



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

(21) **PI0710976-8 A2**



* B R P I 0 7 1 0 9 7 6 A 2 *

(22) Data de Depósito: 14/05/2007
(43) Data da Publicação: 31/05/2011
(RPI 2108)

(51) *Int.Cl.:*
B64C 27/33 2006.01

(54) Título: **CRUZETA COM RAÍZES DE BRAÇOS ENTALHADOS**

(30) Prioridade Unionista: 12/05/2006 US 60/800,125

(73) Titular(es): Bell Helicopter Textron Inc.

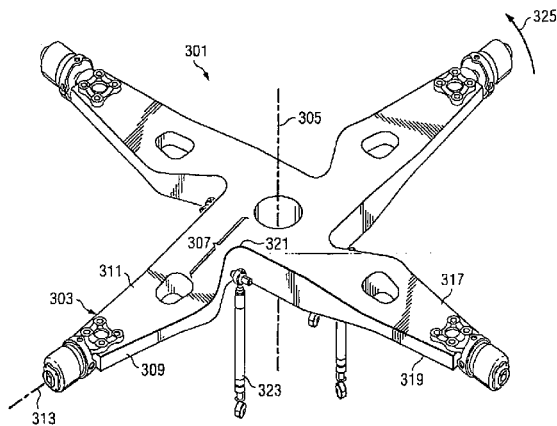
(72) Inventor(es): Frank B. Stamps, James L. Brasweell Jr., Patrick R. Tisdale, Richard E. Rauber, Thomas C. Campbell, Tom Donovan

(74) Procurador(es): Tavares Propriedade Intelectual LTDA

(86) Pedido Internacional: PCT US2007011532 de 14/05/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/133735 de 22/11/2007

(57) Resumo: CRUZETA COM RAÍZES DE BRAÇOS ENTALHADOS. Trata-se de uma cruzeta para um sistema de rotor de aeronave de asas rotativas que possui uma multiplicidade de braços, cada um deles tendo uma raiz. Cada raiz tem uma parte entalhada configurada para permitir a passagem de uma parte do sistema de controle de passo das pás através da parte entalhada.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção
para **“CRUZETA COM RAÍZES DE BRAÇOS
ENTALHADOS”**.

Campo Técnico

5 O campo técnico enquadra-se na categoria de cruzetas de rotor para aeronaves de asas rotativas.

Descrição do Estado da Técnica

As aeronaves de asas rotativas, como helicópteros e aeronaves de rotor inclinável (“tiltrotors”), existem
10 há muitos anos, e desde então, foram criados diversos projetos de cubos de rotor para aeronaves de asas rotativas. Com o aumento da demanda do consumidor por aeronaves de rotor inclinável mais rápidas e mais eficientes, vêm sendo feita uma reavaliação dos projetos de cubo existentes com foco em melhorar o desempenho
15 geral da aeronave. As aeronaves de rotor inclinável convencionais incluem dois sistemas de rotor, cada um contendo três pás de rotor conectadas a uma cruzeta central. Infelizmente, o uso de três pás por sistema de rotor pode não fornecer empuxo suficiente para acomodar a aeronave de rotor inclinável maior, mais rápida e
20 mais eficiente desejada pelos consumidores.

Uma maneira de se obter uma aeronave de rotor inclinável mais eficiente e rápida consiste em aumentar o número de pás de rotor, podendo ser vantajoso aumentar o número de pás de rotor para quatro ou mais pás de rotor por sistema de rotor. No
25 entanto, o planejamento de um sistema de rotor contendo quatro ou mais pás por sistema de rotor é apresenta desafios

consideráveis. Um deles está relacionado ao posicionamento dos eixos de comando do passo e das articulações do passo, relativo à cruzeta do sistema de rotor, que proporciona ao sistema de rotor valores desejados dos termos delta-0 (acoplamento do ângulo do passo-cone) e delta-3 (acoplamento do ângulo do cone-flape). Essa questão de acomodação/localização dos componentes é um problema preponderante no desenvolvimento de sistemas de rotor quadripá para aeronaves de rotor inclinável.

As Figuras 1 e 2 ilustram uma cruzeta do estado da técnica para um sistema de rotor. A cruzeta 101 compreende quatro braços 103 que se estendem geralmente na direção radial a partir de um eixo de rotação 105. Cada um dos braços 103 tem uma raiz 107 localizada próxima ao eixo geométrico 105, e a raiz 107 é geralmente a parte mais larga dos braços 103 quando visto de cima. Cada braço 103 compreende um bordo de ataque 109 e um bordo de fuga 111, e cada braço 103 tem um eixo geométrico de passo 113 associado. A cruzeta 101 também compreende um lado superior 117 e um lado inferior 119.

Embora a cruzeta 101 siga as características de projeto tradicionais, ela não se adequa aos requisitos de acomodação dos componentes. Em particular, partes das raízes 107 obstruem o posicionamento desejado das articulações de passo e dos eixos de comando de passo (não ilustrados) entre os braços 103, necessitando de novos métodos e componentes para variar o passo das pás do rotor (não ilustradas).

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é uma vista de cima de uma cruzeta de quatro braços convencional.

A Figura 2 é uma vista oblíqua da cruzeta da Figura 1.

5 A Figura 3 é uma vista frontal da aeronave de rotor inclinável incluindo uma cruzeta de acordo com uma concretização exemplificativa.

A Figura 4 é uma vista de cima de uma cruzeta de acordo com uma concretização exemplificativa.

10 A Figura 5 é uma vista oblíqua da cruzeta da Figura 4.

A Figura 6 é uma vista oblíqua de uma parte da cruzeta da Figura 4.

Descrição da Concretização Preferida

15 Uma cruzeta de rotor para uma aeronave de asas rotativas tem raízes de braços entalhados que oferecem espaço livre para o posicionamento desejado dos componentes de um sistema de controle de vôo. Por exemplo, os entalhes nos braços podem propiciar o posicionamento desejado das articulações de
20 passo que são utilizadas para causar mudanças no ângulo de passo das pás conectadas à cruzeta. O posicionamento e orientação das articulações de passo determina os termos delta-0 (acoplamento do ângulo do passo-cone) e delta-3 (acoplamento do ângulo do passo-flape) para o sistema de rotor.

25 A Figura 3 ilustra uma aeronave de rotor inclinável contendo rotores quadripás, cada um utilizando uma

cruzeta com braços entalhados, conforme descrito adiante. A Figura 3 ilustra uma aeronave de rotor inclinável 201 em no modo de operação de vôo “avião”, no qual as asas 203 são utilizadas para sustentar o corpo da aeronave 205 em vôo horizontal. A aeronave 201 tem dois sistemas de rotor 207, 209, cada sistema de rotor 207, 209 contendo quatro pás 211 e sendo acionado em rotação por motores (não ilustrados) carregados dentro das nacelas 213, 215. Uma cobertura giratória 216 é montada na parte frontal de cada sistema de rotor 207, 209, e cada cobertura 216 encerra substancialmente uma cruzeta de quatro braços 217, encobrendo as cruzetas de quatro braços 217 na vista da Figura 3. As pás 211 são conectadas à cruzeta 217 de cada sistema de rotor 207, 209 de forma que permita a cada uma das pás girar em torno de um eixo geométrico de passo associado. A seta marcada com o número de referência 219 indica que o sistema de rotor 207 gira na direção da seta 219. De modo similar, a seta marcada com o número de referência 221 indica que o sistema de rotor 209 gira as pás do rotor 211 na direção da seta 221.

As Figuras 4 a 6 ilustram uma concretização exemplificativa de uma cruzeta com braços entalhados. A cruzeta 301 compreende quatro braços 303 que se estendem geralmente na direção radial a partir de um eixo de rotação 305. Os braços 303 têm uma raiz 307 localizada próxima ao eixo geométrico 305, e as raízes 307 são geralmente a parte dos braços 303 localizada mais perto do eixo geométrico 305, quando visto de cima. Cada braço 303 compreende um bordo de ataque 309 e um bordo de

fuga 311, e cada braço 303 tem um eixo geométrico de passo 313 associado. A cruzeta 301 também compreende um lado superior 317 e um lado inferior 319.

Cada raiz 307 compreende um entalhe 321 que
5 permite a passagem de um componente de um sistema de controle de vôo para dentro ou através do entalhe 321. Por exemplo, um componente de um sistema de controle de passo de pás, tal como a articulação de passo 323, pode estar localizado dentro do entalhe 321. Como alternativa, eixos de comando de passo, ou
10 outros dispositivos úteis para variar o passo de uma pá de rotor, podem estar localizados dentro do entalhe 321. Ao permitirmos a passagem de dispositivos como a articulação de passo 323, torna-se possível atingir os ângulos delta-0 e delta-3 desejados. Cada entalhe 321 permite que a articulação de passo 323
15 correspondente passe pelo braço adjacente 303, o que constitui uma solução ideal para as dificuldades de acomodação dos componentes do cubo do rotor para cubos quadripás de aeronaves de rotor inclinável. A cruzeta 301 é adaptada para rotação primária na direção da seta marcada com o número de referência
20 325; no entanto, uma cruzeta pode ser formada de maneira substancialmente similar à cruzeta 301, mas geralmente como uma cópia invertida da cruzeta 301 para rotação na direção oposta 325.

A Figura 6 é uma vista de cima ampliada de um
25 braço 303 da cruzeta 301. Uma superfície imaginária 327 é uma extensão imaginária da superfície do bordo de ataque 309 em

direção à parte central da cruzeta 301, e o volume definido pela parede do entalhe 329 e pela superfície 327 é o envoltório do entalhe 331. Como ilustrado na figura, a articulação de passo 323 é geralmente paralela ao eixo geométrico 305, e a articulação 323 aparece como se estivesse totalmente dentro do envoltório do entalhe 331 na vista de cima. Nesta configuração, a articulação 323 se estende para dentro do envoltório do entalhe 331 sem se cruzar com a superfície imaginária de interseção 327. Entretanto, em outras concretizações, a articulação de passo 323 pode ser orientada em outros ângulos e pode cruzar-se com a superfície imaginária 331 enquanto se estende para dentro ou através do envoltório do entalhe 331. Para a concretização ilustrada nas figuras, deve-se observar que cada articulação 323 é posicionada para conexão com um eixo de comando de passo utilizado para controlar o passo de uma pá conectada ao braço adjacente seguinte 303 na direção de rotação. Em outras palavras a articulação de passo 323 para uma determinada pá está localizada no entalhe 321 no bordo de ataque do braço posterior adjacente 303.

Os entalhes 321 são configurados para permitir que cargas centrífugas, e outras forças, passem entre os braços 303 e pelo restante da cruzeta 301 através das raízes 307 dos braços. Os entalhes 321 são projetados com uma forma tal que impede a formação de concentrações de tensão nos entalhes 321. A cruzeta 301 é, de preferência, formada de materiais compostos reforçados com fibras, tal como um material reforçado com fibras

de carbono ou fibras de vidro, e a orientação das fibras na matriz ao redor de cada entalhe 321 pode ser otimizada com base no formato utilizado para os entalhes 321. Como alternativa, a cruzeta pode ser formada de outros materiais apropriados, tal como um metal. Além disso, concretizações alternativas da cruzeta 301 podem ter raízes 307 de braços com dimensão mais espessa a partir do lado superior 317 para o lado inferior 319, ou o bordo de fuga 311 pode ser formado com material adicional para propiciar maior capacidade de carga. Deve-se observar que os entalhes 321 podem ser formados com uma forma diferente das apresentadas nas figuras. Outras concretizações alternativas podem incluir cruzetas configuradas para terem dois, três, cinco ou mais braços entalhados.

As concretizações de uma cruzeta com braços entalhados proporciona diversas vantagens, dentre elas: (1) melhores termos de acoplamento delta-0 e delta-3; (2) redução dos requisitos de envoltório para os componentes do sistema de controle do ângulo de passo; e (3) redução da massa e dos momentos de inércia no sistema de rotor.

A presente descrição inclui referência a uma concretização ilustrativa, mas não deve ser interpretada em sentido restrito. Várias modificações e combinações das concretizações ilustrativas, bem como outras concretizações, ficarão visíveis aos versados na técnica ao tomar como referência a descrição.

REIVINDICAÇÕES

1. – Cruzeta para uma aeronave de asas rotativas, a cruzeta sendo caracterizada por compreender:

5 uma multiplicidade de braços estendendo-se a partir de uma parte central, cada braço tendo uma raiz; e

um entalhe formado em um bordo de ataque ou em um bordo de fuga de cada raiz e adaptado para permitir o posicionamento de uma parte de um sistema de controle de passo das pás dentro de cada entalhe.

10 2. – Cruzeta, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a cruzeta é formada a partir de um material composto.

3. – Cruzeta, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que cada entalhe compreende um
15 envoltório de entalhe definido por uma continuação imaginária do bordo correspondente em direção à parte central.

4. – Cruzeta, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a cruzeta tem quatro braços.

20 5. – Sistema de rotor para uma aeronave de asas rotativas, o sistema de rotor sendo caracterizado por compreender:

uma cruzeta contendo uma multiplicidade de braços estendendo-se a partir de uma parte central, cada braço tendo uma raiz;

um sistema de controle de passo das pás; e

25 um entalhe formado em um bordo de ataque ou em um bordo de fuga de cada raiz e configurado para permitir o

posicionamento de uma parte do sistema de controle de passo das pás dentro de cada entalhe.

6. – Sistema de rotor, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a cruzeta é formada a partir de um material composto.

7. – Sistema de rotor, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que cada entalhe compreende um envoltório de entalhe definido por uma continuação imaginária do bordo correspondente em direção à parte central.

8. – Sistema de rotor, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a cruzeta tem quatro braços.

9. – Aeronave de asas rotativas, caracterizada por compreender:

pelo menos um sistema de rotor contendo uma cruzeta com braços estendendo-se a partir de uma parte central, cada braço tendo um entalhe na raiz do braço e uma pá conectada rotativamente ao braço para permitir o passo ajustável de cada pá;

um sistema de controle de passo das pás;

em que uma parte do sistema de controle de passo das pás é posicionada dentro de cada entalhe.

10. – Aeronave, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que a cruzeta é formada a partir de um material composto.

11. – Aeronave, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que cada entalhe compreende um envoltório de entalhe definido por uma continuação imaginária de um bordo de ataque ou um bordo de fuga correspondente em
5 direção à parte central.

12. – Aeronave, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que a cruzeta tem quatro braços.

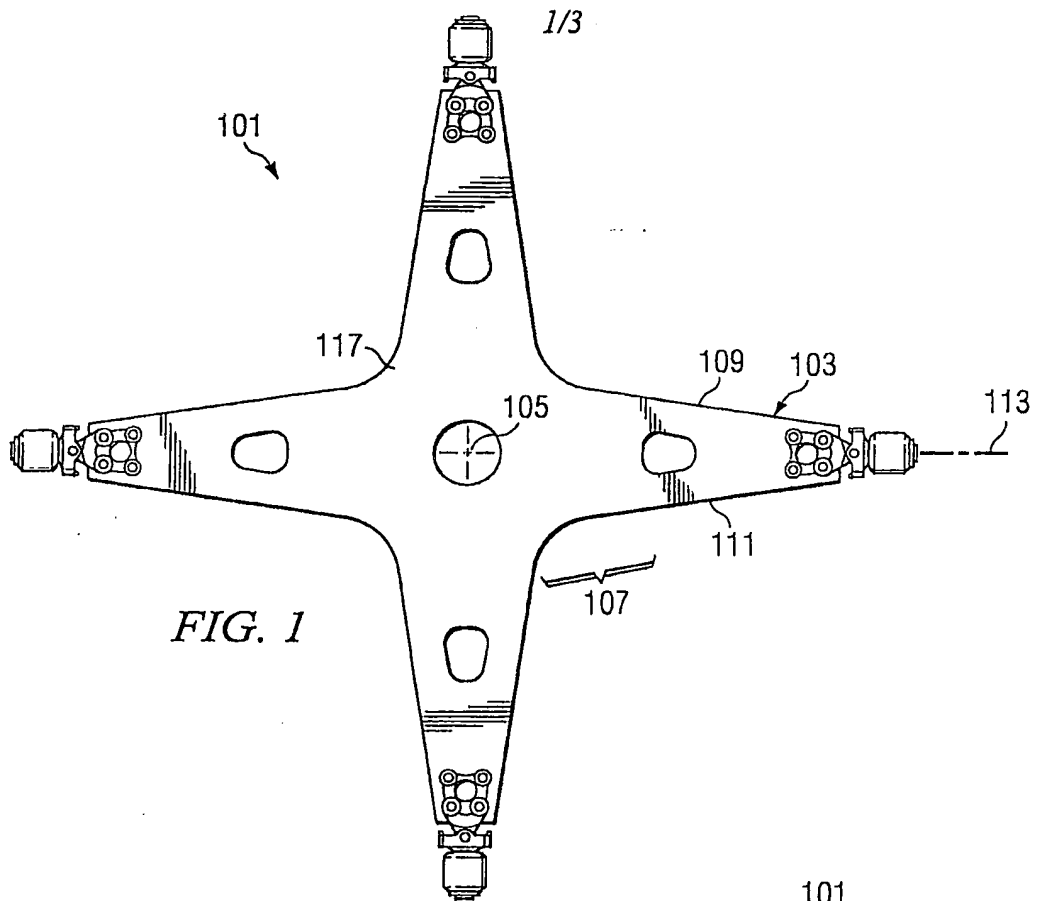


FIG. 1

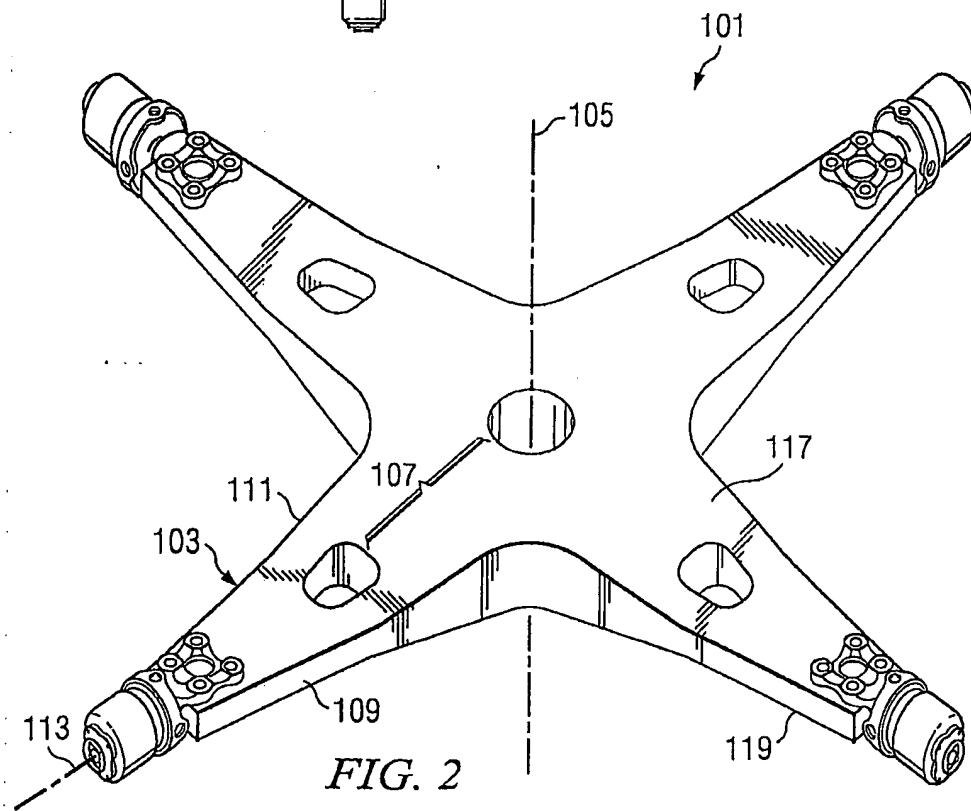


FIG. 2

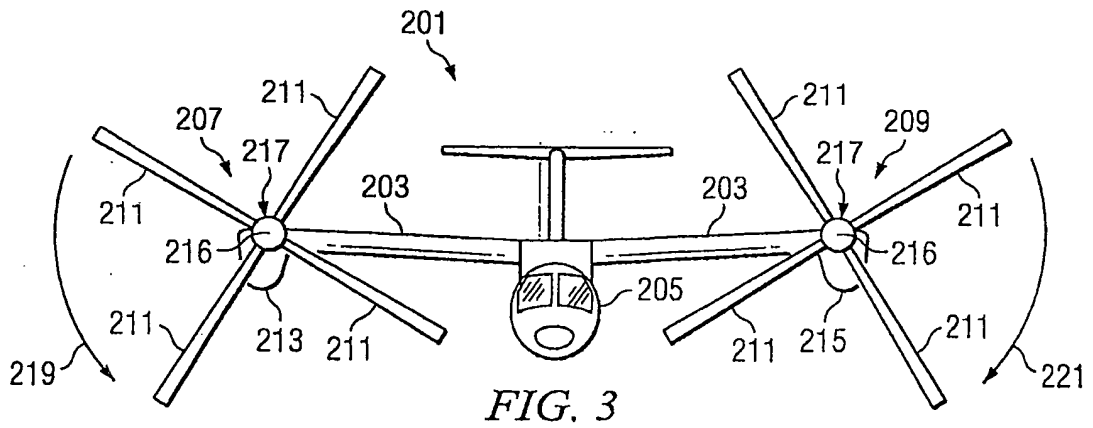


FIG. 3

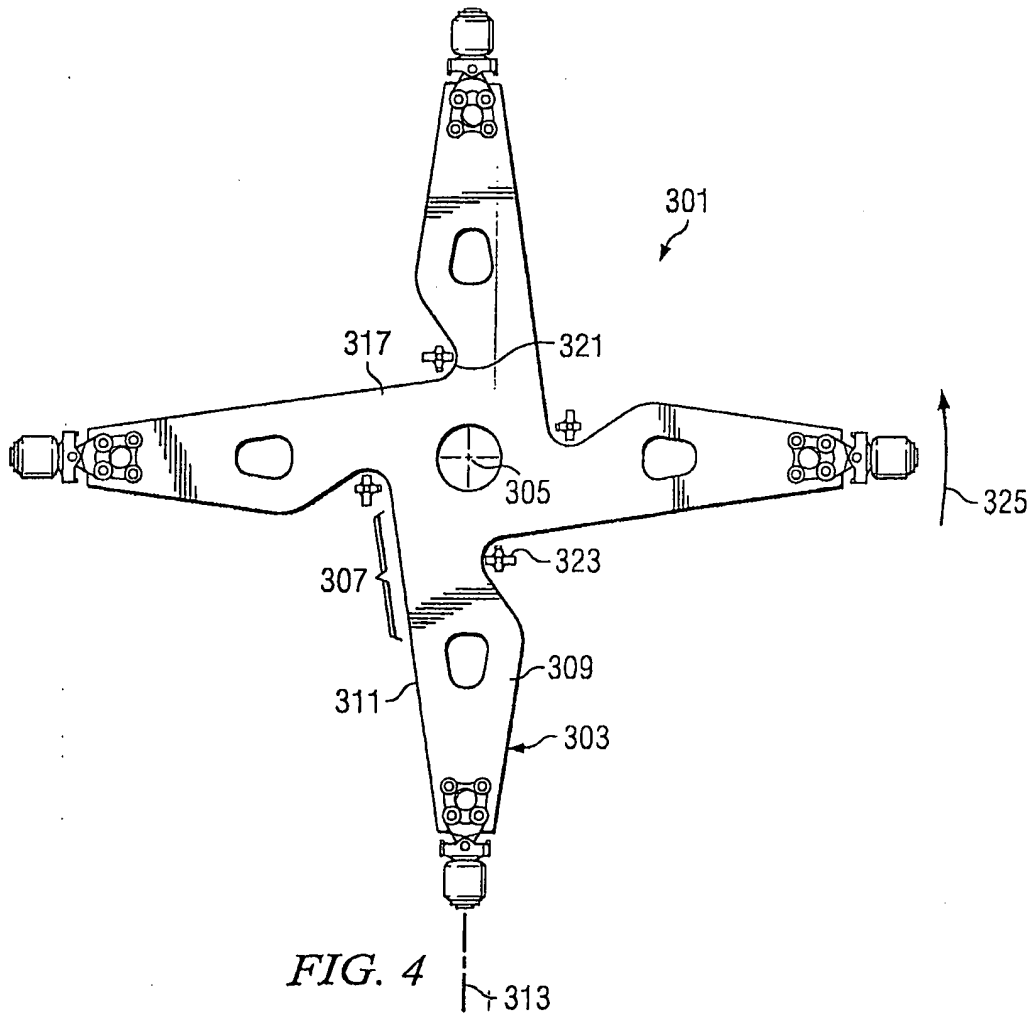


FIG. 4

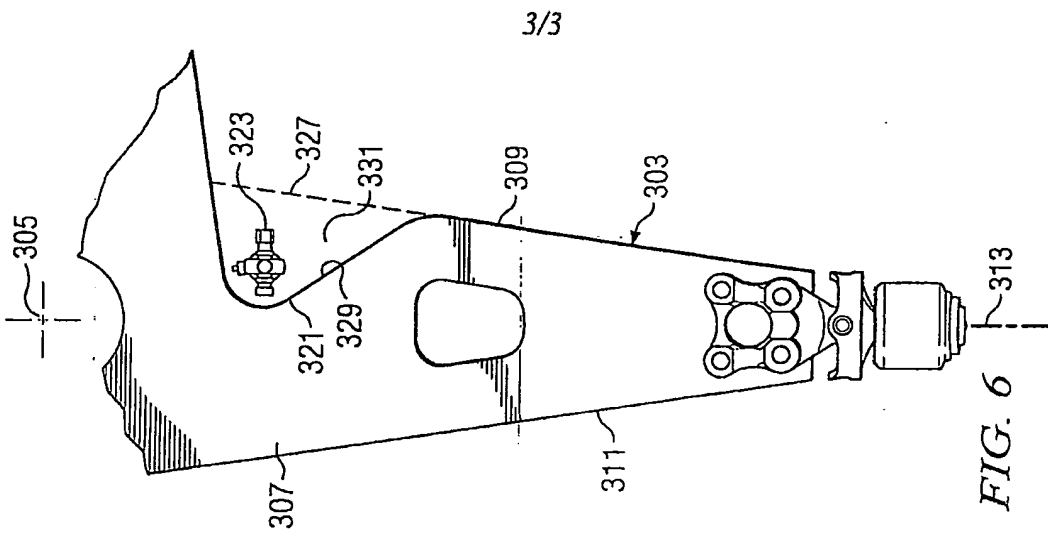


FIG. 6

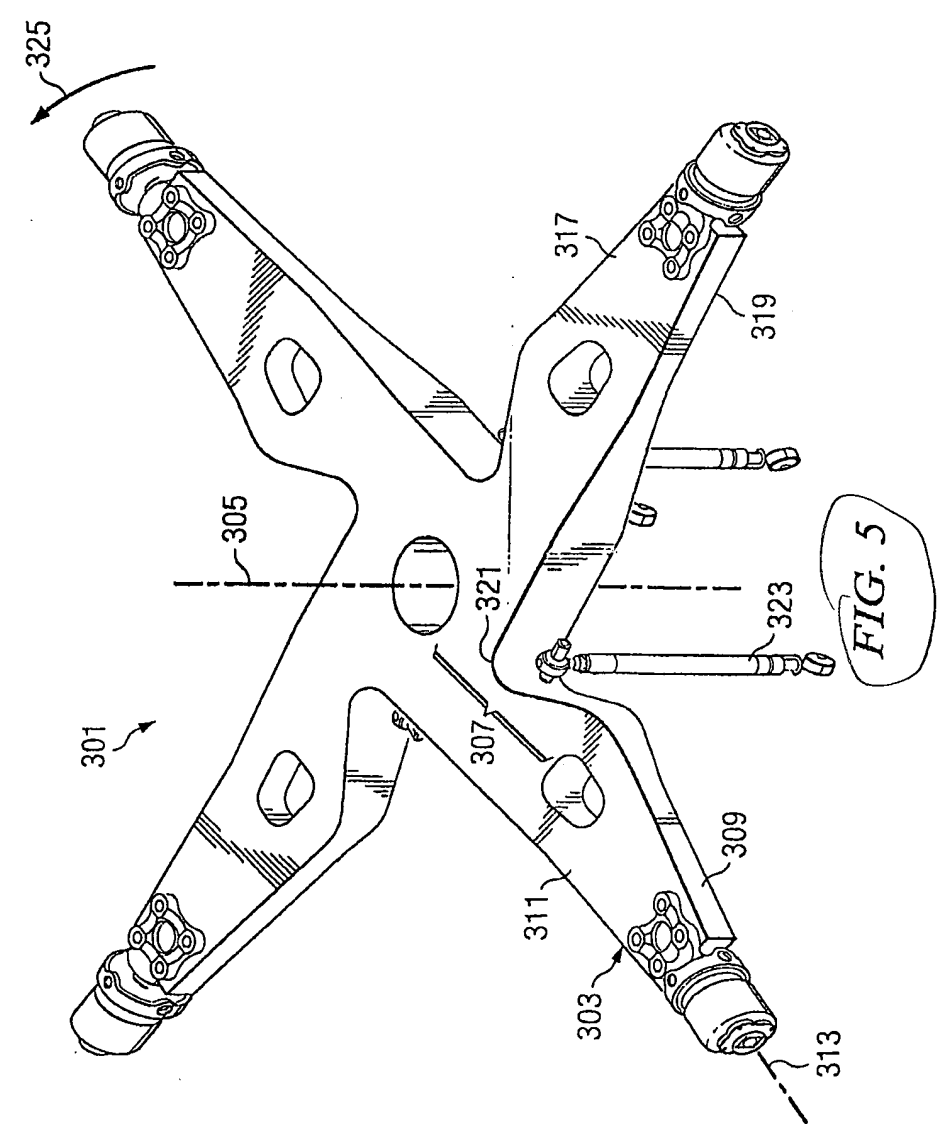


FIG. 5

RESUMO

Patente de Invenção para “**CRUZETA COM RAÍZES DE BRAÇOS ENTALHADOS**”.

Trata-se de uma cruzeta para um sistema de
5 rotor de aeronave de asas rotativas que possui uma multiplicidade
de braços, cada um deles tendo uma raiz. Cada raiz tem uma parte
entalhada configurada para permitir a passagem de uma parte do
sistema de controle de passo das pás através da parte entalhada.