

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

(21) **PI0611602-7 A2**

(22) Data de Depósito: 22/06/2006
(43) Data da Publicação: 21/09/2010
(RPI 2072)



(51) *Int.Cl.:*
G05D 1/00
B64C 13/50

(54) Título: **SISTEMA DE ATUAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE COMANDO DE VÔO**

(30) Prioridade Unionista: 29/07/2005 US 11/192,817,
27/06/2005 US 60/694,641

(73) Titular(es): HONEYWELL INTERNATIONAL INC

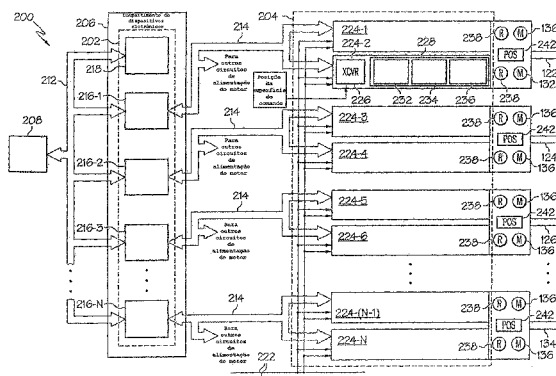
(72) Inventor(es): CALVIN C. POTTER

(74) Procurador(es): Walter de Almeida Martins

(86) Pedido Internacional: PCT US2006024342 de 22/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/002311 de 04/01/2007

(57) **Resumo:** SISTEMA DE ATUAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE COMANDO DE VÔO. Um sistema elétrico de atuação de superfície de comando de voo (120) é implementado utilizando uma seção de comando de nível baixo (202) e uma seção de alta energia. A seção de comando de nível baixo (202) está disposta dentro de um compartimento de dispositivos eletrônicos (206) dentro da aeronave (100), e está em comunicação operativa com um ou mais computadores de voo (206) por meio de um barramento de comunicação (212). Os computadores de voo (206) fornecem comandos de posição da superfície de comando de voo para a seção de comando de nível baixo (202), que por sua vez transmite comandos atuadores para a seção de alta energia (204) por meio de uma pluralidade de conexões redundantes de comunicação (214). A seção de alta energia (204) está disposta afastada da seção de comando de nível baixo (202) e, em adição a estar em comunicação operativa com a seção de comando de nível baixo (202), está acopiada a um barramento de energia da aeronave (222) e a cada um dos atuadores (121-134). A seção de alta energia (204) recebe os comandos de posição do atuador transmitidos da seção de comando de nível baixo (202) e, em resposta, alimenta seletivamente os atuadores (122-134) pelo barramento de energia da aeronave (222).



SISTEMA DE ATUAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE COMANDO DE VÔO

Campo Técnico

A presente invenção está relacionada a atuação de superfície de vôo e, mais particularmente, à arquitetura elétrica para um sistema elétrico de atuação de superfície de comando vôo.

Fundamentos

Qualquer aeronave inclui tipicamente uma pluralidade de superfícies de comando de vôo que, quando posicionadas de modo controlável, guiam o movimento da aeronave de um destino ao outro. O número e tipo de superfícies de comando de vôo o incluídas em uma aeronave pode variar, mas inclui tipicamente ambas superfícies primárias de comando de vôo e superfícies secundárias de comando de vôo. As superfícies primárias de comando de vôo são aquelas que são usadas para controlar o movimento da aeronave nos eixos de passo, guinada, e de tonneau, e as superfícies secundárias de comando de vôo são aquelas que são usadas para influenciar a sustentação ou arrasto (ou ambos) da aeronave. Embora algumas aeronaves possam incluir superfícies adicionais de comando, as superfícies primárias de comando de vôo incluem tipicamente um par de elevadores, um leme de direção, e um par de ailerons, e as superfícies secundárias de comando de vôo incluem tipicamente uma

pluralidade de flapes, aletas hipersustentadoras, e spoilers.

As posições das superfícies de comando de vôo da aeronave são tipicamente controladas usando um sistema de atuação de superfície de comando de vôo. O sistema de
5 atuação de superfície de comando de vôo, em resposta aos comandos de posicionamento que se originam a partir de um ou outro de tripulação de vôo ou de um piloto automático da aeronave, movimenta as superfícies de comando de vôo da
10 aeronave para as posições comandadas. Na maioria dos casos, esse movimento é efetuado por meio de atuadores que estão acoplados às superfícies de comando de vôo. Embora improvável, é postulado que um atuador de superfície de comando de vôo possa se tornar inoperável. Desse modo,
15 alguns sistemas de atuação de superfícies de comando de vôo são implementados com uma pluralidade de atuadores acoplados a uma única superfície de comando de vôo.

Em muitos sistemas de atuação de superfícies de comando de vôo, alguns dos atuadores são alimentados
20 hidraulicamente. Alguns sistemas de atuação de superfícies de comando de vôo têm sido implementados, todavia, com outros tipos de atuadores, incluindo atuadores pneumáticos e eletromecânicos. Adicionalmente, em alguns sistemas de atuação de superfícies de comando de vôo, uma parte dos
25 atuadores, tais como aqueles que são usadas para acionar os flapes e aletas hipersustentadoras, são acionados por meio

de uma ou mais unidades centrais de acionamento e trens de acionamento mecânico. Essas unidades de acionamento central são tipicamente dispositivos alimentados hidraulicamente.

Embora os sistemas de atuação de superfícies de comando de voo que incluem atuadores alimentados hidraulicamente ou alimentados pneumaticamente sejam geralmente seguros, confiáveis e robustos, esses sistemas sofrem de certas desvantagens. Ou seja, esses sistemas podem ser relativamente complexos, podem envolver o uso de numerosas partes, podem ser relativamente pesados, e podem não ser facilmente implementados para proporcionar suficiente redundância, isolamento de falhas, e/ou monitoramento do sistema.

Os sistemas de atuação de superfícies de comando de voo que incluem atuadores eletromecânicos também sofrem de certas desvantagens. Por exemplo, muitos desses sistemas são implementados tal que um controle independente e cabeamento de energia são individualmente roteados para cada atuador eletromecânico, o que pode aumentar a complexidade do sistema como um todo e o peso.

Portanto, existe uma necessidade quanto a um sistema de atuação de superfície de comando de voo que seja menos complexo e/ou utiliza menos partes e/ou seja mais leve que os sistemas que utilizam unidades centrais de acionamento e/ou proporcione suficiente redundância,

isolamento de falhas, e monitoramento. A presente invenção está voltada para uma ou mais dessas necessidades.

Sumário

A presente invenção proporciona um sistema de atuação de superfície de comando de voo que é menos complexo e/ou utiliza menos partes e/ou é mais leve que os sistemas que utilizam unidades centrais de acionamento e/ou proporciona suficiente redundância, isolamento de falhas, e monitoramento.

10 [0010] Em uma modalidade, e a título apenas de exemplo, um sistema de atuação de superfície de comando de voo inclui um motor atuador, um atuador de superfície de comando de voo, um circuito de comando do atuador, e um circuito de alimentação do motor. O motor atuador é
15 configurado, quando de sua alimentação, para fornecer uma força motriz. O atuador de superfície de comando de voo está acoplado para receber a força motriz e ser operativo, quando do seu recebimento, para se movimentar entre as posições recolhida e desdobrada. O circuito de comando do
20 atuador está adaptado para estar disposto afastado do motor atuador e o atuador de superfície de voo, está adaptado para receber comandos de posição da superfície de voo, e ser operativo, em resposta aos comandos de posição da superfície de voo, para transmitir comandos de posição do
25 atuador. O circuito de alimentação do motor está adaptado para estar disposto afastado de, e estar em comunicação

operativa com, o circuito de comando do atuador e está adaptado para acoplar a um barramento de energia da aeronave, o circuito de alimentação do motor está adicionalmente configurado para receber os comandos de
5 posição do atuador transmitidos e, quando do seu recebimento, para alimentar seletivamente o motor atuador pelo barramento de energia da aeronave.

Em uma outra modalidade representativa, um sistema de atuação de superfície de comando de vôo inclui uma
10 pluralidade de motores, uma pluralidade de atuadores de superfícies de comando de vôo, uma pluralidade de circuito de comando do atuador, e uma pluralidade de circuitos de alimentação do motor. Cada motor está configurado, quando de sua alimentação, para fornecer uma força motriz. Cada
15 atuador de superfície de comando de vôo está acoplado para receber a força motriz de pelo menos um dos motores atuadores e ser operativo, quando do recebimento da força de acionamento, para se movimentar entre as posições recolhida e desdobrada. Cada circuito de comando do atuador
20 está adaptado para ser disposto afastado dos motores atuadores e dos atuadores de superfícies de comando de vôo, está adaptado para receber comandos de posição da superfície de comando de vôo, e ser operativo, em resposta a isto, para transmitir comandos de posição do atuador.
25 Cada circuito de alimentação do motor está adaptado para estar disposto afastado de, e estar em comunicação

operativa com, pelo menos um do circuito de comando do atuador e está adaptado para acoplar a um barramento de energia da aeronave, cada circuito de alimentação do motor está adicionalmente configurado para receber comandos de
5 posição do atuador transmitidos e, quando do recebimento desses, alimentar seletivamente pelo menos um dos motores atuadores pelo barramento de energia da aeronave.

Outras características independentes e vantagens do preferido sistema elétrico de atuação de superfície de
10 comando de voo se tornarão evidentes a partir da descrição detalhada apresentada a seguir, tomada em conjunto com os desenhos anexos os quais ilustram, a título de exemplo, os princípios da invenção.

Breve Descrição dos Desenhos

15 A FIG. 1 é um diagrama esquemático de uma parte de uma modalidade representativa de uma aeronave que descreve uma modalidade de uma parte de um representativo sistema de atuação de superfície de comando de voo;

A FIG. 2 é um diagrama esquemático de um
20 representativo sistema de energia e controle que pode ser usado no representativo sistema de atuação de superfície de comando de voo que está parcialmente mostrado na FIG. 1; e

A FIG. 3 é um diagrama esquemático de um
25 alternativo sistema de energia e controle que pode ser usado no representativo sistema de atuação de superfície de comando de voo que está parcialmente mostrado na FIG. 1.

Descrição Detalhada de uma Modalidade Preferida

A descrição detalhada apresentada a seguir da invenção é meramente representativa em sua natureza e não está pretendida a limitar a invenção ou a aplicação e usos da invenção. Além disso, não existe a intenção de estar limitado por qualquer teoria apresentado nos fundamentos precedentes da invenção ou da descrição detalhada da invenção apresentada a seguir.

Voltando primeiramente para a FIG. 1, um diagrama esquemático de uma parte de uma aeronave representativa e uma parte de um representativo sistema de atuação de superfície de comando de voo é mostrado. Na modalidade ilustrada, a aeronave 100 inclui um par de elevadores 102, um leme de direção 104, e um par de ailerons 106, os quais são as superfícies primárias de comando de voo, e uma pluralidade de flapes 108, aletas hipersustentadoras 112, e spoilers 114, os quais são as superfícies secundárias de comando de voo. As superfícies primárias de comando de voo 102-106 controlam o movimento da aeronave em torno dos eixos de passo, guinada, e de tonneau da aeronave. Especificamente, os elevadores 102 são usados para controlar o movimento da aeronave em torno do eixo de passo, o leme de direção 104 é usado para controlar o movimento da aeronave em torno do eixo de guinada, e os ailerons 106 controlam o movimento da aeronave em torno do eixo de tonneau. É notado, todavia, que o movimento da

aeronave em torno do eixo de guinada pode ser também conseguido ou por movimento em inclinação da aeronave ou mediante variação do nível de empuxo dos motores nos lados opostos da aeronave 100. Será também apreciado que a
5 aeronave 100 pode incluir estabilizadores horizontais (não mostrados).

As superfícies secundárias de comando 108-114 influenciam a sustentação e arrasto da aeronave 100. Por exemplo, durante as operações de pouso e de decolagem da
10 aeronave, quando aumentada sustentação é desejável, os flapes 108 e aletas hipersustentadoras 112 podem ser movidos das posições retraídas para as posições distendidas. Na posição distendida, os flapes 108 aumentam ambas a sustentação e arrasto, e permitem a aeronave 100
15 descer de modo mais inclinado para uma dada velocidade aerodinâmica, e também permite a aeronave 100 obter aerotransporte durante uma distância mais curta. As aletas hipersustentadoras 112, na posição distendida, aumentam a sustentação, e são tipicamente usadas em conjunto com os
20 flapes 108. Os spoilers 114, por outro lado, reduzem a sustentação e quando movimentados das posições retraídas para as posições distendidas, o que é tipicamente feito durante as operações de aterrissagem da aeronave, podem ser usados como freios aerodinâmicos para ajudar na frenagem da
25 aeronave 100.

As superfícies de comando de vôo 102-114 são movimentadas entre as posições retraída e distendida por meio de um sistema de atuação de superfície de comando de vôo 120. O sistema de atuação de superfície de comando de vôo 120 inclui uma pluralidade de atuadores primários de superfícies de comando de vôo, que incluem atuadores de elevadores 122, atuadores de leme de direção 124, e atuadores de ailerons 126, e uma pluralidade de atuadores secundários de superfície de comando, que incluem atuadores de flapes 128, atuadores de aletas hipersustentadoras 132, e atuadores de spoilers 134. O sistema de atuação de superfície de comando de vôo 110 pode ser implementado utilizando diversos números e tipos de atuadores de superfícies de comando de vôo 122-134. Em adição, o número e tipo de atuadores de superfícies de comando de vôo 122-134 por superfície de comando de vôo 102-114 pode ser variado. Na modalidade descrita, entretanto, o sistema 120 é implementado tal que dois atuadores primários de superfícies de comando de vôo 122-126 são acoplados a cada superfície primária de comando de vôo 102-16, e dois atuadores secundários de superfície de comando 128-134 são acoplados a cada superfície secundária de comando 108-114. Além disso, cada um dos atuadores de superfície primária 122-126 e cada um dos atuadores de flapes 128 são preferivelmente atuadores do tipo linear, tais como, por exemplo, um atuador de rosca com esferas, e cada um dos

atuadores de aletas hipersustentadoras 132 e cada um dos atuadores de spoilers 134 são preferivelmente atuador do tipo rotativo. Será apreciado que esse número e tipo de atuadores de superfícies de comando de voo 122-134 são
5 meramente representativos de uma modalidade particular, e que outros números e tipos de atuadores 122-134 podem ser também usados.

O sistema de atuação de superfície de comando de voo 120 adicionalmente inclui uma pluralidade de sensores
10 de posição da superfície de comando 125. Os sensores de posição da superfície de comando 125 percebem as posições das superfícies de comando de voo 102-114 e fornecem realimentação de sinais de informações representativos da posição da superfície de comando. Será notado que os
15 sensores de posição da superfície de comando 125 podem ser implementados utilizando qualquer um de numerosos tipos de sensores incluindo, por exemplo, transformadores diferenciais variáveis lineares (LVDTs), transformadores diferenciais variáveis rotativos (RVDTs), sensores de
20 efeito Hall, ou potenciômetros, apenas para mencionar alguns. Na modalidade descrita, um par de sensores de posição da superfície de comando 125 está acoplado a cada uma das superfícies de comando de voo 102-114. Será notado, entretanto, que isso é meramente representativo de uma
25 modalidade particular e que mais ou menos que dois sensores de posição 125 podem estar acoplados a cada superfície de

comando de vôo 102-114. Além disso, em outras modalidades, o sistema de atuação de superfície de comando de vôo 120 pode ser implementado sem alguns, ou a totalidade, dos sensores de posição da superfície de comando 125.

5 Os atuadores de superfícies de comando de vôo 122-134 são cada um acionados por um ou mais motores atuadores elétricos 136. Preferivelmente, dois motores atuadores 136 (ver FIG. 2) estão associados com cada atuador de superfície de comando de vôo 122-134 tal que um ou outro, 10 ou ambos, os motores atuadores 136 podem acionar o atuador associado 122-134. Os motores atuadores 136 são seletivamente alimentados e, quando de sua alimentação, giram numa direção ou noutra, para desse modo fornecer uma força motriz ao atuador 122-134 associado. O atuadores 122-15 134 estão cada um acoplados para receber a força motriz fornecida de seus motores atuadores 136 associados e, dependendo da direção na qual os motores atuadores 136 giram, se movimentar entre as posições recolhida e desdobrada, para desse modo movimentar as superfícies 20 primária e secundária de comando de vôo 102- 114. Será notado que os motores atuadores 136 podem ser implementados de acordo com qualquer um dos numerosos tipos do motores AC ou DC motores, mas numa modalidade preferida os motores atuadores 136 são preferivelmente implementados como 25 motores DC.

Os motores atuadores 136 são seletivamente alimentados a partir de um de uma pluralidade de barramentos independentes de energia que fazem parte do sistema de distribuição de energia elétrica. Por exemplo, 5 muitos sistemas de distribuição de energia elétrica da aeronave incluem uma pluralidade de barramentos VDC 28 que distribuem energia DC aos diversos sistemas e componentes. Os motores atuadores 136 são seletivamente alimentados a partir de um desses barramentos independentes de energia 10 por meio de um sistema de energia e controle 200. A arquitetura do sistema de energia e controle 200 é mostrada na FIG. 2, e com referência a esta será descrito agora em mais detalhe.

O sistema de energia e controle 200 inclui uma 15 seção de comando de nível baixo 202 e uma seção de alta energia 204. A seção de comando de nível baixo 202 está preferivelmente disposta no interior de um compartimento de dispositivos eletrônicos 206 no interior da aeronave, e está em comunicação operativa com um ou mais dos 20 computadores de voo 208 (apenas um mostrado) por meio de, por exemplo, um barramento de comunicação 212. Os computadores de voo 208 recebem comandos, tanto provenientes do piloto ou de um piloto automático, e, em resposta, fornecem comandos de posição da superfície de 25 comando de voo para a seção de comando de nível baixo 202. Em resposta aos comandos de posição da superfície de

comando de voo, a seção de comando de nível baixo 202 transmite comandos atuadores para a seção de alta energia 204 por meio de uma pluralidade de conexões redundantes de comunicação 214.

5 Para implementar a funcionalidade acima descrita, a seção de comando de nível baixo 202 inclui uma pluralidade de circuitos redundantes de comando do atuador 216 (216-1, 216-2, 216-3, . . . 216-N) que estão preferivelmente fisicamente separados uns dos outros. Por
10 exemplo, na modalidade descrita, cada circuito de comando do atuador 216 é implementado como uma placa de circuito em separado. Os circuitos de comando do atuador 216 estão cada um acoplados para receber comandos de posição da superfície de comando de voo proveniente do computador de voo 208 por
15 meio de, por exemplo, o barramento de comunicação 212. Os circuitos de comando do atuador 216, em resposta aos comandos de posição da superfície de comando de voo, fornecem comandos da posição do atuador.

Os comandos de posição do atuador que cada
20 circuito de comando do atuador 216 fornece irá depender, por exemplo, da particular lei de comando que está sendo implementada. A particular lei de comando (ou leis de comando) que um circuito de comando do atuador 216 está implementando pode variar dependendo, por exemplo, da
25 particular superfície de comando de voo (ou superfícies) 102-114 que o circuito de comando do atuador 216 está

controlando. Por exemplo, a lei de comando usada para implementar o controle da posição de um elevador 102 pode diferir daquela usada para implementar o controle da posição do leme de direção 104. Será notado que o circuito de comando do atuador 216 pode ser implementado utilizando componentes de circuitos analógicos, dispositivos lógicos programáveis, um ou mais processadores, ou diversas combinações desses ou de outros elementos de circuito. Será adicionalmente notado que a lei(s) de comando(s) que um particular circuito de comando do atuador 216 implementa pode estar baseada ou embutida em hardware ou de outro modo armazenada numa memória local.

Em adição a fornecer comandos de posição do atuador, cada circuito de comando do atuador 216 está também configurado para fornecer um sinal de status representativo de sua saúde. O sinal de status proveniente de cada circuito de comando do atuador 216 é comunicado, por meio do barramento de comunicação 212, ao computador de voo 208, baseado nos sinais de status, determina a operacionalidade de cada um dos circuitos de comando do atuador 216. Os sinais de status podem ser também comunicados, por meio do barramento de comunicação 212, a cada um dos outros circuitos de comando do atuador 216, ou a uma unidade de comando principal 218 (se incluída), ou a ambos a unidade de comando principal 218 e cada um dos outros circuitos de comando do atuador 216.

A unidade de comando principal 218, se incluída, está em comunicação operativa, por meio do barramento de comunicação 212 ou de um barramento de comunicação em separado, com o computador de voo 208 e cada um dos circuitos de comando do atuador 216. A unidade de comando principal 218, entre outras funções, fornece comandos de configuração para cada um dos circuitos de comando do atuador 216. Os comandos de configuração fornecidos a um particular circuito de comando do atuador 216 inclui dados representativos da específica lei de comando (ou leis de comando) que o particular circuito de comando do atuador 216 deve implementar. O circuito de comando do atuador 216, quando do recebimento de um comando de configuração, configura a si próprio para implementar a específica lei de comando (ou leis).

Como foi notado acima, o computador de voo 208, com base nos sinais de status fornecidos a partir dos circuitos de comando do atuador 216, determina a operacionalidade de cada um dos circuitos de comando do atuador 216. Se o computador de voo 208 determina que um circuito de comando do atuador 216 está inoperável, o computador de comando de voo 208 pode, se necessário, fornecer uma solicitação de reconfiguração da unidade de comando principal 218. A unidade de comando principal 218, em resposta à solicitação de reconfiguração, fornece comandos de configuração a um dos circuitos de comando do

atuador 216 que permanece operativo. Dependendo do formado dos comandos de configuração, o circuito de comando do atuador 216 ao qual o comando de configuração foi transmitido, irá implementar as leis de comando do circuito de comando do atuador 216 inoperante, em adição a, ou em lugar de, das leis de comando que ele normalmente implementa.

Numa modalidade alternativa, o computador de voo 208 é configurado para fornecer comandos para o circuito de comando do atuador 216 que irão induzir o circuito de comando do atuador a implementar lei de comandos adicionais, ou diferentes. Nessa modalidade alternativa, a um sinal de reconhecimento ao computador de voo 208. Será adicionalmente notado que a seção de comando de nível baixo 202, em ainda uma outra modalidade alternativa, pode ser implementada sem a unidade de comando principal 218.

A seção de alta energia 204 está disposta afastada da seção de comando de nível baixo 202, e está em comunicação operativa com a seção de comando de nível baixo 202 por meio de conexões redundantes de comunicação 214. A seção de alta energia is adicionalmente acoplada a um ou mais barramentos de energia da aeronave 222 (apenas um é mostrado na FIG. 2) e a cada dos motores atuadores 136. A seção de alta energia 204 recebe o comandos de posição do atuador transmitidos a partir da seção de comando de nível baixo 202. Em resposta aos comandos de posição do atuador,

a seção de alta energia 204 alimenta seletivamente os motores atuadores 136 pelo barramento de energia da aeronave 222.

Para implementar a funcionalidade acima descrita,
5 a seção de alta energia 204 inclui uma pluralidade de circuitos redundantes de energia dos motores 224 (224-1, 224-2, 224-3, . . . 224-N). O circuito de alimentação dos motores 224 está configurado tal que dois circuitos de alimentação dos motores 224 estão associados com cada
10 atuador 122-134. Além disso, cada circuito de alimentação do motor 224 é configurado tal que um único circuito de alimentação do motor 224 pode seletivamente alimentar um ou ambos motores atuadores 136 associado com seu atuador 122-134. Numa modalidade preferida, um circuito de alimentação
15 do motor 224 está ativo e está configurado para alimentar seletivamente ambos os motores atuadores 136, e o outro circuito de alimentação do motor 224 está num modo inativo, ou de reserva. Com essa configuração, se o circuito ativo de alimentação do motor 224 associado com um atuador 122-
20 134 se torna inoperante, o circuito inativo de energia do motor 224 é então ativado e é usado para alimentar seletivamente ambos os motores atuadores 136. Será notado que isso é meramente representativo, e em uma modalidade alternativa cada circuito de alimentação do motor 224 pode
25 estar ativo e configurado para alimentar seletivamente um ou outro de um motor atuador 136 ou ambos os motores

atuadores 136. NEssa modalidade alternativa, se um dos circuitos de alimentação do motor 224 associados com um atuador 122-134 se torna inoperante, o atuador afetado 122-134 será alimentado a partir de um único motor atuador 136.

5 Ou, se um único circuito de alimentação do motor 224 está configurado para alimentar seletivamente dois motores atuadores 136, o circuito de alimentação do motor 224 que permanece operativo irá seletivamente alimentar ambos os motores atuadores 136.

10 Será adicionalmente notado que os circuitos de alimentação dos motores 224 pode ser implementado utilizando qualquer uma das numerosas configurações de circuitos. Na modalidade descrita, entretanto, os circuitos de alimentação do motor 224 inclui cada um, um circuito
15 transceptor 226 e um circuito de comando do motor 228. Para clareza, apenas um dos circuitos de alimentação do motor 224-1 está ilustrado para mostrar esses circuitos 226, 228, cada um dos quais é agora brevemente descrito.

O circuito transceptor 226 recebe comandos de
20 posição do atuador provenientes de, e transmite sinais de realimentação de informação para, a seção de comando de nível baixo 202, por meio das conexões de comunicação 214. O circuito transceptor 226 pode ser implementado utilizando qualquer um dos numerosos tipos de circuitos que
25 implementam ambas as funções de transmitir e receber. A escolha do tipo de circuito transceptor pode depender, por

exemplo, da particular implementação física das conexões de comunicação 214. Como será descrito mais adiante, as conexões de comunicação 214 pode ser implementado utilizando qualquer um dos numerosos tipos de conexões de comunicação cabeados, óticos, ou sem fio. Desse modo, o circuito transceptor 226 pode ser implementado, por exemplo, de acordo com qualquer um dos numerosos tipos de circuitos transceptores RF ou IR ou de acordo com qualquer um dos numerosos tipos de circuitos entrada/saída digitais (I/O). Independentemente da específica implementação física, o circuito transceptor 226, quando do recebimento do comandos de posição do atuador provenientes da seção de comando de nível baixo, adequadamente condiciona e fornece os comandos de posição do atuador para o circuito de comando do motor 228.

O circuito de comando do motor 228 está acoplado ao barramento de energia da aeronave 222 e ao circuito transceptor 226. O circuito de comando do motor 228, quando do recebimento dos comandos de posição do atuador provenientes do circuito transceptor 226, alimenta seletivamente um dos motores atuadores 136 pelo barramento de energia da aeronave 222. O circuito de comando do motor 228 pode ser implementado utilizando qualquer um das numerosas configurações de circuitos para prover essa funcionalidade. Na modalidade descrita, entretanto, o circuito de comando do motor 228 inclui adequados circuitos

lógicos de tradução 232, acionadores 234, e comutadores de energia 236.

O circuito lógico de tradução 232 traduz os comandos de posição do atuador na forma de apropriados
5 sinais lógicos de nível, os quais por sua vez são fornecidos aos acionadores 234. Os acionadores 234, em resposta aos sinais lógicos de nível, fornecem sinais de comutação de acionador àqueles apropriados dos comutadores de energia 236. Os comutadores de energia 236 estão
10 eletricamente acoplados entre o barramento de energia da aeronave 222 e o motor atuador 136. Os comutadores de energia 236, os quais podem ser, por exemplo, SCRs de alta-energia ou de outros tipos de comutadores de energia semicondutores, comutam seletivamente entre os estados
15 condutivos e não condutivos em resposta aos sinais do comutador do acionador, para desse modo alimentar seletivamente o motor atuador 136 pelo barramento de energia da aeronave 222.

Como foi notado acima, o circuito transceptor 226
20 adicionalmente transmite sinais de realimentação de informação para a seção de comando de nível baixo 202. Esses sinais de realimentação de informação podem variar, mas na incluem um sinal de velocidade e um ou mais sinais de posição. Mais especificamente, os sinais de
25 realimentação de informação incluem um sinal de posição do motor e velocidade, que é representativo da posição

rotacional e velocidade do motor atuador (ou motores) 136, um sinal de posição do atuador, que é representativo da posição do atuador, e da posição da superfície de comando de voo 102- 114 à qual o associado atuador 122-134 está
5 acoplado.

Desse modo, como a FIG. 2 adicionalmente mostra, cada motor atuador 136 preferivelmente inclui a unidade de resolução de motor 238, e cada atuador 122-134 preferivelmente inclui um sensor de posição do atuador 242.
10 As unidades de resolução de motor 238 percebe a posição rotacional e a velocidade dos motores atuadores 136 e fornecem sinais da posição do motor e velocidade aos apropriados circuitos transceptores 226. Os sensores de posição do atuador 242 percebem a posição dos atuadores
15 122-134 e fornecem os sinais de posição dos atuadores aos apropriados circuitos transceptores 226. De modo similar, como é mostrado na FIG. 2, os circuitos transceptores 226 também recebem sinais de posição dos atuadores provenientes dos apropriados sensores de posição da superfície de
20 comando 125.

O circuitos transceptores 226 transmitem sinais da posição do motor e de velocidade, os sinais de posição do atuador, e sinais da posição da superfície de comando de volta para a seção de comando de nível baixo 202, por meio
25 das conexões de comunicação 214. O apropriado circuito de comando do atuador 216 na seção de comando de nível baixo

202 utiliza esses sinais de realimentação de informação para, por exemplo, proporcionar a apropriada sincronia do motor atuador 136, tal que os atuadores 122-134 acoplados à mesma superfície de comando 102-114 se movimentem
5 aproximadamente na mesma velocidade. Os circuitos de comando do atuador 216 também comparam esses sinais de realimentação de informação com os atuais comandos do atuador e fornecem comandos atualizados ao atuador, como o necessário, de volta para a seção de alta energia 204 por
10 meio das conexões de comunicação 214.

As conexões redundantes de comunicação 214 podem ser implementadas utilizando qualquer um dos numerosos tipos de conexões de comunicação de alta velocidade cabeados, óticos, ou sem fio. Alguns exemplos não
15 limitantes de adequadas conexões de comunicação de alta velocidade incluem diversos tipos de conexões de comunicação de radiofrequência (RF) sem fio, diversos tipos de infravermelho (IR) sem fio, diversos tipos de cabos de fibra ótica, ou diversos tipos de barramentos cabeados,
20 tais como, por exemplo, os barramentos seriais tipo 1553, apenas para mencionar alguns. Como notado acima, os circuitos de comando do atuador 216 são configuráveis para implementar uma ou mais leis de comando. Desse modo, como a Figura 2 também mostra, as conexões de comunicação 214 são
25 configurados tais que cada circuito de comando do atuador 216 pode se comunicar com os circuitos transceptores 226

associados com cada um dos atuadores de superfícies de comando de voo 122-134.

Durante a operação normal do sistema de atuação de superfície de comando de voo 120, cada circuito de comando do atuador 216 implementa uma específica lei de comando para desse modo controlar um dos atuadores de superfícies de comando de voo 122-134. Se, todavia, um ou mais do circuito de comando do atuador 216, ou um ou mais das conexões de comunicação 214, se torna inoperante, um ou mais dos circuitos de comando do atuador 216 podem ser reconfigurados, como descrito acima, para implementar uma ou mais adicionais ou diferentes leis de comando em adição a, ou em lugar de, das leis de comando que ele normalmente implementa, e fornecer comandos de atuador a cada um dos atuadores afetados 122-134. Como tal, a configuração da seção de comando de nível baixo 202 e as conexões de comunicação 214 provêm o sistema de atuação de superfície de comando de voo 120 com um alto nível de redundância do sistema. Além disso, como foi descrito acima, a configuração da seção de alta energia 204 também proporciona um alto nível de redundância do sistema.

Em adição ao alto nível de redundância, a configuração e a implementação das separadamente dispostas seção de comando de nível baixo 202 e seção de alta energia 204 torna o sistema de atuação de superfície de comando de voo 120 menos suscetível a ruídos eletrônicos. Além disso,

pelo fato de um sistema de cabos de alta energia não estar acoplado entre a seção de comando de nível baixo 202 e a seção de alta energia 204, significativos benefícios de peso e de custo podem ser conseguidos.

5 Será notado que a configuração descrita na Figura 2 e descrita acima é meramente representativa, e que diversas outras configurações podem ser implementadas. Por exemplo, como a FIG. 3 mostra, o sistema 120 pode ser configurado tal que cada circuito de comando do atuador 216
10 não esteja configurável para se comunicar com cada circuito de alimentação do motor 224. Ao contrário, com essa configuração, cada circuito de comando do atuador 216 está em comunicação operativa, por meio de um única conexão de comunicação 214, com apenas dois circuitos de alimentação
15 do motor 224. Com essa configuração, a configuração, a redundância na seção de comando de nível baixo 202 é provida por meio de um ou mais circuitos reserva de comando do atuador 316. Para clareza, a Figura mostra apenas um circuito reserva de comando do atuador 316, embora será
20 notado que a seção de comando de nível baixo 202 pode ser implementada com uma pluralidade de circuitos reserva de comando do atuador 316.

O circuito reserva de comando do atuador 316, diferentemente de outros circuitos de comando do atuador
25 216, está acoplado a cada um dos circuitos de alimentação do motor 224 por meio de um conexão de comunicação 214.

Entretanto, como o circuito de comando do atuador 216 descrito na modalidade anterior, o circuito de comando do atuador 316 é configurável para implementar uma ou mais leis de comando. Com essa modalidade, se um ou mais dos
5 circuitos de comando do atuador 216 normalmente ativos, ou um ou mais das conexões de comunicação 214, se torna inoperante, o circuito reserva de comando do atuador 316 pode ser configurado para implementar uma ou mais leis de comando, e fornecer comandos de atuador para cada um dos
10 atuadores afetados 122-134.

Embora a invenção tenha sido descrita com referência a uma modalidade preferida, será entendido por aqueles usualmente versados na técnica que diversas modificações podem ser feitas e equivalentes podem ser
15 substitutos para os seus elementos sem se afastar do espírito e escopo da invenção. Em adição, muitas modificações podem ser feitas para adaptar uma situação ou material em particular às orientações da invenção sem se afastar de seu escopo essencial. Portanto, é pretendido que
20 a invenção não esteja limitada à modalidade particular revelada como o melhor modo contemplado para realizar essa invenção, mas que a invenção irá incluir todas as modalidades que se insiram no escopo das reivindicações anexas.

- REIVINDICAÇÕES -

1. SISTEMA DE ATUAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE COMANDO DE VÔO, caracterizado por compreender:

um motor atuador (136) configurado, quando de sua
5 alimentação, para fornecer uma força motriz;

um atuador de superfície de comando de vôo (122-134) acoplado para receber a força motriz e operável, quando do recebimento desta, para se movimentar entre as posições recolhida e desdobrada;

10 um circuito de comando do atuador (216) adaptado para ser disposto afastado do motor atuador (136) e atuador de superfície de vôo (122-134), o circuito de comando do atuador (216) adaptado para receber comandos de posição da superfície de vôo e operável, em resposta a isto, para
15 transmitir comandos de posição do atuador; e

um circuito de alimentação do motor (224) em comunicação operativa com, e adaptado para ser disposto afastado, do circuito de comando do atuador (216), e adaptado para acoplar um barramento de energia da aeronave
20 (222), circuito de alimentação do motor atuador (224) configurado para receber os transmitidos comandos de posição do atuador e, quando do seu recebimento, alimentar seletivamente o motor atuador (136) pelo barramento de energia da aeronave (222).

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de alimentação do motor (224) compreender:

um circuito transceptor (226) configurado para
5 receber o comandos de posição do atuador transmitidos pelo circuito de comando do atuador (216);

um circuito de comando do motor (228) acoplado para receber o comandos de posição do atuador recebidos pelo circuito transceptor e operável, em resposta a isto,
10 para alimentar seletivamente o motor atuador (136) pelo barramento de energia da aeronave (222).

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de comando do atuador (216) ser configurado para se comunicar com um ou mais outros
15 circuitos de comando do atuador (216).

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

o circuito de comando do atuador (216) ser operável, quando do recebimento dos comandos de posição da
20 superfície de voo, para implementar uma ou mais leis de comando do atuador para desse modo gerar os comandos de posição do atuador; e

o circuito de comando do atuador (216) estar adicionalmente adaptado para receber um comando de
25 configuração, e estar adicionalmente operável, quando do

recebimento deste, para implementar a uma ou mais das leis de comando do atuador.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:

5 um sensor de velocidade rotacional (238) operável para perceber a velocidade rotacional do motor e fornecer um sinal representativo dessa velocidade rotacional,

onde:

10 o circuito de alimentação do motor (224) está acoplado para receber o sinal da velocidade rotacional e está adicionalmente operável para transmitir o sinal da velocidade rotacional para o circuito de comando do atuador (216), e

15 o circuito de comando do atuador (216) está acoplado para receber o sinal da velocidade rotacional transmitido a partir do circuito de alimentação do motor (224) e ser operativo, em resposta a isto, para transmitir comandos atualizados de posição do atuador.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:

 um sensor de posição do atuador (242) operável para perceber a posição do atuador e fornecer um sinal de
25 posição do atuador que o representa,

onde:

o circuito de alimentação do motor (224) está acoplado para receber o sinal de posição do atuador e está adicionalmente operável para transmitir o sinal de posição do atuador para o
5 circuito de comando do atuador (216),

o circuito de comando do atuador (216) está acoplado para receber o sinal de posição do atuador transmitido a partir do circuito de alimentação do motor (224) e ser operativo, em
10 resposta a isto, para transmitir comandos atualizados de posição do atuador.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:

um sensor de posição da superfície de comando
15 (125) operável para perceber a posição da superfície de comando de voo e fornecer um sinal representativo dessa posição da superfície de comando,

onde:

o circuito de alimentação do motor (224)
20 está acoplado para receber o sinal de posição da superfície de comando e está adicionalmente operável para transmitir os sinais de posição do atuador para o circuito de comando do atuador (216), e

o circuito de comando do atuador (216)
25 está acoplado para receber o sinal de posição da

superfície de comando transmitido a partir do circuito de alimentação do motor (224) e ser operativo, em resposta a isto, para transmitir comandos atualizados de posição do atuador.

5 8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de comando do atuador (216) e o circuito de alimentação do motor (224) estarem em comunicação operativa por meio de uma conexão de comunicação (214) por meio de radiofrequência (RF).

10 9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de comando do atuador (216) e o circuito de alimentação do motor (224) estarem em comunicação operativa por meio de uma conexão de comunicação (214) por meio de infravermelho (IR).

15 10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de comando do atuador (216) e o circuito de alimentação do motor (224) estarem em comunicação operativa por meio de uma conexão de comunicação (214) por meio de conexão de dados seriais.

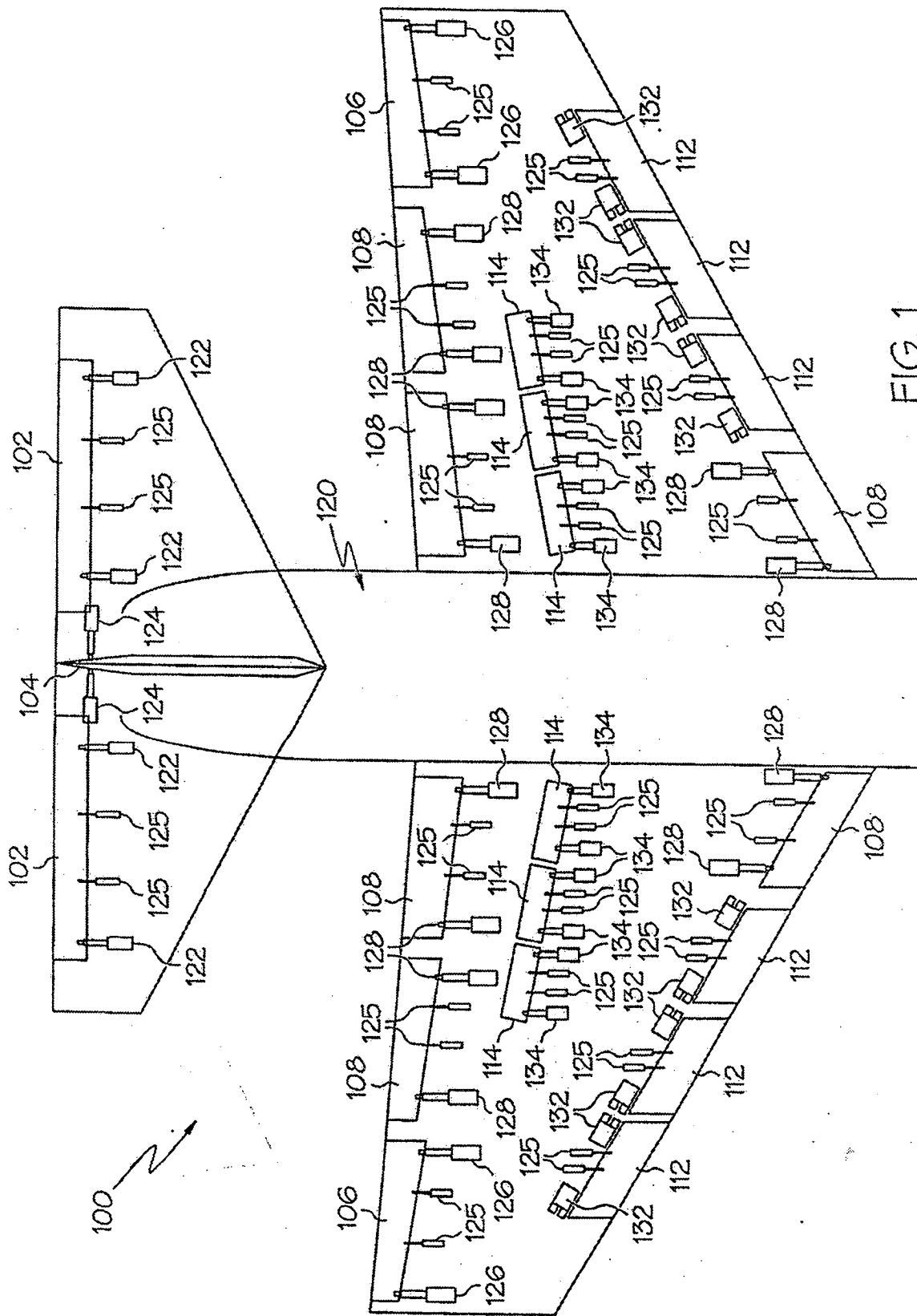


FIG. 1

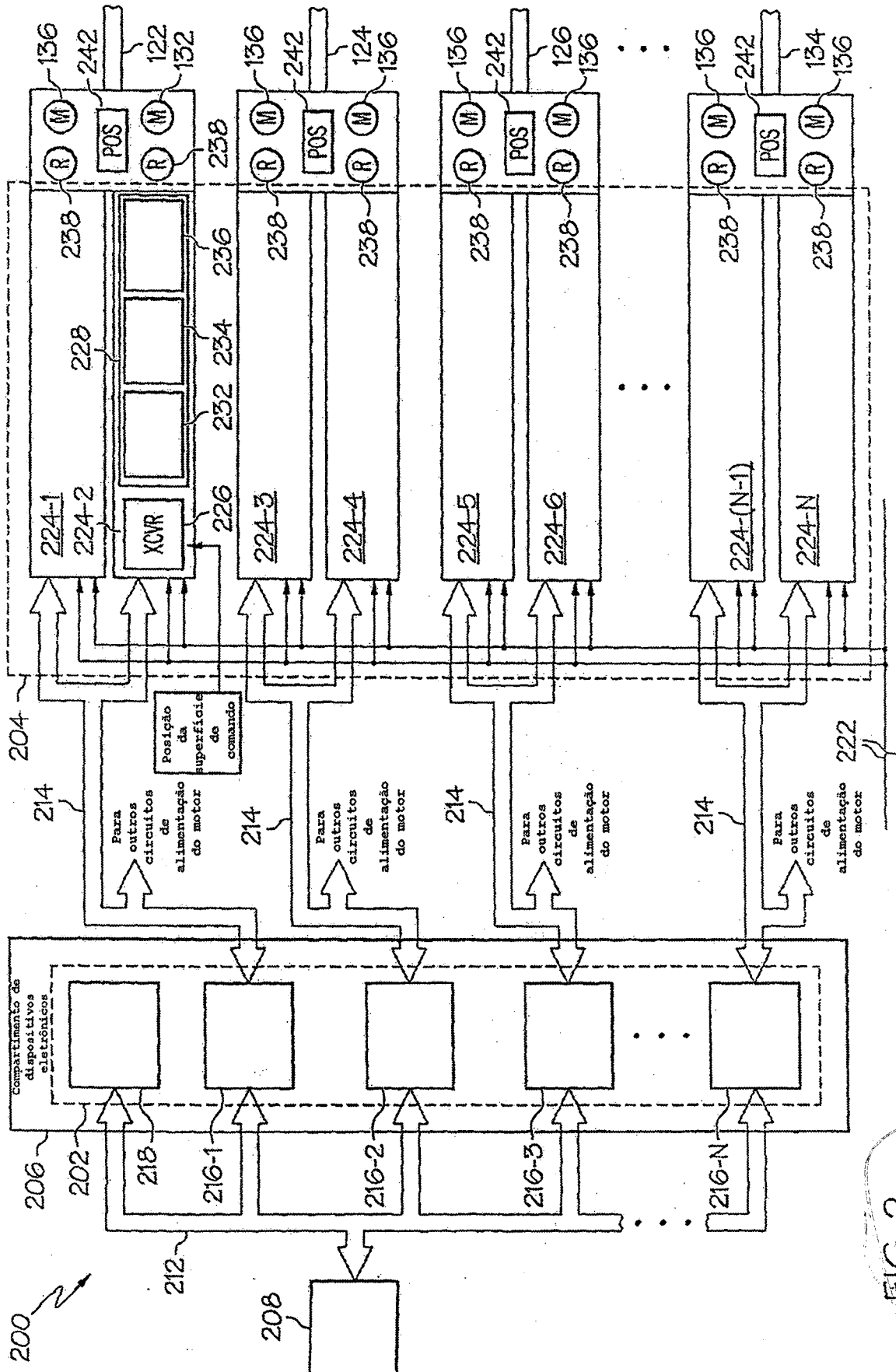
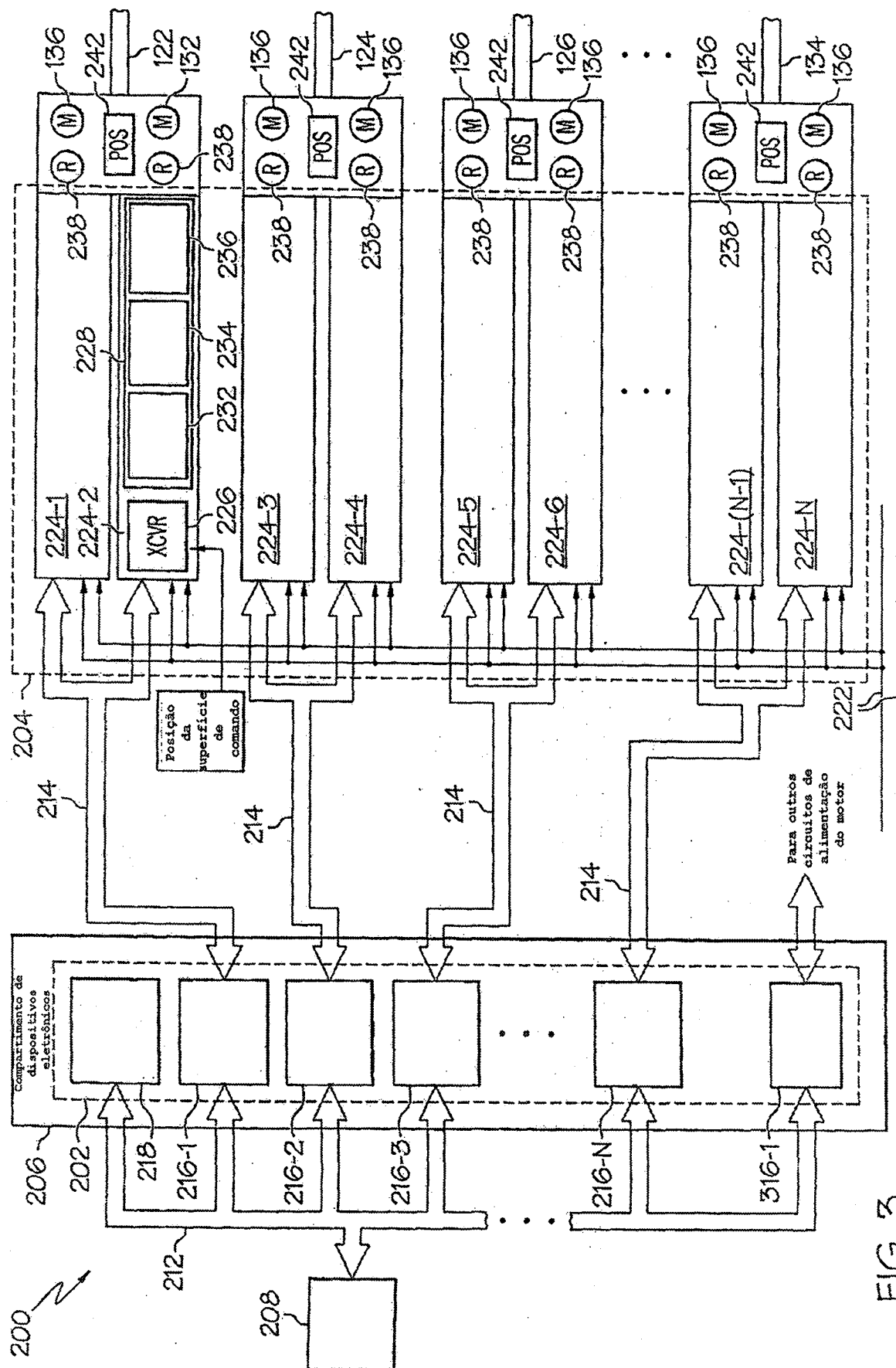


FIG. 2



- RESUMO -

SISTEMA DE ATUAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE COMANDO DE VÔO

Um sistema elétrico de atuação de superfície de comando de vôo (120) é implementado utilizando uma seção de comando de nível baixo (202) e uma seção de alta energia. A
5 seção de comando de nível baixo (202) está disposta dentro de um compartimento de dispositivos eletrônicos (206) dentro da aeronave (100), e está em comunicação operativa com um ou mais computadores de vôo (206) por meio de um
10 barramento de comunicação (212). Os computadores de vôo (206) fornecem comandos de posição da superfície de comando de vôo para a seção de comando de nível baixo (202), que por sua vez transmite comandos atuadores para a seção de alta energia (204) por meio de uma pluralidade de conexões
15 redundantes de comunicação (214). A seção de alta energia (204) está disposta afastada da seção de comando de nível baixo (202) e, em adição a estar em comunicação operativa com a seção de comando de nível baixo (202), está acoplada a um barramento de energia da aeronave (222) e a cada um
20 dos atuadores (121-134). A seção de alta energia (204) recebe os comandos de posição do atuador transmitidos da seção de comando de nível baixo (202) e, em resposta, alimenta seletivamente os atuadores (122-134) pelo barramento de energia da aeronave (222).



PI0611602-7

- 1/5 -

- REIVINDICAÇÕES -

1. SISTEMA DE ACIONAMENTO DE SUPERFÍCIE DE CONTROLE DE VÔO, caracterizado por compreender:

- um motor acionador (136) configurado, mediante ser energizado, para suprir uma força de ativação;

- um acionador de superfície de controle de vôo (122-134) acoplado para receber a força de atuação e operável, mediante recebimento da mesma, para mover entre posições recolhida e estendida;

10 - um circuito de controle de acionador (216) adaptado para ser disposto remotamente a partir do motor acionador (136) e acionador de superfície de vôo (122-134), o circuito de controle de acionador (216) adaptado para receber comandos de posição de superfície de vôo e operável, em resposta ao mesmo, para transmitir comandos de
15 posição de acionador; e

- um circuito de força de motor (224) em comunicação operável com, e adaptado para ser disposto remotamente a partir do circuito de controle de acionador (216), e
20 adaptado para acoplar a um condutor de força de aeronave(222), o circuito de força de motor de acionador((224) configurado para receber os comandos de posição de acionador transmitidas e, mediante recebimento das mesmas, para seletivamente energizar o motor de

acionador (136) a partir do condutor de força de aeronave(222).

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de força de motor(224)
5 compreender:

- um circuito transceptor (226) configurado para receber os comandos de posição de acionador transmitidos pelo circuito de controle de acionador(216);

- um circuito de controle de motor (228) acoplado para
10 receber os comandos de posição de acionador recebidos pelo circuito transceptor e operável, em resposta ao mesmo, para seletivamente energizar o motor de acionador (136) a partir do condutor de força de aeronave(222).

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1,
15 caracterizado por o circuito de controle de acionador (216) ser configurado para comunicar com um ou mais outros circuitos de controle de acionador (216).

4. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

20 - o circuito de controle de acionador (216) ser operável, mediante recebimento dos comandos de posição de superfície de voo, para implementar uma ou mais leis de controle de acionamento para desse modo gerar os comandos de posição de acionador; e

- o circuito de controle de acionador (216) sendo adicionalmente adaptado para receber um comando de configuração, e sendo adicionalmente operável, mediante recebimento do mesmo, para implementar a uma ou mais leis
5 de controle de acionador.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:

- um sensor de velocidade rotacional (238) operável para detectar velocidade rotacional de motor e suprir um
10 sinal de velocidade rotacional representativo do mesmo,
no qual

- o circuito de força de motor (224) é acoplado para receber o sinal de velocidade rotacional e é ainda operável para transmitir o sinal de velocidade rotacional para o
15 circuito de controle de acionador (216), e

- o circuito de controle de acionador (216) é acoplado para receber o sinal de velocidade rotacional transmitido a partir do circuito de força do motor (224) e é operável, em resposta ao mesmo, para transmitir comandos de posição de
20 atuador atualizados.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:

- um sensor de posição de acionador (242) operável para detectar posição de acionador e suprir um sinal de

posição de acionador representativo do mesmo,

no qual:

- o circuito de força de motor (224) é acoplado para receber o sinal de posição de acionador e é adicionalmente
5 operável para transmitir o sinal de posição de acionador ao circuito de controle de acionador(216), e

- o circuito de controle de acionador (216) é acoplado para receber o sinal de posição de acionador transmitido a partir do circuito de força de motor (224) e é operável, em
10 resposta ao mesmo, par transmitir comandos de posição de acionado atualizadas.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:

- um sensor de posição de superfície de controle(125)
15 operável para detectar posição de superfície de controle de voo e suprir um sinal posição de superfície de controle representativo do mesmo,

no qual:

- o circuito de força de motor(224) é acoplado para
20 receber o sinal posição de superfície de controle e é adicionalmente operável para transmitir os sinais de posição de acionador ao circuito de controle de acionador(216), e

- o circuito de controle de acionador(216) é acoplado

para receber o sinal de posição de superfície de controle transmitido a partir do circuito de força de motor (224) e é operável, em resposta ao mesmo, para transmitir comandos de posição de acionador atualizados.

5 8. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito d controle de acionador (216) e o circuito de força de motor (224) estarem em comunicação operável via uma ligação de comunicação de frequência de rádio(RF).

10 9. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de controle de acionador(216) e o circuito de força de motor (224) estarem em comunicação operável via uma ligação de comunicação de infravermelho (IR).

15 10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o circuito de controle de acionador (216) e o circuito de força de motor (224) estarem em comunicação operável via uma ligação de dados serial.