) próximo a
um microacionador determinado (500), e de comparar o sinal
ótico recebido com um gabarito característico da operação
correta do microacionador (500), e de gerar um sinal
resultante, representativo da operação correta do
20 microacionador monitorado (500). A invenção tem aplicações
no campo de monitoração da integridade de veículos,
notavelmente de avião.