

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2008.11.11	(73) Titular(es): AGUSTAWESTLAND S.P.A.	
(30) Prioridade(s):	VIA GIOVANNI AGUSTA 520 FRAZIONE	
(43) Data de publicação do pedido: 2010.05.12	CASCINA COSTA 21017 SAMARATE	IT
(45) Data e BPI da concessão: 2012.10.17 245/2012	(72) Inventor(es): FABIO NANNONI	IT
	DANTE BALLERIO	IT
	PIERRE ABDEL NOUR	IT
	(74) Mandatário: MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA	
	RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **ROTOR DE HELICÓPTERO**

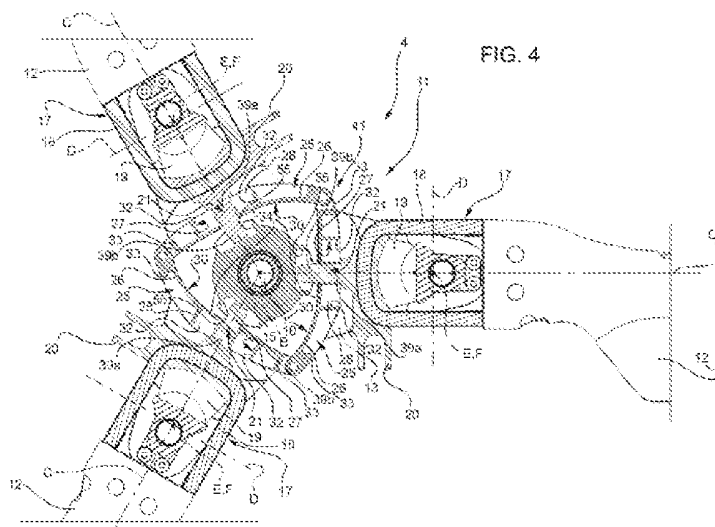
(57) Resumo:

UM ROTOR (4, 4') PARA UM HELICÓPTERO (1) TENDO UM VEIO DE IMPULSÃO (10) QUE RODA EM TORNO DE UM PRIMEIRO EIXO (B); UM CUBO (11) QUE ANGULARMENTE FAZ PARTE INTEGRANTE DO VEIO DE IMPULSÃO EM TORNO DO PRIMEIRO EIXO (B); E PELO MENOS DUAS PÁS (12) QUE SE PROLONGAM AO LONGO DOS SEGUNDOS EIXOS RESPETIVOS (C) NA DIREÇÃO TRANSVERSAL EM RELAÇÃO AO PRIMEIRO EIXO (B); SENDO CADA PÁ (12) MÓVEL EM RELAÇÃO AO CUBO (11) E ÀS OUTRAS PÁS (12) EM TORNO DOS QUARTOS EIXOS RESPETIVOS (E) EM PARALELO AO PRIMEIRO EIXO (B), EM TORNO DO SEGUNDO EIXO RESPETIVO (C) E EM TORNO DE UM RESPETIVO TERCEIRO EIXO (D) NA DIREÇÃO TRANSVERSAL EM RELAÇÃO AOS PRIMEIRO E SEGUNDO EIXOS (B, C); UM NÚMERO DE PRIMEIROS AMORTECEDORES (25, 25') PARA AMORTECER AS VIBRAÇÕES ASSOCIADAS COM PELO MENOS A OSCILAÇÃO DAS PÁS RELATIVAS (12) EM TORNO DOS RESPETIVOS QUARTOS EIXOS (E); ESTANDO OS PRIMEIROS AMORTECEDORES (25, 25') LIGADOS UM AO OUTRO E CADA UM A UMA PÁ RELATIVA (12); E, NUMA DIREÇÃO RADIAL EM RELAÇÃO AO PRIMEIRO EIXO (B), PELO MENOS UM DOS PRIMEIROS AMORTECEDORES (25, 25') ESTÁ LOCALIZADO ENTRE O PRIMEIRO EIXO (B) E O QUARTO EIXO (E) DA PÁ RELATIVA (12).

RESUMO

"ROTOR DE HELICÓPTERO"

Um rotor (4, 4') para um helicóptero (1) tendo um veio de impulsão (10) que roda em torno de um primeiro eixo (B); um cubo (11) que angularmente faz parte integrante do veio de impulsão em torno do primeiro eixo (B); e pelo menos duas pás (12) que se prolongam ao longo dos segundos eixos respectivos (C) na direção transversal em relação ao primeiro eixo (B); sendo cada pá (12) móvel em relação ao cubo (11) e às outras pás (12) em torno dos quartos eixos respectivos (E) em paralelo ao primeiro eixo (B), em torno do segundo eixo respectivo (C) e em torno de um respectivo terceiro eixo (D) na direção transversal em relação aos primeiro e segundo eixos (B, C); um número de primeiros amortecedores (25, 25') para amortecer as vibrações associadas com pelo menos a oscilação das pás relativas (12) em torno dos respectivos quartos eixos (E); estando os primeiros amortecedores (25, 25') ligados um ao outro e cada um a uma pá relativa (12); e, numa direção radial em relação ao primeiro eixo (B), pelo menos um dos primeiros amortecedores (25, 25') está localizado entre o primeiro eixo (B) e o quarto eixo (E) da pá relativa (12).



DESCRIÇÃO
"ROTOR DE HELICÓPTERO"

A presente invenção refere-se a um rotor de helicóptero.

Os helicópteros são conhecidos compreendendo uma fuselagem; um rotor principal montado em cima de uma porção central da fuselagem, e um rotor de cauda antibinário para contrariar o binário transmitido á fuselagem a partir do rotor principal.

Rotores articulados principais e/ou rotores antibinários também são conhecidos.

Mais especificamente, os rotores articulados compreendem um eixo impulsor que gira em torno de um primeiro eixo, um cubo que gira integralmente com o veio impulsor em torno do primeiro eixo; e um número de pás que se projetam a partir do cubo ao longo dos respectivos segundos eixos radiais em relação ao primeiro eixo.

Cada pá pode rodar em relação ao cubo em torno do segundo eixo respectivo para variar o seu ângulo de ataque no que diz respeito à corrente de ar, e pode oscilar livremente com respeito ao cubo em torno de um terceiro eixo respectivo para executar um movimento chamado batimento. Cada terceiro eixo está na direção transversal em relação aos primeiro e segundo eixos da pá relativa.

Cada pá também oscila livremente em relação ao cubo e às outras pás em torno de um quarto eixo respectivo, paralelo ao primeiro eixo, para realizar um movimento chamado desfasamento.

Sente-se a necessidade na indústria de amortecer as vibrações induzidas pelo movimento de desfasamento das pás ao longo de uma ampla gama de velocidades de rotação do veio em torno do primeiro eixo, mas sem prejudicar o desempenho aerodinâmico do próprio rotor.

O documento US-A-2,639,776 revela um rotor de um helicóptero, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1.

É um objeto da presente invenção proporcionar um rotor de helicóptero concebido para alcançar o acima indicado de um modo barato e fácil.

De acordo com a presente invenção, é proporcionado um rotor de helicóptero de acordo com o reivindicado na reivindicação 1.

Uma forma de realização preferida, não limitativa, da presente invenção será descrita a título de exemplo, com referência aos desenhos anexos, em que:

A Figura 1 mostra uma vista em perspectiva de um helicóptero que compreende um rotor;

A Figura 2 mostra uma vista lateral de uma porção da cauda do helicóptero da Figura 1;

A Figura 3 mostra uma vista frontal em maior escala do rotor de helicóptero da Figura 1 e 2;

A Figura 4 mostra uma vista frontal, com partes removidas por razões de simplificação, do rotor da Figura 3;

A Figura 5 mostra uma vista em perspectiva do rotor da Figura 3;

A Figura 6 mostra uma vista frontal em maior escala do rotor de helicóptero da Figura 1 e 2, de acordo com a invenção.

O número 1 na Figura 1 indica um helicóptero substancialmente compreendendo uma fuselagem 2 tendo um nariz 5, um rotor principal 3 no topo da fuselagem 2 e que roda em torno de um eixo A; e um rotor de cauda antibinário 4 montado num rebordo da cauda projetando-se a partir da fuselagem 2 na extremidade oposta ao nariz 5.

Mais especificamente, o rotor principal 3 fornece ao helicóptero 1 a elevação e o impulso necessários para levantar e mover o helicóptero 1 para a frente, enquanto o rotor 4 exerce força sobre o rebordo da cauda para gerar um binário de endireitamento na fuselagem 2 para equilibrar o binário exercido pelo rotor principal 3 na fuselagem 2, e que de outra forma rodaria a fuselagem 2 sobre o eixo A.

O rotor 4 é articulado, e compreende substancialmente (Figuras 3 a 5):

- um veio de impulsão 10 (somente mostrado esquematicamente nas Figuras 4 e 5) que gira em torno de um eixo B transversal ao eixo A de rotação do rotor principal 3;
- um cubo 11 montado no veio 10 para rodar solidariamente com o veio 10 em torno do eixo B, e
- um número de pás 12 que se projetam a partir do cubo 11 nos respetivos lados opostos do eixo B e alongados ao longo dos respetivos eixos C transversalmente ao eixo B.

Mais especificamente, o cubo 11 compreende substancialmente:

- duas placas 13 assentes em planos perpendiculares respetivos em relação ao eixo B, espaçadas entre si numa direção paralela ao eixo B, e tendo cada uma um número de - no exemplo mostrado três - apêndices

- 14 que se prolongam radialmente no lado oposto ao eixo B;
- um corpo principal 15 interposto axialmente entre as placas 13 e estendendo-se paralelamente ao eixo B; e
 - um número de - no exemplo mostrado três - membros transversais 16 paralelos ao, e a uma distância do, eixo B, igualmente espaçados angularmente em torno do eixo B, e cada um interposto entre apêndices correspondentes 14 das placas 13.

Mais especificamente, o corpo 15 compreende uma número de - no exemplo mostrado três - ranhuras 55 (Figura 4) igualmente espaçadas angularmente em torno do eixo B e abertas no lado oposto ao eixo B.

Cada pá 12 compreende uma parte principal que define as superfícies de sustentação/propulsão do helicóptero 1; e uma porção de raiz 17 radialmente mais interior do que a porção principal em relação ao eixo B.

Mais especificamente, a porção de raiz 17 de cada pá 12 compreende substancialmente uma haste 21 (Figuras 4 e 5) que define uma extremidade radialmente interior da pá 12 em relação ao eixo B; e um membro de ligação 18 articulado a um respetivo membro transversal 16 e interposto entre a haste 21 e a porção principal da pá relativa 12.

O membro de ligação 18 de cada pá 12 é articulado ao membro transversal respetivo 16 para se mover em torno do respetivo eixo C, em torno de um respetivo eixo E paralelo e a uma distância do eixo B, e em torno de um respetivo eixo D perpendicular ao eixo B e transversalmente ao respetivo eixo C.

O membro de ligação 18 de cada pá 12 é articulado com o membro transversal respetivo 16 com a interposição de um rolamento elastomérico respetivo 19; e cada rolamento elastomérico 19 permite que a pá respetiva 12 rode com respeito ao cubo 11 em torno de um centro de rotação F em que os respetivos eixos C, D, E se intersectam.

Cada pá 12 é, portanto, livre para oscilar com respeito ao cubo 11 em torno do respetivo eixo D para executar o movimento de batimento.

Sob controlo externo, cada pá 12 é também livre para rodar em torno do eixo C em relação ao respetivo cubo 11 e às outras pás 12 para variar o ângulo de ataque com respeito à corrente de ar.

Mais especificamente, a porção de raiz 17 de cada pá 12 compreende um apêndice 20 excêntrico com respeito ao respetivo eixo C, e em que a força é exercida pelo controlo externo para girar a pá 12 em torno do respetivo eixo C.

Cada pá 12 também é livre para oscilar em torno do respetivo eixo E em relação ao cubo 11 e às outras pás 12 para executar o movimento de desfasamento.

O rotor 4 também compreende uma série de amortecedores 25 (Figuras 2 a 5) ligados uns aos outros e cada um ligado a uma pá respetiva 12.

Cada amortecedor 25 serve para amortecer a vibração causada pela oscilação da pá respetiva 12 em torno do eixo E e em relação às outras pás 12 e ao cubo 11, ou seja, para amortecer as vibrações causadas pelo movimento de desfasamento da pá respetiva 12.

Trabalhando radialmente em relação ao eixo B, cada amortecedor 25 está vantajosamente localizado entre o eixo B e o eixo E da pá respectiva 12.

Mais especificamente, cada amortecedor 25 compreende um corpo 26, de preferência feito de um material de metal rígido e definindo uma cavidade 27; e um elemento elastomérico 28 situado na cavidade 27. Corpos 26 de amortecedores 25 são de preferência feitos de material metálico.

O corpo 26 de cada amortecedor 25 é composto por:

- uma parede 30 paralela ao eixo B, de frente e a uma distância a partir do corpo 15, e equipado com a haste 21;
- duas paredes opostas 31 perpendiculares ao eixo B e que se projetam a partir das respectivas arestas das extremidades axiais da respectiva parede 30, no lado oposto ao eixo B, e
- duas paredes 32 assentes em respectivos planos paralelos ao eixo B, que se projetam a partir da parede relativa 30 no lado oposto ao eixo B, e interpostas entre as respectivas paredes 31 numa direção paralela ao eixo B.

O corpo 26 de cada amortecedor 25 também compreende duas paredes 33 paralelas ao eixo B e projetando-se a partir da relativa parede 30, no lado oposto ao do eixo B. Mais especificamente, as paredes 33 estendem-se desde as extremidades respectivas, tangenciais em relação ao eixo B, do corpo 26 do amortecedor relativo 25, e as paredes 32 são interpostas entre as paredes relativas 33.

Cada parede 30 compreende uma parte plana 34, e uma parte côncava curvada.

Cada parede 31 compreende uma borda de extremidade 36 em frente à parede 30. Mais especificamente, a borda de extremidade 36 de cada uma das paredes 31, por sua vez, compreende uma porção central plana 37, e duas porções de extremidade 38 curvas e convexas.

Cada membro elastomérico 28 é substancialmente prismático, e é de preferência feito de borracha curada e ligado às paredes 31, 32 do corpo relativo 26 por camadas de adesivo não mostradas.

Cada cavidade 27 é delimitada por paredes 32 do respectivo corpo 26, numa direção tangencial em relação ao eixo B, e por uma porção de parede 30 do corpo relativo 26 interposta entre as respectivas paredes 32 radialmente para o interior com respeito ao eixo B.

Axialmente em relação ao eixo B, cada uma das cavidades 27 é delimitada pelas porções de paredes respectivas 31 delimitadas por porções 37 de bordos de extremidade respectivos 36.

Com referência à Figura 4, a haste 21 de cada pá 12 compreende uma parte principal 39a que se engata com um assento definido pelo elemento elastomérico 28 do amortecedor relativo 25; e uma porção de extremidade 39b radialmente mais interna do que a porção principal 37 com respeito ao eixo B. Mais especificamente, a parte de extremidade 39b de cada haste 21 projeta-se da parede 30 do amortecedor relativo 25 para o eixo B, e é alojada de um modo solto no interior de uma respectiva ranhura 55.

As ranhuras 55 definem as respectivas superfícies de batente de segurança para as porções de extremidade 39b das hastes

relativas 21, para evitar que a oscilação excessiva das pás relativas 12 em torno dos respectivos eixos D e E prejudique a operação do rotor 4.

Os amortecedores 25 são ligados um ao outro para definir os respectivos braços de um anel 41 em torno do corpo 15 do cubo 11.

Mais especificamente, cada amortecedor 25 compreende duas porções de ligação 42 (Figura 5) que se projetam a partir das respectivas paredes 33, no lado oposto às respectivas paredes 32 e tangencialmente em relação ao eixo B.

As porções adjacentes de ligação 42 dos amortecedores adjacentes 25 são ligadas por meio de cavilhas respectivas 43 com os respectivos eixos paralelos ao eixo B.

Os amortecedores 25 estão ligados somente às pás 12, e não estão ligados diretamente ao cubo 11.

O anel 41 está, portanto, livre para oscilar em torno do eixo B em resposta à rotação das pás 12 em torno dos respectivos eixos E.

No uso efetivo, o eixo 10 faz girar o cubo 11 em torno do eixo B.

A rotação do cubo 11, por sua vez, gira as pás 12 coletivamente em torno do eixo B.

As pás 12 estão normalmente sujeitas a diferentes cargas aerodinâmicas que têm diferentes componentes numa direção paralela ao eixo B, e que inclina as pás 12 e o cubo 11 em torno dos respectivos eixos D em relação ao veio 10, resultando assim no batimento das pás 12.

O movimento de batimento altera a distância entre o centro da massa de cada pá 12 e o eixo B.

Para preservar o momento angular com respeito ao eixo B, cada pá 12 roda em torno do respectivo eixo E para acelerar a sua velocidade de rotação em relação ao eixo B, quando o seu centro de massa se aproxima do eixo B.

Por outro lado, cada pá 12 gira em torno do respectivo eixo E para reduzir a sua velocidade de rotação em relação ao eixo B quando o seu centro de massa se afasta do eixo B.

A repetida oscilação periódica das pás 12 em torno dos respectivos eixos E produz a vibração, que é amortecida pelos amortecedores 25 deformando os membros elastoméricos 28.

A rotação das pás 12 em torno dos respectivos eixos E configura o anel 41 numa posição de equilíbrio em relação ao eixo B.

O número 4' na Figura 6 indica como um todo um rotor do helicóptero de acordo com a presente invenção. O rotor 4' é semelhante ao rotor 4, e apenas é descrito abaixo no que diz respeito às diferenças entre os dois; quaisquer partes correspondentes ou equivalentes dos rotores 4, 4' sendo indicadas, quando possível, utilizando os mesmos números de referência.

Mais especificamente, o rotor 4' difere do rotor 4 por que compreende um certo número de - no exemplo mostrado três - amortecedores 50' feitos de material elastomérico, por exemplo, borracha.

Cada amortecedor 50' é alongado em paralelo ao eixo B, é de espessura constante radialmente em relação ao eixo B, e é delimitado, em secção transversal perpendicular ao eixo B, por dois arcos de um mesmo ângulo e com o seu centro no eixo B.

Radialmente em relação ao eixo B, cada amortecedor 50' está interposto entre uma superfície radialmente externa, com relação ao eixo B, do corpo principal 15 do cubo 11, e um respetivo par de amortecedores consecutivos 25'.

Mais especificamente, cada amortecedor 50' coopera com porções de extremidade adjacentes das paredes 30 dos amortecedores respetivos 25'.

O anel 41' é, portanto, preso ao cubo 11 por amortecedores 50', e é, portanto, mais rígido do que o anel 41 com respeito a rotação em torno do eixo B.

Os amortecedores 50' também proporcionam principalmente o amortecimento das vibrações associadas com a oscilação das pás 12 em torno dos respetivos eixos D.

O rotor 4' também difere do rotor 4 pela haste 21' de cada pá 12 estar incorporada completamente dentro do membro elastomérico 28 da pá relativa 12, e por cada amortecedor 25' que compreende um dente trapezoidal 51' que se projeta em direção do eixo B do corpo relativo 26', e se engata com uma ranhura relativa 55' definida pelo corpo principal 15 do cubo 11.

Mais especificamente, a trabalhar de forma tangencial em relação ao eixo B, os dentes 51' alternam com os amortecedores 50.

A operação do rotor 4' é semelhante à do rotor 4, e, por conseguinte, não é descrita em detalhe.

As vantagens do rotor 4' de acordo com a presente invenção serão claras a partir da descrição acima.

Em especial, os amortecedores 25' estão posicionados radialmente muito mais perto em relação ao eixo B.

A tensão centrífuga sobre os amortecedores 25', durante a operação do rotor 4, 4', é, portanto, muito reduzida.

Como resultado, o amortecimento por parte dos amortecedores 25' das vibrações das pás 12 em torno dos respetivos eixos E é pouco afetado pela tensão centrífuga sobre as pás 12.

Os amortecedores 25' são, portanto, igualmente eficazes a elevadas velocidades de rotação do veio de impulsão 10 em torno do eixo B. Isto é particularmente vantajoso quando o rotor 4 é um rotor de cauda antibinário, em que os veios de impulsão do rotor de cauda rodam normalmente a alta velocidade.

Por outro lado, o efeito dos amortecedores de 25 25' sobre a eficácia aerodinâmica geral do rotor 4, 4' é mínimo.

Claramente, podem ser feitas alterações ao rotor 4 como aqui descrito e ilustrado sem, contudo, sair do âmbito de proteção definido nas reivindicações em anexo.

Em particular, o rotor 4' pode ser utilizado como um rotor principal do helicóptero 1.

Lisboa, 4 de Dezembro de 2012

REIVINDICAÇÕES

1. Um rotor (4') para um helicóptero (1), compreendendo:

- um veio de impulsão (10) que roda em torno de um primeiro eixo (B);
- um cubo (11) angularmente integral com o referido veio de impulsão (10) em torno do referido primeiro eixo (B);
- pelo menos duas pás (12) que se projetam a partir do referido cubo (11), no lado oposto ao referido primeiro eixo (B), e estendendo-se ao longo de segundos eixos respectivos (C) transversalmente ao referido primeiro eixo (B), sendo cada uma das referidas pás (12) móvel em relação ao referido cubo (11) e às outras referidas pás (12) em torno de um respetivo quarto eixo (E) paralelo ao dito primeiro eixo (B), em torno do referido segundo eixo respetivo (C), e em torno de um respetivo terceiro eixo (D) transversal em relação aos referidos primeiro e segundo eixos respetivos (B, C); e
- uma série de primeiros amortecedores (25') para amortecerem as vibrações associadas com, pelo menos, a oscilação das ditas pás relativas (12) em torno dos respetivos quartos eixos (E) respetivos; sendo os ditos primeiros amortecedores (25') ligados uns aos outros e cada um a uma pá relativa (12);

pelo menos, um dito amortecedor (25') está localizado entre o referido primeiro eixo (B) e o referido quarto eixo (E) da pá relativa (12), numa direção radial em relação ao referido primeiro eixo (B);

caracterizado por compreender um segundo amortecedor (50') interposto entre o referido cubo (11) e pelo menos um referido primeiro amortecedor (25').

2. Um rotor tal como o reivindicado na reivindicação 1, caracterizado por pelo menos uma pá referida (12) compreender um membro de ligação (18) articulado com o referido cubo (11) para se mover em torno dos referidos segundo, terceiro e quarto eixos (C, D, E) respectivos; e uma haste (21') que define uma extremidade radialmente interna da pá (12) em relação ao referido primeiro eixo (B), e colaborando com o referido primeiro amortecedor relativo (25, 25').

3. Um rotor tal como o reivindicado na reivindicação 1 ou na reivindicação 2, caracterizado por os referidos primeiros amortecedores (25') definirem respectivos braços de um anel (41') em torno do referido primeiro eixo (B).

4. Um rotor tal como o reivindicado em qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por pelo menos um dos referidos primeiros amortecedores (25') compreender um dente (51') que se engata com uma ranhura (55') definida pelo referido cubo (11).

5. Um rotor de acordo com o reivindicado em qualquer uma das reivindicações de 2 a 4, caracterizado por cada um dos referidos primeiros amortecedores (25') compreender um elemento elastomérico (28), montado pelo menos em parte com a referida haste (21') da referida pá relativa (12); e um corpo (26) feito de material rígido e definindo uma cavidade de alojamento (27) albergando o referido membro elastomérico (28).

6. Um helicóptero que inclui um rotor principal (3); e um do rotor da cauda antibinário (4') como o reivindicado em qualquer uma das reivindicações anteriores.

7. Um helicóptero que inclui um rotor de cauda antibinário; e um rotor principal, como o reivindicado em qualquer uma das reivindicações de 1 a 5.

Lisboa, 4 de Dezembro de 2012

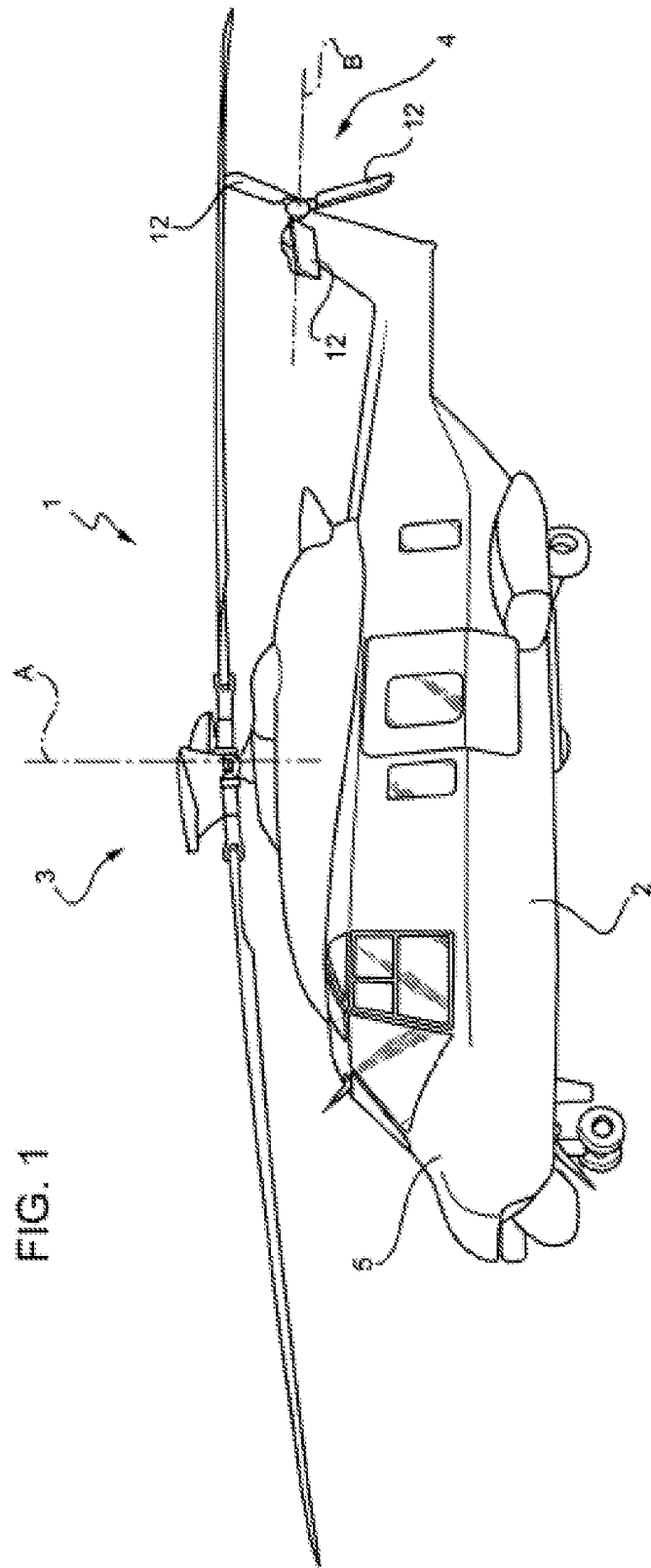


FIG. 1

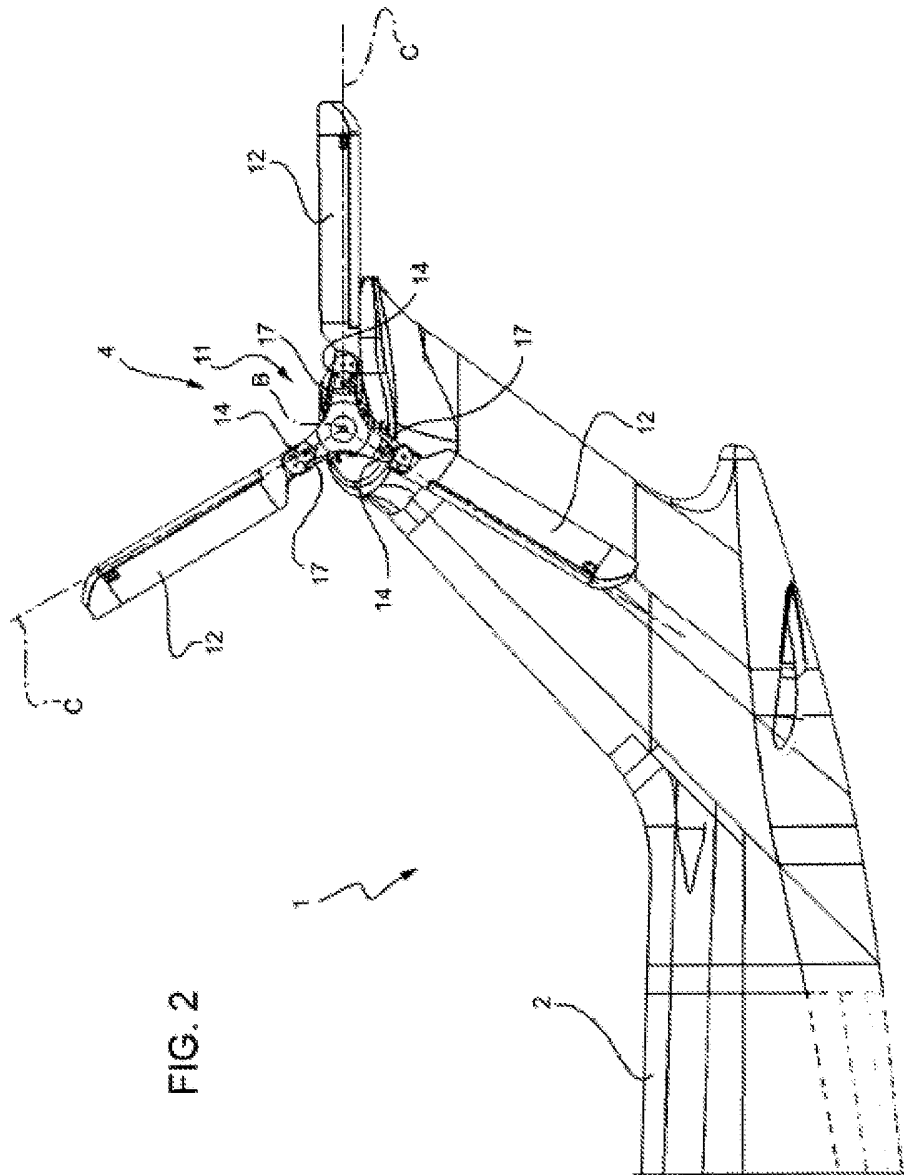


FIG. 3

