



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0715266-3 B1



(22) Data do Depósito: 24/09/2007

(45) Data de Concessão: 07/04/2020

(54) Título: SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE AERONAVES SEM COMANDO HUMANO E MÉTODO PARA TRANSFERIR UMA AERONAVE

(51) Int.Cl.: B64F 1/22; G08G 5/06.

(30) Prioridade Unionista: 16/05/2007 US 11/798,777; 28/09/2006 US 11/528,647.

(73) Titular(es): ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD..

(72) Inventor(es): ARIE PERRY; RAN BRAIER.

(86) Pedido PCT: PCT IL2007001172 de 24/09/2007

(87) Publicação PCT: WO 2008/038270 de 03/04/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/03/2009

(57) Resumo: SISTEMA E MÉTODO PARA TRANSFERIR AERONAVES. Trata-se de um método para transferir aeronaves e um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O sistema de transferência de aeronaves inclui: a recepção de um sinal de transferência responsivo a um movimento de um componente de controle de aeronave; e a transferência de uma aeronave. Por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em resposta ao sinal de transferência.

SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE AERONAVES SEM COMANDO HUMANO E MÉTODO PARA TRANSFERIR UMA AERONAVE

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a sistemas e métodos para transferir aeronaves.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Nos aeroportos modernos o terminal fica localizado relativamente longe das pistas. As aeronaves utilizam os seus motores a jato para se deslocar do terminal a uma pista (a dita operação também é conhecida como rolamento para fora) e para se deslocar de uma pista ao terminal (a dita operação também é conhecida como rolamento para dentro),

[003] Esses motores a jato são muito ruidosos, causam problemas de segurança, queimam grandes quantidades de combustível e causa uma poluição significativa do ar, a emissão de grandes quantidades de CO₂.

[004] O atraso do tráfego de rolamento é o maior de todos os atrasos dos movimentos da aviação, o atraso no rolamento para fora médio em minutos por voo é aproximadamente duas vezes o atraso no ar. Embora a aeronave queime aproximadamente cinco vezes mais rapidamente do que quando no ar, os custos de tripulação e de equipamento transformam a taxa de despesas para rolamento a aeronave em aproximadamente 2/3 da taxa para a aeronave no ar. Conseqüentemente, o custo do atraso no rolamento para fora excede o atraso no ar em aproximadamente 1/3, totalizando mais de 1 bilhão de dólares anualmente. Pelo movimento em terra controlado na torre de forma automatizada, é possível uma economia significativa nos atrasos no rolamento, o que resulta em um custo anual significativo. Isto deve ser aumentar as economias de

combustível queimado durante o rolamento executado por tratores ou robôs de reboque.

[005] O combustível de jato é uma das duas maiores despesas operacionais das linhas aéreas (a outra é o custo da mão-de-obra), constituindo 25-30% do custo anual de operação de uma linha aérea típica. Portanto, a economia no consumo de combustível é um dos principais esforços para todas as linhas aéreas atualmente. Os preços de combustível de jato aumentaram de menos do que 1\$/galão em 2001 para 2\$/galão em 2006 e se espera alcançar 2,5 \$/galão ou mais em 2010, tornando o problema crítico para a indústria aeronáutica.

[006] Durante o rolamento, o consumo de combustível típico da aeronave é de aproximadamente 3.200 libras por hora (9,0 galões por minuto). O tempo típico do rolamento para fora é atualmente de trinta minutos e está aumentando constantemente com o aumento do tráfego aéreo em todo o mundo. Em média, tipicamente, o tempo de rolamento para fora é três vezes maior do que o tempo de rolamento para dentro. Desse modo, um mínimo de quarenta minutos do tempo de rolamento para fora mais rolamento para dentro queima 360 galões de combustível no solo do aeroporto por voo, e este número está aumentando.

[007] A poluição de ar nos aeroportos evoluiu para um perigo enorme e significativo, e continua evoluindo devido ao incremento no tráfego aéreo em todo o mundo. A emissão de gás em um motor a jato é de aproximadamente 8 quilogramas de CO₂ por galão. Em um tempo de rolamento para fora mais rolamento para dentro de quarenta minutos típico, uma aeronave emite 2,9 toneladas de CO₂, um problema muito crítico.

[008] Em 2010, a previsão é de mais de um bilhão (1B) de rotas aéreas, ou aproximadamente quinze milhões (15M) de vôos em um ano, somente nos Estados Unidos, sem se referir ao tráfego aéreo em todo o mundo. Para cada 100 galões de combustível poupados durante o rolamento por vôo, são aproximadamente 3.0 B\$ em combustível e 12M de toneladas na emissão de CO₂, nos Estados Unidos.

[009] Um aeroporto movimentado típico tem mais de 1.000 partidas por dia ou aproximadamente 400.000 vôos por ano. Cada 10 0 galões de combustível poupados por vôo se traduzem em 4 0M de galões de combustível poupados por ano por aeroporto, ou economias anuais de 80M\$ na despesa com combustível por aeroporto (2\$/gal atualmente), em que as economias reais são muito mais elevadas.

[010] A fim de reduzir o uso dos motores a jato, foram providos vários sistemas de reboque de aeronaves. Alguns são ilustrados nas seguintes patentes e pedidos de patentes, todo os quais são aqui incorporados a título de referência: Patente Norte-americana 6.3 05.4 84 de Leblanc; Patente Norte-americana 5.219.033 de Pollner et al. ; Patente Norte-americana 5.314.28 7 de Wichert; Patente Norte-americana 5.860.785 de Eberspacher; Patente Norte-americana 6.2 83.6 96 de Trummer et al. ; Patente Norte-americana 6.352.130 de Klein et al. ; Patente Norte-americana 6.543.790 de Johnson; Patente Norte-americana 6,675.920 de Diez et al.; publicação de pedido de patente norte-americano número de série 2006/0056949 de Eckert; publicação de pedido de patente norte-americano número de série 2003/095854 de Abela; publicação de pedido de patente norte-americano número de série E. U. 2005/196256 de Rodenkirch et al. ; pedido de patente europeu 649787A1 de Michelson et

AL, e publicação de pedido de patente PCT número de série W0/04 02 8 9 03A1 de Maggiori.

[011] Há uma necessidade quanto a um método e um sistema eficientes para transferir uma aeronave.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA PRESENTE INVENÇÃO

[012] É apresentado um sistema de transferência aeronaves sem comando humano. O sistema inclui um módulo de transferência adaptado para transferir uma aeronave, e um controlador, acoplado ao módulo de transferência, adaptado para receber um sinal de transferência responsivo de um movimento de um componente de controle da aeronave e em resposta controla o módulo de transferência.

[013] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano inclui um sensor adaptado para detectar um movimento induzido pelo controle de esterçamento da engrenagem de aterrissagem e em resposta envia um sinal de transferência ao controlador.

[014] Convenientemente, o sistema é adaptado para detectar um movimento do componente de controle da aeronave.

[015] Convenientemente, os comandos de esterçamento são detectados por um sensor adaptado para detectar os movimentos induzidos pelo controle da engrenagem de aterrissagem.

[016] Convenientemente, os comandos de esterçamento são obtidos tanto direta quanto indiretamente de pelo menos um componente de controle da aeronave (tal como uma alavanca de controle de voo, um afogador, um pedal, um volante) e a aeronave é transferida em resposta a estes comandos de esterçamento. Um componente de controle da aeronave pode afetar

o movimento no ar ou no solo da aeronave, especialmente quando a aeronave pode se mover de maneira autônoma.

[017] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano inclui: (i) um módulo de transferência adaptado para suportar uma engrenagem de aterrissagem de uma aeronave e para transferir a aeronave; (ii) um sensor adaptado para detectar os movimentos induzidos pelo controle de esterçamento da engrenagem de aterrissagem ou de outros dispositivos de controle da aeronave (tais como uma alavanca de controle de vôo, um afogador, um pedal, um volante); e (iii) um controlador, conectado ao sensor e ao módulo de transferência, adaptado para receber pelo menos um sinal de detecção de pelo menos um sensor e em resposta controla o módulo de transferência.

[018] Convenientemente, o controlador também é adaptado para ser controlado remotamente.

[019] Convenientemente, o módulo de transferência inclui múltiplas rodas controladas independentemente.

[020] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano inclui uma interface de áudio adaptada para receber sinais de áudio modulados representativos dos comandos de esterçamento da aeronave e para controlar o módulo de transferência em resposta a estes comandos de esterçamento.

[021] Convenientemente, o sistema inclui sensores de localização conectados ao controlador e o controlador é adaptado para controlar o módulo de transferência em resposta a uma localização do sistema.

[022] Convenientemente, o controlador é

conectado a um módulo de controle manual, a bordo, e é adaptado para controlar o módulo de transferência em resposta aos comandos fornecidos pelo módulo de controle manual.

[023] Um método para transferir uma aeronave que inclui:

[024] a recepção de um sinal de transferência responsivo de um movimento de um componente de controle da aeronave; e

[025] a transferência de uma aeronave, por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em resposta ao sinal de transferência.

[026] Convenientemente, a recepção inclui a detecção de um movimento dos componentes de controle da aeronave e a geração de um sinal de transferência.

[027] Convenientemente, a recepção inclui a detecção, por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, dos movimentos induzidos pelo controle de esterçamento de uma engrenagem de aterrissagem da aeronave.

[028] Um método para transferir uma aeronave, em que o método inclui: (i) a detecção, por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, dos movimentos rotativos induzidos pelo controle de esterçamento de uma engrenagem de aterrissagem da aeronave; e (ii) a transferência de uma aeronave, pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em resposta aos movimentos induzidos pelo controle de esterçamento detectados de uma engrenagem de aterrissagem.

[029] Convenientemente, o método inclui a recepção dos sinais de controle representativos de um comando para alterar uma velocidade da aeronave e em que a

transferência é responsiva ao comando.

[030] Convenientemente, a transferência também é responsiva aos comandos remotamente transmitidos.

[031] Convenientemente, a transferência inclui o controle independente de pelo menos duas rodas independentemente controladas.

[032] Convenientemente, o método inclui a recepção de sinais de áudio modulados representativos de comandos de esterçamento e em que a transferência é responsiva a estes comandos.

[033] Convenientemente, o método inclui a determinação de uma localização da aeronave rebocada e em que o sistema de transferência é responsivo à posição detectada.

[034] Convenientemente, o método inclui a recepção de comandos de um operador e em que a transferência é responsiva aos comandos recebidos.

[035] Um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em que o sistema inclui: um módulo de transferência adaptado para transferir uma aeronave ao aplicar esterçamento de derrapagem; e um controlador, adaptado para receber os sinais de controle de esterçamento e os sinais de controle da velocidade e em resposta controla o módulo de transferência; em que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano é adaptado para ser alinhado com a engrenagem de aterrissagem durante movimentos rotativos da aeronave.

[036] Convenientemente, o sistema inclui um sensor adaptado para detectar os movimentos induzidos pelo controle de esterçamento da engrenagem de aterrissagem; e para fornecer os sinais de controle de esterçamento do controlador.

[037] Convenientemente, o sistema é adaptado

para controlar uma velocidade da aeronave em resposta aos comandos da velocidade enviados pelo piloto.

[038] Convenientemente, o controlador também é adaptado para ser controlado remotamente.

[039] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano inclui uma interface de áudio adaptada para receber os sinais modulados representativos dos comandos do esterçamento da aeronave e para enviar estes sinais modulados ao controlador que é adaptado para controlar o módulo de transferência em resposta aos comandos de áudio.

[040] Convenientemente, o sistema inclui adicionalmente sensores de localização acoplados ao controlador, em que o controlador é adaptado para controlar o módulo de transferência em resposta a uma localização do sistema.

[041] Convenientemente, o controlador é adaptado para detectar uma falha de sistema e em resposta para separar o sistema da aeronave.

[042] Convenientemente, o controlador é conectado a um modulo de controle manual e o controlador é adaptado para controlar o módulo de transferência em resposta aos comandos fornecidos pelo módulo de controle manual.

[043] Um método para transferir uma aeronave, em que o método inclui: a recepção de sinais de controle de esterçamento e sinais de controle da velocidade; e em resposta a transferência da aeronave por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano mediante a aplicação de esterçamento de derrapagem e a manutenção de um alinhamento entre o sistema de transferência de aeronaves sem comando

humano e a aeronave durante movimentos rotativos da aeronave.

[044] Convenientemente, a recepção inclui a recepção de comandos da velocidade enviados pelo piloto.

[045] Convenientemente, a transferência também é responsiva aos comandos remotamente transmitidos.

[046] Convenientemente, o método inclui adicionalmente a recepção de comandos de áudio.

[047] Convenientemente, o método inclui a determinação de uma localização da aeronave e em que a transferência é responsiva à localização detectada.

[048] Convenientemente, o método inclui a detecção de um obstáculo e o fornecimento de uma indicação do obstáculo.

[049] Convenientemente, o método inclui a recepção de comandos de um operador, um motorista de segurança que assenta no robô em tempo de emergência, durante operações de manutenção ou algo do gênero, e em que a transferência é responsiva aos comandos recebidos.

[050] De acordo com uma realização da invenção, é apresentado um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O sistema inclui: (i) um módulo de transferência adaptado para transferir uma aeronave; (ii) um retentor de engrenagem de aterrissagem, adaptado para prender firmemente uma engrenagem de aterrissagem da aeronave; em que o retentor da engrenagem de aterrissagem é conectado em pivô a um elemento estrutural do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano; e (iii) um controlador, acoplado ao módulo de transferência, adaptado para controlar o módulo de transferência em resposta a um movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem.

[051] Convenientemente, o sistema inclui um sensor, adaptado para detectar os movimentos induzidos pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem.

[052] Convenientemente, o sistema inclui um amortecedor, conectado ao elemento estrutural.

[053] Convenientemente, o elemento estrutural é conectado a elementos móveis.

[054] Convenientemente, o elemento estrutural é conectado aos amortecedores conectados a elementos móveis.

[055] De acordo com uma realização da invenção, é apresentado um método para transferir uma aeronave. O método inclui: (i) a recepção de um sinal de transferência responsivo de um movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem, em que o retentor da engrenagem de aterrissagem prende firmemente uma engrenagem de aterrissagem da aeronave, e é conectado em pivô a um elemento estrutural do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano; e (ii) a transferência de uma aeronave, pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em resposta ao sinal de transferência.

[056] Convenientemente, o método inclui a detecção do movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem.

[057] Convenientemente, o método inclui a descarga da energia resultante de uma mudança rápida em uma velocidade

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[058] A presente invenção será compreendida e apreciada de maneira mais abrangente a partir da seguinte descrição detalhada tomada conjuntamente com os desenhos, nos

quais:

[059] as Figuras 1 e 2 ilustram uma aeronave que está sendo transferida por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com uma realização da invenção;

[060] a Figura 3 ilustra um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com uma realização da invenção

[061] a Figura 4 ilustra um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com uma realização da invenção;

[062] a Figura 5 ilustra uma parte inferior de uma engrenagem de aterrissagem e múltiplas molas e placas;

[063] as Figuras 6-9 ilustram sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com várias realizações da invenção;

[064] a Figura 10 ilustra uma engrenagem de aterrissagem e um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com várias realizações da invenção;

[065] as Figuras 11 e 12 ilustram múltiplas aeronaves e múltiplos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano dentro de um aeroporto, de acordo com uma realização da invenção;

[066] a Figura 13 é um fluxograma de um método para transferir uma aeronave, de acordo com uma realização da invenção;

[067] a Figura 14 ilustra um método para controlar múltiplos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com uma realização da invenção;

[068] a Figura 15 ilustra um método para

transferir uma aeronave de acordo com uma realização da invenção;

[069] as Figuras 16 e 17 ilustram um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com uma realização da invenção;

[070] a Figura 18 ilustra um método para transferir uma aeronave de acordo com uma realização da invenção; e

[071] a Figura 19 ilustra um retentor da engrenagem de aterrissagem, de acordo com uma realização da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

[072] De acordo com uma realização da invenção, é apresentado um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O sistema é controlado por um ou mais componentes de controle da aeronave (tal como uma alavanca de controle do vôo, um afogador, um pedal, um volante) e a aeronave é transferida em resposta a estes comandos de esterçamento. Um componente de controle da aeronave pode afetar o movimento no ar ou no solo da aeronave, especialmente quando a aeronave pode se mover de maneira autônoma.

[073] Convenientemente, um movimento virtual ou físico de um ou mais componentes de controle de transferência da aeronave pode ser rastreado, tal como a alavanca de controle do vôo que é utilizada para controlar a velocidade no ar ou a velocidade no solo da aeronave. Deve ser observado que o rastreamento pode ser feito por componentes eletro-ópticos, por componentes elétricos, mediante a adição de um dispositivo de rastreamento no painel de controle, dentro do painel de controle, em conexão a um dos computadores das aeronaves, e

outros ainda.

[074] Convenientemente, é apresentado um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O sistema inclui um módulo de transferência adaptado para transferir uma aeronave, e um controlador, conectado ao módulo de transferência, adaptado para receber um sinal de transferência responsivo a um movimento de um componente de controle da aeronave e em resposta o controle do módulo de transferência.

[075] Convenientemente, o sistema é adaptado para detectar um movimento do componente de controle da aeronave.

[076] Convenientemente, os comandos de esterçamento são detectados por um sensor adaptado para detectar os movimentos induzidos pelo controle da engrenagem de aterrissagem.

[077] O piloto pode controlar o movimento no solo de uma aeronave utilizando um ou mais componentes de controle de transferência da aeronave. O controle pode envolver o envio de comandos de esterçamento (que ditam a direção da aeronave) e comandos relacionados à velocidade (que ditam a velocidade da aeronave).

[078] Convenientemente, a transferência da aeronave é controlada em resposta aos movimentos mecânicos de uma aeronave ou de sua engrenagem de aterrissagem. Os comandos de esterçamento podem ser detectados pelo monitoramento dos movimentos rotativos da engrenagem de aterrissagem em torno do seu eixo geométrico. O sistema e o método recebem comandos da cabina do piloto para alterar a velocidade da aeronave e em resposta podem alterar a velocidade do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[079] Convenientemente, a engrenagem de aterrissagem inclui um pino de segurança que, uma vez fixado na engrenagem de aterrissagem, permite que a engrenagem de aterrissagem seja girada pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. Este pino de segurança é removido uma vez que a aeronave esteja prestes a decolar. O pino pode ser removido durante uma última verificação pré-vôo que também é conhecida como a verificação de última hora, em uma área da verificação de última hora. Esta área da verificação de última hora também pode incluir um dispositivo de aplicação de um meio de combate a incêndio, e outros ainda. Deve ser observado que o piloto pode iniciar os motores a jato antes da verificação de última hora e enquanto o pino de segurança ainda estiver fixado na engrenagem de aterrissagem.

[080] De acordo com uma realização da invenção, o sistema de transporte de aeronaves sem comando humano utiliza o esterçamento de derrapagem e convenientemente também coloca a engrenagem de aterrissagem no centro geométrico do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. Consequentemente, as rodas do sistema de transporte de aeronaves sem comando humano são fixas, sem nenhum dispositivo de esterçamento, mas a sua velocidade e opcionalmente a direção de sua rotação pode ser controlada de maneira tal que as rodas em um lado do sistema podem ser giradas independentemente das rodas do outro lado do sistema. Convenientemente, a engrenagem de aterrissagem pode ser girada ao longo de seus eixos geométricos utilizando o esterçamento de derrapagem. Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano é alinhado com a engrenagem de aterrissagem durante movimentos rotativos da engrenagem de aterrissagem.

[081] Convenientemente, um piloto pode utilizar a mesma unidade de controle de esterçamento quando estiver sendo transferido por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e quando a aeronave se mover de maneira autônoma no solo por meio de seus motores a jato tal como executado em um rolamento normal. De acordo com uma outra realização da invenção, o piloto pode usar a alavanca de controle de vôo do piloto para a mudança do esterçamento e da velocidade. De acordo com uma outra realização da invenção a mesma unidade de controle de esterçamento é utilizada para enviar controles ao sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e enquanto a aeronave se mover de maneira autônoma no solo. Em ambas estas realizações alternativas, os comandos podem ser enviados ao sistema de transferência de aeronaves sem comando humano por fio, de uma maneira sem fio, e outros ainda.

[082] De acordo com uma realização da invenção a velocidade do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano é controlada pelo piloto. O controle pode ser executado utilizando uma alavanca de controle dedicado, uma manopla, uma alavanca ou um dispositivo.

[083] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano é completamente automatizado. O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano também pode ser controlado manualmente. Adicional ou alternativamente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode ser controlado remotamente. Um sistema de controle central pode controlar múltiplos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano. O sistema de controle central pode otimizar o processo de

rolamento para dentro e de rolamento para fora de múltiplas aeronaves.

[084] O sistema de transferência de aeronaves é controlado por computador e comandado por um sistema de controle central. O sistema de controle central pode rastrear as localizações de múltiplos sistemas de transferência de aeronaves e fornecer indicações visuais a um operador. Esta apresentação visual e detalhada do processo de rolamento para dentro e de rolamento para fora irá substituir o método baseado na voz da técnica anterior do processo de controlar o rolamento para dentro e o rolamento para fora.

[085] Convenientemente, o processo de transferência é completamente controlado pelo piloto da aeronave, e o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode transferir a aeronave de uma maneira similar àquela em que a aeronave foi transferida na ausência do sistema.

[086] Convenientemente, o piloto pode utilizar uma combinação de operações de esterçamento a fim de enviar comandos ao sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[087] De acordo com uma outra realização do processo da invenção, o processo de rolamento para dentro e de rolamento para fora pode ser totalmente automatizado e não requer nenhuma intervenção do piloto. A automatização completa inclui o controle de um ou mais sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano por um sistema de controle central que se comunica sem fio com múltiplos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano.

[088] O sistema de controle central pode aumentar a segurança do tráfego no solo, de veículos tripulados

e não tripulados que estão posicionados no aeroporto. O sistema de controle central pode impedir conflitos entre entidades móveis nos terrenos do aeroporto: pedestres, veículos tripulados, veículos robóticos e aeronaves. O sistema de controle central também pode controlar operações de detecção e desvio de obstáculos, coordenação do controle de tráfego com aeronaves, outros veículos e pessoal, etc.

[089] De acordo com uma outra realização da invenção, um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e/ou o sistema de controle central podem ter capacidades de evitar colisões. O sistema de controle central pode impedir colisões pelo monitoramento à distância entre aeronaves adjacentes e mantendo uma determinada distância predefinida entre as aeronaves, O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode impedir colisões ao detectar a distância da aeronave em relação a outros objetos. Se um objeto estiver demasiadamente próximo, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode fornecer uma indicação áudio/visual e/ou pode alterar a transferência da aeronave de maneira correspondente.

[090] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano suporta a engrenagem de aterrissagem do nariz. O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode aplicar qualquer método da técnica anterior para suportar a engrenagem de aterrissagem do nariz. Por exemplo, pode ter uma superfície inclinada na qual uma ou mais rodas da engrenagem de aterrissagem podem subir.

[091] Pelo menos as rotações do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano são controladas

pelo sistema de esterçamento regular que é utilizado pelo piloto quando a aeronave se moveu no solo sem ser conectada ao sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. Em algumas aeronaves o sistema de esterçamento inclui um volante, bem como pedais de freio. Em outras aeronaves o sistema de esterçamento inclui um par de pedais que são utilizados para controlar a rotação e a velocidade da aeronave.

[092] Deve ser observado que várias rodas podem ser utilizadas para o esterçamento, para a transferência, ou uma combinação de ambos.

[093] Convenientemente, uma vez que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano suporta a engrenagem de aterrissagem do nariz, a aeronave é transferida em suas engrenagens de aterrissagem traseiras e no sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O sistema de transferência de aeronaves pode utilizar o esterçamento de derrapagem, e desse modo pode girar ao longo de seu eixo geométrico com um raio de giro substancialmente igual a zero.

[094] Convenientemente, o controle do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano (ATS) em resposta aos movimentos (reais ou virtuais) do componente de controle da aeronave não requer a adição de painéis de controle dedicados ou monitores dedicados.

[095] As Figuras 1 e 2 ilustram a aeronave 10 que está sendo transferida pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100, de acordo com uma realização da invenção. Na figura 1, o eixo longitudinal da aeronave é paralelo ao eixo longitudinal do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, ao passo que na figura 2 estes dois eixos não estão paralelos um ao outro, uma vez que o

sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 começa a virar para a direita.

[096] A Figura 1 ilustra uma aeronave 10 que inclui duas engrenagens de aterrissagem traseiras 12 e 14 que são posicionadas abaixo das asas correspondentes da aeronave 10. O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 também inclui uma engrenagem de aterrissagem de nariz 20. O centro de gravidade 16 da aeronave 10 é posicionado entre as três engrenagens de aterrissagem 12, 14 e 20.

[097] A Figura 2 ilustra uma aeronave 10 e um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 no modo de giro. A linha tracejada ilustra um "carro virtual" onde as rodas da engrenagem de aterrissagem da parte traseira da aeronave são as rodas traseiras do "veículo", e o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 é a roda dianteira do "veículo", o esterçamento, a mudança de velocidade, a frenagem e os sistemas de potência.

[098] A Figura 3 ilustra um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 de acordo com uma realização da invenção.

[099] O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 inclui seis rodas 110(1) - 110(6), o motor 130, o controlador 160, e as unidades de detecção e restrição da engrenagem de aterrissagem 142 e 146 e os atenuadores 144 e 148. O módulo de transferência do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 inclui as rodas 110(1) - 110(6), o motor 130 e todas as transmissões mecânicas utilizadas para girar as rodas em qualquer direção.

[0100] A unidade de detecção e restrição da engrenagem de aterrissagem 142 e 146 inclui os sensores 142(1)

e 146(1) que podem detectar movimentos mecânicos rotativos da engrenagem de aterrissagem e também incluem os atenuadores 142, 144, 146 e 148 que impedem que a engrenagem de aterrissagem 20 se mova além de movimentos relativamente ligeiros.

[0101] Estes movimentos mecânicos ocorrem pelo menos parcialmente em resposta aos comandos de esterçamento de um piloto. Desse modo, se o piloto quiser girar a aeronave para a direita ele pode girar o volante para a direita e a engrenagem de aterrissagem irá girar ligeiramente para a direita. Os sensores 142(1) - 146(1) irão detectar este movimento ligeiro e indicar ao controlador 160 que a aeronave deve ser girada para a direita. Convenientemente, as mudanças na velocidade da aeronave são controladas pelo piloto.

[0102] De acordo com uma outra realização da invenção, o sistema 100 também inclui sensores para detectar a mudança na velocidade da aeronave de modo que, quando o piloto acione os freios, pelo menos os freios da engrenagem de aterrissagem traseira 12 e 14 operam para desacelerar a aeronave. Esta desaceleração pode ser detectada por um acelerômetro, ou pode ser detectada por um sensor (não mostrado) que fica posicionado entre a engrenagem de aterrissagem do nariz e as engrenagens de aterrissagem traseiras.

[0103] Deve ser observado que a combinação singular de comandos de esterçamento (por exemplo, sequências de rotações e/ou compressão dos freios) pode representar comandos de transferência. Por exemplo, um primeiro comando de esterçamento pode indicar a necessidade de acelerar o processo de reboque. A aceleração pode continuar por um período

predefinido ou até um outro comando ser detectado pelo sistema 100. Por exemplo, se o piloto se der conta que o sistema 100 está prestes a cruzar uma pista de aterrissagem ele pode emitir um comando de velocidade (ao executar uma sequência singular de comandos de esterçamento) ao sistema 100 e por sua vez o sistema 100 pode acelerar o processo de transferência.

[0104] Deve ser observado que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 pode utilizar várias técnicas de esterçamento multi-direcionais da técnica anterior e pode incluir vários tipos de rodas incluindo rodas padrão fixas, rodas padrão esterçadas, rodas de rodízios, rodas Stanford (suecas) e outras ainda, rodas inteligentes (desenvolvidas pelo Center for Self-Organizing and Intelligent Systems na Utah State University), e outras ainda. Deve ser observado ainda que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 também pode incluir uma ou mais trilhas de lagarta ou uma combinação uma ou mais trilhas de lagarta e uma ou mais rodas. Uma combinação de rodas e trilhas de lagarta é ilustrada na publicação do pedido de patente norte-americano número de série 2006/0056949 de Eckert que é aqui incorporada a título de referência.

[0105] Convenientemente, pelo menos duas rodas dentre as rodas 110(1) - 110(6) podem girar independentemente uma da outra. De acordo com uma outra realização da invenção, a velocidade de rotação de uma roda pode diferir de uma velocidade de rotação de uma outra roda. O esterçamento de derrapagem, por exemplo, envolve a rotação das rodas em um lado do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 a uma velocidade que difere da velocidade das rodas em um outro lado do sistema de transferência de aeronaves sem

comando humano 100.

[0106] Também deve ser observado que o número de rodas pode ser diferente de seis. Por exemplo, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 pode incluir quatro rodas. O número de rodas é geralmente responsivo ao peso da aeronave a ser rebocada.

[0107] Convenientemente, quando a aeronave é rebocada em uma linha reta, o módulo de transferência gira as rodas 110(1) - 110(6) a uma taxa constante. Consequentemente, a aeronave é puxada constantemente (rebocada) de uma maneira que se assemelha ao movimento lento e contínuo da aeronave 10 quando ela é transferida por seus motores a jato em marcha lenta.

[0108] Também deve ser observado que, embora a figura 3 ilustre um único motor 130, isto não é necessariamente dessa maneira. Um motor pode ser alocado por roda ou por grupo de rodas. O motor (ou motores) pode(m) ser conectado(s) às rodas de várias maneiras. Por exemplo, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode incluir pelo menos um dos seguintes: (i) um motor diesel para fornecer a potência hidráulica que aciona um motor hidráulico nas rodas através de um conjunto de válvulas; (ii) um motor diesel que aciona um gerador elétrico e uma bateria que aciona os motores elétricos que giram as rodas; (iii) um motor diesel que aciona uma bomba hidráulica e também aciona um gerador elétrico de maneira a acionar uma combinação de motores hidráulicos e motores elétricos; (iv) um motor elétrico adaptado para receber a energia elétrica de trilhos posicionados na superfície do aeroporto; (v) uma célula de combustível que aciona os motores elétricos.

[0109] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 inclui a

unidade de navegação 180 que permite que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 navegue em um aeroporto. Esta capacidade de navegação pode ser útil depois que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 termina o rolamento de uma aeronave para fora. Então ele pode navegar para uma outra aeronave ou ao ponto de espera do qual irá navegar para a aeronave seguinte a ser rebocada. A unidade de navegação 180 pode ser conectada ao controlador 160 ou pode fazer parte do controlador 160. Ela deve incluir pelo menos um sensor de localização, bem como uma unidade de armazenamento que armazena as informações representativas do aeroporto.

[0110] A unidade de navegação 180 permite navegar o sistema de transferência da aeronave de uma maneira totalmente automática, de uma maneira semiautomática (permite o controle remoto quando um evento inesperado tal como quando ocorre a presença de um obstáculo) ou de uma maneira totalmente controlada remotamente. O controle remoto pode ser aplicado por um controlador de uma unidade de controle central.

[0111] Deve ser observado que a aeronave pode colocar a sua engrenagem de aterrissagem no sistema de transferência de aeronaves sem comando humano ao colocar o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano em uma determinada localização, e quando o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano estiver parado o piloto navega a engrenagem de aterrissagem do nariz no sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0112] A Figura 4 ilustra uma rotação de um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano de quatro rodas 110 em torno do seu eixo geométrico ao girar rodas

diferentes 111(1) - 111(4) em direções diferentes, enquanto as rodas estão paralelas entre si. O piloto pede para girar a aeronave para a esquerda (no sentido anti-horário) e em resposta as rodas do lado esquerdo 111(2) e 111(4) são giradas no sentido horário enquanto as rodas do lado direito 111(1) e 111(3) são giradas no sentido anti-horário.

[0113] Deve ser observado que cada sensor dentre os sensores 142(1), 144(1) e 146(1) pode acompanhar os movimentos de uma mola que é conectada a uma placa que forma interface com a engrenagem de aterrissagem. As molas, ou algo do gênero, podem ser conectadas em seu outro lado a uma armação. A armação e pelo menos uma placa e uma mola podem ser levantadas ou abaixadas quando a engrenagem de aterrissagem sobe no sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0114] A Figura 5 ilustra uma parte inferior de uma engrenagem de aterrissagem 20 e múltiplas molas e placas, de acordo com uma realização da invenção.

[0115] A armação rígida 141 circunda as molas e as placas e impede que a engrenagem de aterrissagem 20 se mova além dos movimentos predeterminados. A armação 141 pode ser elevada ou levantada durante a colocação da engrenagem de aterrissagem no sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100. A armação 141 também pode incluir elementos de armação destacáveis que podem ser movidos uns na direção dos outros quando o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 reboca a aeronave 10.

[0116] Os sensores acompanham o movimento das molas ou algo do gênero (tais como as molas 152 e 154) que são conectadas às placas (tais como as placas 156 e 158) que formam

interface com a engrenagem de aterrissagem. A engrenagem de aterrissagem 20 é ilustrada como incluindo duas rodas, mas o número de rodas suportadas pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode ser diferente de dois. Se, por exemplo, o piloto quiser virar para a direita, a engrenagem de aterrissagem 20 irá girar ligeiramente no sentido horário e pelo menos algumas molas dentre as molas 152-154, ou algo do gênero, irão se mover de maneira correspondente. A Figura 6 ilustra o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 102, de acordo com uma realização da invenção. O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 102 inclui quatro rodas 112(0) - 112(4). As rodas traseiras 112(3) e 112(4) definem um eixo geométrico traseiro imaginário, ao passo que as rodas dianteiras 112(1) e 112(2) definem um eixo geométrico dianteiro imaginário. A engrenagem de aterrissagem 20 é posicionada no centro geométrico do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 102, tal como definido pelos eixos geométricos dianteiro e traseiro e por um eixo geométrico de simetria longitudinal imaginário que fica paralelo às rodas. A Figura 7 ilustra o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 103, de acordo com uma realização da invenção.

[0117] O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 102 inclui quatro rodas 113(1) - 113(4). As rodas traseiras 113(3) e 113(4) são posicionadas alinhadas com as rodas da engrenagem de aterrissagem 20. As rodas dianteiras 113(1) e 113(2) são as rodas de rodízio que podem girar ao longo de seus eixos geométricos. As rodas dianteiras podem ser utilizadas para o esterçamento, ao passo que as rodas traseiras são utilizadas para o reboque, mas isto não é

necessariamente dessa maneira.

[0118] A Figura 8 ilustra o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104, de acordo com uma realização da invenção.

[0119] O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104 inclui quatro rodas 114(1) - 114(4), o controlador 160 e o transceptor 165. O transceptor 165 é adaptado para receber comandos por um meio sem fio. Estes comandos são enviados ao controlador 160 que, por sua vez, pode controlar o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104 em resposta a estes comandos. Deve ser observado que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104 pode operar em múltiplos modos: modo controlado pelo piloto, modo de controle remoto e modo híbrido em que vários comandos podem ser providos de uma maneira remota enquanto outros comandos são detectados por pelo menos uma unidade de detecção e restrição da engrenagem de aterrissagem, e também por comando manual (local) por um operador.

[0120] Deve ser observado que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano também pode ser controlado por transmissões de controle remoto de faixa curta, utilizando um computador do tipo laptop, e algo do gênero.

[0121] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104 inclui sensores de posição opcionais tais como, mas sem ficar a eles limitados, sensores baseados em GPS que permitem determinar a localização do sistema. A localização do sistema 104 pode afetar os movimentos do sistema. Por exemplo, se o sistema estiver prestes a cruzar uma pista de aterrissagem, então o sistema 104 pode acelerar o processo de transferência. A

aceleração pode incluir o aumento da velocidade até uma velocidade predefinida e a redução da velocidade uma vez que a aeronave passa pela pista de aterrissagem. As localizações das pistas de aterrissagem podem ser previamente fornecidas ao sistema 104. De acordo com uma outra realização da invenção, a velocidade é controlada somente pelo piloto.

[0122] Convenientemente, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104 inclui a unidade de obstáculos 118 opcional adaptada para detectar e/ou evitar obstáculos.

[0123] A unidade de obstáculos 118 pode incluir um ou mais sensores de obstáculos, tais como um scanner a laser, um radar, uma câmera, um sensor acústico, ou uma combinação destes. O sensor de obstáculos pode fazer a varredura da área na frente da aeronave 100 ou especialmente na frente do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104 a fim de detectar obstáculos. Se um obstáculo for detectado, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 104 é interrompido pelo piloto, ou ele pode alterar a trajetória da aeronave rebocada, fornecer uma indicação áudio/visual (incluindo a ativação de uma sirene), enviando uma indicação a um sistema de controle central e algo do gênero.

[0124] De acordo com uma realização da invenção, uma vez que um obstáculo é detectado um sistema de controle central é informado e o sistema de transferência da aeronave pode reconhecer uma mudança da trajetória ou pedir para que o piloto selecione a mudança da trajetória. A mudança da trajetória pode ser controlada pelo piloto, pelo sistema de controle central, e opcionalmente pelo sistema de

transferência de aeronaves.

[0125] A Figura 9 ilustra o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 105, de acordo com várias realizações da invenção.

[0126] O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 105 inclui quatro rodas 115(1) - 115 (4), o controlador 160, o transceptor 165 e uma interface de controle manual 167. A interface de controle manual 167 pode permitir que um operador opere manualmente o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 105. Ela pode incluir um volante, um pedal, e outros ainda.

[0127] Deve ser observado que um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode incluir um transceptor e uma interface de controle manual, e que tal sistema pode operar em múltiplos modos operacionais diferentes.

[0128] A Figura 10 ilustra o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 e uma engrenagem de aterrissagem 20 de acordo com uma realização da invenção.

[0129] O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100 é adaptado para receber os sinais modulados representativos dos comandos de esterçamento por uma conexão de áudio. Estes sinais modulados são gerados em resposta aos esforços de esterçamento do piloto, bem como ao controle da velocidade da aeronave pelo piloto.

[0130] Convenientemente, a ligação de áudio é utilizada para conduzir os comandos de áudio do piloto. O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 105 pode aplicar técnicas de reconhecimento de voz a fim de

reconhecer estes comandos de áudio. Uma vez que um comando é reconhecido, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode operar de acordo com o comando.

[0131] Deve ser observado que a recepção de comandos de áudio ou dos sinais modulados representativos dos comandos de esterçamento pode substituir a detecção de movimentos mecânicos, mas também pode ser aplicado além da detecção dos movimentos mecânicos da engrenagem de aterrissagem.

[0132] De acordo ainda com uma outra realização da invenção, a conexão ao plugue de áudio pode ser feita por um operador.

[0133] Tipicamente, tais interfaces de saída de áudio são encontradas nas aeronaves que eram rebocadas por veículos de reboque tripulados.

[0134] Deve ser observado que a conexão à interface de saída de áudio pode ser feita automaticamente utilizando uma câmera e aplicando o reconhecimento de imagem para guiar uma interface do sistema de transferência de aeronaves não tripulado para a interface de saída de áudio da engrenagem de aterrissagem.

[0135] A Figura 10 ilustra a câmera 191, o retentor 192, o plugue deslizante de áudio 193, e o levantador deslizante de tampa de áudio 194 que são conectados a um braço móvel 195. O braço móvel pode levantar a câmera 191 até a altura da interface de saída de áudio 21 da engrenagem de aterrissagem 20 permitir o uso do retentor deslizante 194 para prender a engrenagem de aterrissagem 20, permitir que o levantador deslizante de tampa de áudio levante uma tampa que protege a interface de saída de áudio 21 e permitir então que

o plugue deslizando de áudio 193 conecte a interface de saída de áudio 21.

[0136] Convenientemente, o braço móvel 195 pode ser utilizado para remover o pino de segurança da roda da engrenagem de aterrissagem do nariz, de acordo com o modo de operação do sistema de transferência e de acordo com a fase do reboque.

[0137] A Figura 11 ilustra múltiplas aeronaves 10(1) 10(8) e múltiplos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano 100(1) - 100(10) de acordo com uma realização da invenção.

[0138] As múltiplas aeronaves 10 (1) - 10 (11) e os múltiplos sistemas de transferência de aeronaves 100(1) - 100(10) ficam localizados no aeroporto 200.

[0139] O aeroporto 200 inclui o terminal 210, a pista de decolagem 262, a área de verificação 261, o trajeto do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e a área de rolamento para fora 264.

[0140] Convenientemente, uma verificação de última hora é executada na área de verificação 261, por um operador que verifica a aeronave para ver se há vazamentos, pode extinguir incêndios, pode remover o pino de segurança que permite que a engrenagem de aterrissagem seja girada, e outros ainda. A aeronave pode dar a partida nos seus motores a jato na área de verificação 261 ou antes de alcançar essa área. Por exemplo, as aeronaves 10(2), 10(3) e até mesmo 10(4) podem dar a partida nos seus motores. Um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode ser retirado da aeronave antes de alcançar a área de verificação 261.

[0141] Além disso, a figura 12 ilustra um sistema

de controle central 250 que pode se comunicar com os sistemas de transferência de aeronaves 100(1) - 100(10) e controlar os seus movimentos.

[0142] A aeronave 10(1) é posicionada na área de partida do motor e verificação 216 depois de ser desconectada do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano que a rebocou do terminal 210. Sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano tais como os sistemas 100(9), 100(10) e 100(1) que completaram a sua tarefa retornam ao terminal 210, através da trajetória do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 266. As aeronaves 10(2) - 10(8) estão sendo rebocadas, na área de rolamento para fora 268, pelos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano 100(2) - 100(8). A aeronave 10(5) espera no terminal 210 para ser rebocada por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0143] Convenientemente, a aeronave pára antes que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano seja separado da mesma. Depois que termina o reboque, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode navegar para o terminal. A navegação, bem como o reboque, pode ser pelo menos parcialmente controlada pelo sistema de controle central 250, mas isto não é necessariamente dessa maneira.

[0144] De acordo com uma realização da invenção, o sistema de controle central 250 é um sistema do comando e controle C⁴. Ele é operado pelo operados do Supervisor de Rolamento o Aeroporto/Controlador de Tráfego no Solo. O sistema de controle central 250 pode controlar múltiplos sistemas de transferência do aeroporto. Ele pode ignorar os sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano controlados

manualmente, pode ignorar o mecanismo de esterçamento baseado na detecção dos movimentos das aeronaves, e outros ainda. Ele pode otimizar os movimentos de sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano, durante a operação de reboque ou durante a transferência entre posições sem aeronaves. O sistema de controle central 250 pode ser integrado com o sistema de controle de tráfego aéreo do aeroporto.

[0145] O sistema de controle central 250 pode acompanhar a localização dos vários sistemas de transferência de aeronaves (ao receber as informações de localização dos sistemas de transferência de aeronaves, das aeronaves, de outros sensores de localização), e exibe a um controlador a localização das várias aeronaves, do sistema de transferência de aeronaves e desse modo reduz bastante os erros humanos no processo de rolamento para dentro e de rolamento para fora. Convenientemente, o sistema de controle central também recebe as informações de localização (tanto diretamente quanto através de um outro sistema de controle) dos vários veículos que estão presentes no aeroporto e especialmente perto das pistas e nas áreas de rolamento para dentro e de rolamento para fora e pode fornecer ao controlador uma representação visual total do aeroporto e das várias entidades no aeroporto. O sistema de controle central 250 pode impedir acidentes do rolamento de aeronaves, acidentes de veículos e aeronaves. Ele pode impedir erros do piloto ou do controlador do tráfego e enganos relacionados com a decolagem, e outros ainda.

[0146] O sistema de controle central 250 inclui:

- (i) pelo menos um transmissor (tal como o transmissor 252) adaptado para transmitir comandos de esterçamento a múltiplos veículos de transferência de aeronaves sem comando humano;

(ii) pelo menos um receptor (tal como o receptor 254) adaptado para receber as informações de localização de múltiplos veículos de transferência de aeronaves sem comando humano;

(iii) pelo menos um monitor (tal como o monitor 256) para exibir as localizações de múltiplas aeronaves e múltiplos veículos de transferência de aeronaves sem comando humano;

(iv) pelo menos uma interface (tal como a interface 258) adaptada para receber de um operador os comandos de modo operacional adaptados para determinar um modo de controle de pelo menos um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. A interface pode incluir um teclado, um mouse, e outros do gênero que são conectados a um computador que, por sua vez, controla ao monitor 256.

[0147] Convenientemente, o sistema de controle central 250 é adaptado para receber uma indicação de obstáculo do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano para reconhecer seletivamente uma mudança em uma trajetória do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0148] Convenientemente, o sistema de controle central 250 é adaptado para receber uma indicação de obstáculo de um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e para controlar uma mudança da trajetória do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0149] Convenientemente, o sistema de controle central 250 é adaptado para receber uma indicação de falha de um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e para reconhecer seletivamente uma separação do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano da aeronave.

[0150] Convenientemente, o sistema de controle central 250 é adaptado para receber uma indicação de falha de

um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e para controlar a transferência de uma aeronave pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0151] Convenientemente, o sistema de controle central 250 é adaptado para otimizar uma distância entre múltiplas aeronaves que estão sendo rebocadas por múltiplos sistemas de transferência sem comando humano.

[0152] Convenientemente, o sistema de controle central 250 pode controlar um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano em um primeiro modo operacional em que o sistema de controle central 250 envia comandos de esterçamento que ignoram os comandos de esterçamento que são detectados mecanicamente pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0153] A Figura 12 ilustra múltiplas aeronaves 10(1) 10(5) e múltiplos sistemas de transferência de aeronaves 100(1) - 100(8) de acordo com uma realização da invenção.

[0154] As múltiplas aeronaves 10(1) - 10(5) e os múltiplos sistemas de transferência de aeronaves 100(1) - 100(8) ficam localizados no aeroporto 200.

[0155] O aeroporto 200 inclui o terminal 210, a pista de aterrissagem 212, a área de recolhimento de aterrissagem 218 e a trajetória do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 214. Um sistema de controle central 250 também fica localizado no aeroporto 200. A aeronave 10(5) está aterrissando na pista de aterrissagem 212. A aeronave 10(4) aterrissou anteriormente e é aproximada pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100(5). A aeronave 10(3) é rebocada pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100(3) para o

terminal 210. A aeronave 10(2) é rebocada pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100(2) para o terminal 210. A aeronave 10(1) é rebocada pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100(1) e é acoplada ao terminal 210 no portão.

[0156] Os sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano 100(6) - 100(8) se propagam através da trajetória do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 213 para a área de recolhimento de aterrissagem 218. O sistema de transferência de aeronaves sem comando humano 100(4) aguarda, na área de recolhimento de aterrissagem 218, pela aeronave 10(4).

[0157] Convenientemente, a aeronave pára antes de ser rebocada, para permitir que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano suporte a sua engrenagem de aterrissagem. Depois que termina o reboque na área de partida do motor e verificação, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode navegar para a área de recolhimento de aterrissagem 218. Esta navegação pode ser controlada por um sistema de controle central, mas isto não é necessariamente dessa maneira.

[0158] A Figura 13 ilustra o método 300 para transferir uma aeronave, de acordo com uma realização da invenção.

[0159] O método 300 começa pelo estágio 310 de recepção de uma engrenagem de aterrissagem por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0160] O estágio 310 é seguido pelo estágio 320 de detecção, por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, dos movimentos induzidos pelo controle de

esterçamento de uma engrenagem de aterrissagem da aeronave. Com referência ao exemplo apresentado nas figuras 3 e 5, múltiplos sensores detectam os movimentos mecânicos rotativos da engrenagem mecânica tais como a rotação, a desaceleração, e outros ainda.

[0161] O estágio 320 é seguido pelo estágio 330 de transferência de uma aeronave, pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em resposta aos movimentos induzidos pelo controle de esterçamento detectados de uma engrenagem de aterrissagem. Com referência aos exemplos apresentados nas figuras 1-4 e 9, a aeronave é rebocada por um sistema de reboque de aeronaves sem comando humano em resposta aos movimentos detectados.

[0162] O estágio 330 é seguido pelo estágio 340 de separar a aeronave do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. Com referência ao exemplo apresentado nas figuras 11 e 12, uma vez que o rolamento para dentro ou o rolamento para fora é completado, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode se separar.

[0163] Convenientemente, o estágio 320 de detecção inclui a detecção dos comandos do piloto para determinar a velocidade da aeronave, uma vez que a transferência é responsiva aos comandos de mudança da velocidade.

[0164] Convenientemente, o estágio 330 de transferência também é responsivo aos comandos remotamente transmitidos. Com referência aos exemplos apresentados nas figuras 8, 9 e 12, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode incluir um transceptor para receber os comandos e pode ser remotamente controlado por um sistema de

controle central, embora isto não seja necessariamente dessa maneira.

[0165] Convenientemente, o estágio 330 de transferência inclui independentemente o controle de pelo menos duas rodas controladas independentemente. Com referência ao exemplo apresentado nas figuras 7 e 4, rodas diferentes podem girar a velocidades diferentes, em direções diferentes, e também podem ser colocadas em posições que não ficam paralelas entre si.

[0166] Convenientemente, o método 300 também inclui a recepção de comandos de áudio ou de sinais modulados representativos dos comandos de esterçamento e em que a transferência é responsiva aos comandos de áudio recebidos. Com referência ao exemplo apresentado na figura 10, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode receber comandos de áudio da engrenagem de aterrissagem, reconhecer os comandos, e agir de maneira correspondente.

[0167] Convenientemente, o método 300 também inclui a determinação de uma localização da aeronave e em que a transferência é responsiva a localização detectada.

[0168] Convenientemente, o método 300 também inclui a detecção de uma falha do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e em resposta separa a aeronave do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0169] Deve ser observado que, uma vez que uma falha é detectada, o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode permitir que o sistema de controle central assuma o controle. O sistema de controle central pode selecionar a separação do sistema de transferência da aeronave, mas isto não é necessariamente dessa maneira. Também deve ser

observado que a separação pode ser responsiva ao tipo de falhas. Por exemplo, as falhas que impedem que o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano seja controlado pelo sistema de controle central podem requerer uma separação sem a interferência do sistema de controle. Contudo, de acordo com uma outra realização da invenção, o piloto pode tentar controlar o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, por exemplo, ao enviar comandos de áudio.

[0170] Convenientemente, o método 300 inclui a detecção de um obstáculo e o estágio 330 de transferência é responsivo a um obstáculo detectado.

[0171] Convenientemente, o método 300 inclui a recepção de comandos de um operador e o estágio 330 de transferência é responsivo aos comandos recebidos.

[0172] A Figura 14 ilustra o método 400 para controlar múltiplos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com uma realização da invenção.

[0173] O método 400 começa pelo estágio 410 de recepção das informações de localização de múltiplos sistemas de transferência de aeronaves sem comando humano. O estágio 410 é seguido pelo estágio 420 de exibição das localizações das múltiplas aeronaves e dos múltiplos veículos de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0174] O estágio 420 é seguido pelo estágio 430 de recepção de um comando de modo operacional de um operador que determina um modo operacional de um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0175] O estágio 430 é seguido pelo estágio 440 de transmissão do comando de modo operacional ao sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0176] O estágio 440 é seguido pelo estágio 450 de envio de comandos de esterçamento a um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, se um modo operacional controlado remoto for selecionado. A seleção pode ser feita por um operador do sistema de controle central. O estágio 450 inclui o envio dos comandos de esterçamento que ignoram os comandos de esterçamento que são detectados mecanicamente pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0177] O método 400 também pode incluir o estágio 460 de recepção, por um sistema de controle central, de uma indicação de obstáculos de um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O estágio 460 pode ser seguido pelo estágio 462 de reconhecimento seletivo de uma mudança em uma trajetória do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O estágio 460 pode, alternativa ou adicionalmente, ser seguido pelo estágio 464 de controle de uma mudança da trajetória do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano,

[0178] O método 400 também pode incluir o estágio 470 de recepção, por um sistema de controle central, de uma indicação de falha de um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano. O estágio 470 pode ser seguido pelo estágio 472 de reconhecimento seletivo de uma separação do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano da aeronave. O estágio 470 também pode ser seguido pelo estágio 474 de controle da transferência de uma aeronave pelo sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0179] O método 400 também pode incluir o estágio 480 de otimização de uma distância entre múltiplas aeronaves

que estão sendo rebocadas por múltiplos sistemas de transferência sem comando humano. Esta otimização pode incluir o posicionamento das aeronaves umas perto das outras, mas a uma distância que não aumente drasticamente a probabilidade de colisões entre as aeronaves,

[0180] A Figura 15 ilustra o método 500 para transferir uma aeronave, de acordo com uma realização da invenção.

[0181] O método 500 começa pelo estágio 310 de recepção de uma engrenagem de aterrissagem por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0182] O estágio 310 é seguido pelo estágio 520 de recepção de um sinal de transferência responsivo a um movimento de um componente de controle da aeronave. O estágio 520 pode incluir o estágio 320, mas pode incluir, alternativa ou adicionalmente, a recepção (por fio ou de uma maneira sem fio) um sinal de transferência de um componente de controle da aeronave, acompanhando o movimento de um componente de controle da aeronave, e outros ainda.

[0183] O estágio 520 é seguido pelo estágio 530 de transferência de uma aeronave, por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em resposta ao sinal de transferência. O estágio 530 pode incluir o estágio 330, mas isto não é necessariamente dessa maneira.

[0184] O estágio 530 é seguido pelo estágio 340 de separação da aeronave do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0185] As Figuras 16 e 17 ilustram um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, de acordo com uma realização da invenção. A Figura 16 ilustra um retentor de

engrenagem de aterrissagem 78, de acordo com uma realização da invenção.

[0186] A Figura 16 é uma vista superior do sistema 70, ao passo que a figura 17 é uma vista lateral do sistema.

[0187] O sistema 70 inclui um módulo de transferência adaptado para transferir uma aeronave. O módulo de transferência pode incluir rodas (tais como as rodas 71(1) - 71(4)), um ou mais motores (tal como o motor 73), mecanismos de transmissão (não mostrados), o controlador 72, a mola 75, o amortecedor 11, o retentor de engrenagem de aterrissagem 78, bem como um ou mais elementos estruturais, tal como o elemento estrutural 79, e o sensor 76. Deve ser observado que um elemento estrutural pode ser um chassi, uma placa, e outros ainda.

[0188] O retentor de engrenagem de aterrissagem 78 é adaptado para prender firmemente a engrenagem de aterrissagem 20 de uma aeronave. O retentor de engrenagem de aterrissagem 78 é conectado em pivô (tal como ilustrado por duas setas curvas) a um elemento estrutural tal como o elemento estrutural 79. O controlador 72 é conectado ao módulo de transferência e adaptado para controlar o módulo de transferência em resposta a um movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem.

[0189] O sensor 76 é adaptado para detectar os movimentos induzidos pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem.

[0190] Convenientemente, o retentor de engrenagem de aterrissagem 78 é conectado em pivô ao elemento estrutural 79 que é conectado, por sua vez, a um outro elemento estrutural do sistema 70, em que o outro elemento estrutural pode ser uma

parte do módulo de transferência, mas isto não é necessariamente dessa maneira.

[0191] Convenientemente, o retentor de engrenagem de aterrissagem 78 inclui um primeiro par de braços 78(1) e 78(2) que podem se mover para diante envia ou para trás, bem como duas hastes 78(3) e 78(4) que são conectadas em pivô à extremidade dos braços 78(1) e 78(2) e giram de modo a fechar virtualmente (ou fechar substancialmente) um espaço definido entre os braços 78(1) e 78(2).

[0192] Convenientemente, o elemento estrutural 79 é conectado ao amortecedor 75 e à mola 77 que absorvem os choques e também tendem a retornar o elemento estrutural à sua condição por choque.

[0193] A Figura 18 ilustra o método 600 para transferir uma aeronave de acordo com uma realização da invenção.

[0194] O método 600 começa pelo estágio 610 de recepção de um sinal de transferência responsivo a um movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem. O retentor da engrenagem de aterrissagem prende firmemente uma engrenagem de aterrissagem da aeronave, e é conectado em pivô a um elemento estrutural do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano.

[0195] O estágio 610 inclui a detecção do movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem. Deve ser observado que o movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem é responsivo a um movimento induzido pelo esterçamento da engrenagem de aterrissagem. Devido ao fato que o retentor da engrenagem de aterrissagem prende firmemente a engrenagem de

aterrissagem, mas é conectado em pivô a outras partes do sistema de esterçamento da aeronave, então o retentor da engrenagem de aterrisagem pode acompanhar os movimentos rotativos da engrenagem de aterrisagem.

[0196] O estágio 610 é seguido pelo estágio 620 de transferência de uma aeronave, por um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano, em resposta ao sinal de transferência.

[0197] O estágio 600 também inclui a descarga de energia do estágio 630 resultante de uma mudança rápida em uma velocidade da aeronave. Isto pode ser útil quando a aeronave pára, e até o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano também pára.

[0198] De acordo com uma realização da invenção, o status do sistema de transferência de aeronaves sem comando humano pode ser relatado ao piloto ou a um sistema de controle central, ou a ambos. Convenientemente, o piloto pode receber indicações do status quando a aeronave for transferida ao sistema de transferência de aeronaves sem comando humano e o sistema de controle central pode receber indicações do status quando o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano não estiver unido à engrenagem de aterrisagem da aeronave.

[0199] Variações, modificações e outras implementações do que é aqui descrito irão ocorrer aos elementos versados na técnica sem que se desvie do caráter e do âmbito da invenção tal como reivindicado. Consequentemente, a invenção deve ser definida não pela descrição ilustrativa precedente, mas preferivelmente pelo caráter e pelo âmbito das seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE AERONAVES SEM COMANDO HUMANO (100, 101, 102, 103, 104), caracterizado por compreender:

a) um módulo de transferência que compreende pelo menos um motor (73, 130) e adaptado para transferir uma aeronave (10);

b) um controlador (72, 160) que é montado com o sistema de transferência, acoplado ao módulo de transferência e adaptado i) para receber um sinal de transferência que é responsivo a um ou mais comandos fornecido através de um componente de controle de aeronaves, e (ii) para controlar o módulo de transferência em resposta ao sinal de transferência, em que os ditos comandos podem a priori controlar a aeronave e/ou partes da mesma.

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente um retentor da engrenagem de aterrissagem (78), adaptado para prender firmemente uma engrenagem de aterrissagem (20) da aeronave (10), em que o dito retentor da engrenagem de aterrissagem (78) é acoplado em pivô a um elemento estrutural (79) de sistema de transferência sem comando humano; em que dito controlador de módulo de transferência em resposta ao sinal de transferência é adaptado para ser responsivo ao movimento induzido pelo esterçamento do retentor da engrenagem de aterrissagem de pelo menos um comando de movimento fornecido por meio de um componente de controle de avião.

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por compreender adicionalmente um ou mais elementos móveis que acoplam o módulo de transferência ao

v

elemento estrutural (79).

4. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por compreender adicionalmente um ou mais amortecedores (77), em que o elemento estrutural (79) é acoplado ao módulo de transferência através dos ditos amortecedores conectados aos elementos moveis.

5. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por pelo menos um comando ser adaptado para acelerar e/ou controlar a velocidade do sistema de transferência.

6. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por compreender um sensor (76) adaptado para detectar um movimento induzido pelo controle de esterçamento de uma engrenagem de aterrissagem (20) da aeronave e, em resposta, fornecer o sinal de transferência ao controlador (72).

7. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo controlador (72) ser adaptado para receber sinais de controle de esterçamento de derrapagem e sinais de controle da velocidade e, em resposta, controlar o módulo de transferência, em que o sistema de transferência é adaptado para manter o alinhamento entre o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano (100) e aeronaves (10) durante os movimentos rotativos da aeronave.

8. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo módulo de transferência compreender múltiplas rodas controladas independentemente (71, 110, 111, 112, 113, 114).

9. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por compreender

adicionalmente uma interface de áudio adaptada para receber os sinais modulados representativos de um ou mais comandos fornecidos através de um componente de controle de aeronaves, e, em resposta, fornecer o sinal de transferência ao controlador (72, 160).

10. SISTEMA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por compreender adicionalmente sensores de localização acoplados ao controlador (72, 160), em que o controlador também é adaptado para permitir o controle da transferência do avião em resposta a uma localização do sistema.

11. MÉTODO PARA TRANSFERIR UMA AERONAVE, em que o método é caracterizado por compreender;

a) a recepção de um sinal de transferência responsivo a um ou mais comandos fornecidos através de um componente de controle de aeronaves, e

b) em resposta ao sinal de transferência, a transferência da aeronave por um sistema de transferência de aeronave sem comando humano (100, 101, 102, 103, 104) que compreende pelo menos um motor (73, 130),

em que os ditos comandos podem a priori controlar a aeronave e/ou partes da mesma.

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo sinal de transferência ser responsivo a um movimento induzido pelo esterçamento de um retentor da engrenagem de aterrissagem (78), o dito movimento resultante de pelo menos um comando de direção fornecido através de um componente de controle de avião; em que o retentor da engrenagem de aterrissagem (78) prende firmemente uma engrenagem de aterrissagem (20) da aeronave, e é acoplado em

pivô a um elemento estrutural (79) de um sistema de transferência de aeronaves sem comando humano (100, 101, 102, 103, 104).

13. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 ou 12, caracterizado por compreender adicionalmente a descarga da energia resultante de uma mudança rápida em uma velocidade da aeronave.

14. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 13, caracterizado por pelo menos um comando ser adaptado para acelerar e/ou controlar a velocidade do sistema de transferência.

15. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 14, caracterizado por compreender adicionalmente a detecção do movimento induzido pelo esterçamento da engrenagem de aterrissagem (20) da aeronave e, em resposta, fornecer o sinal de transferência.

16. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo sinal de transferência ser responsivo ao movimento induzido pelo esterçamento detectado e um ou mais comandos de controle da velocidade, e a transferência da aeronave é provida ao aplicar esterçamento de derrapagem e a manutenção de um alinhamento entre o sistema de transferência de aeronaves sem comando humano (100, 101, 102, 103, 104) e a aeronave durante os movimentos rotativos da aeronave.

17. MÉTODO, de acordo com a qualquer uma das reivindicações 11 a 16, caracterizado por compreender adicionalmente a determinação de uma localização da aeronave, em que a transferência dos aviões é responsiva à localização determinada.

18. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 11 a 17, caracterizado por compreender adicionalmente a detecção de um obstáculo e a provisão de uma indicação do obstáculo e/ou a alteração de uma trajetória do sistema de transferência.

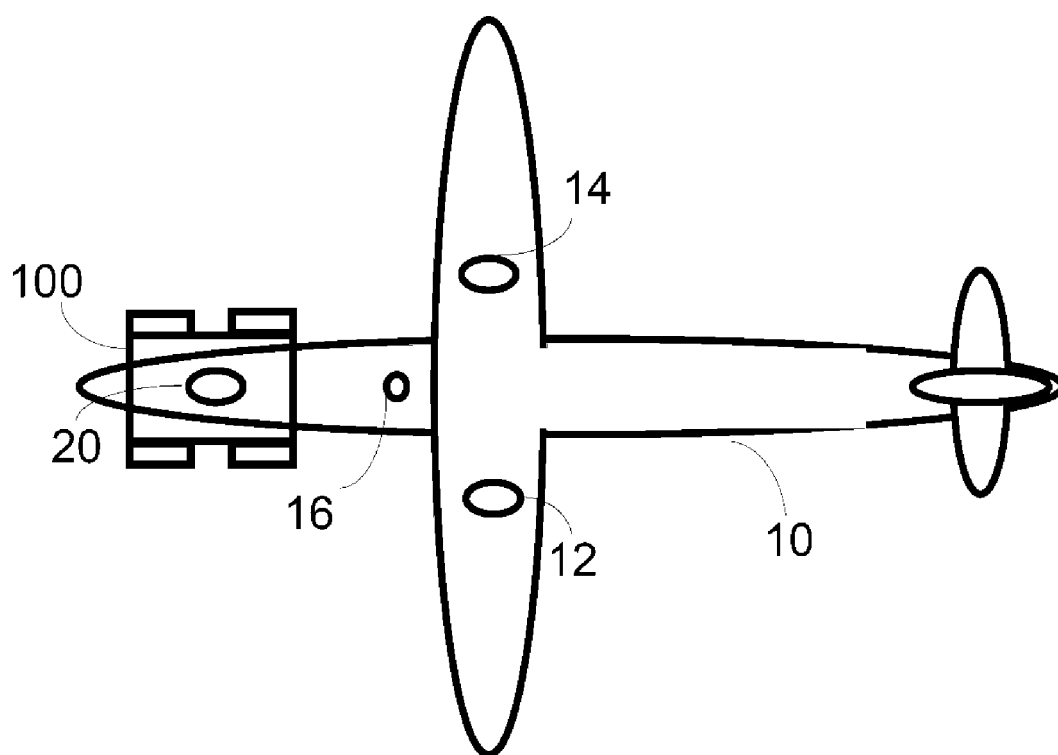


Figura 1

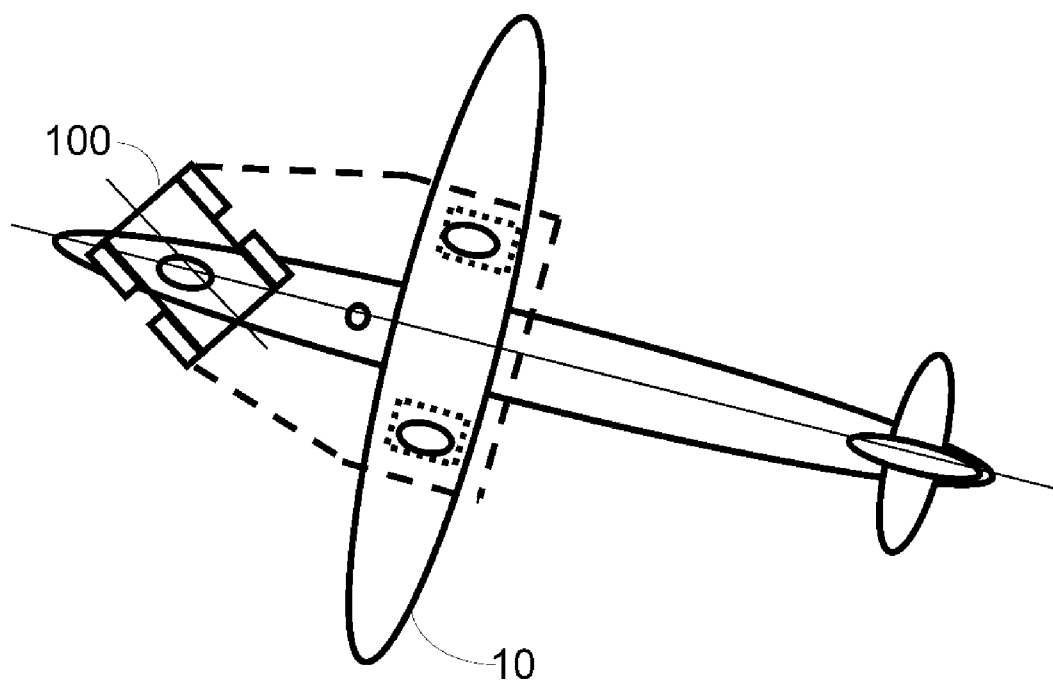
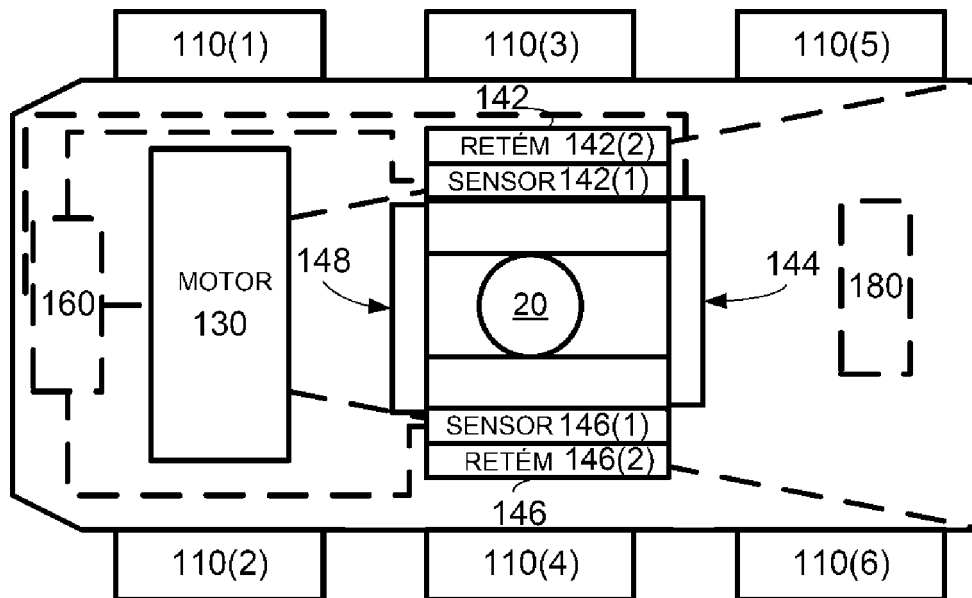


Figura 2



100

Figura 3

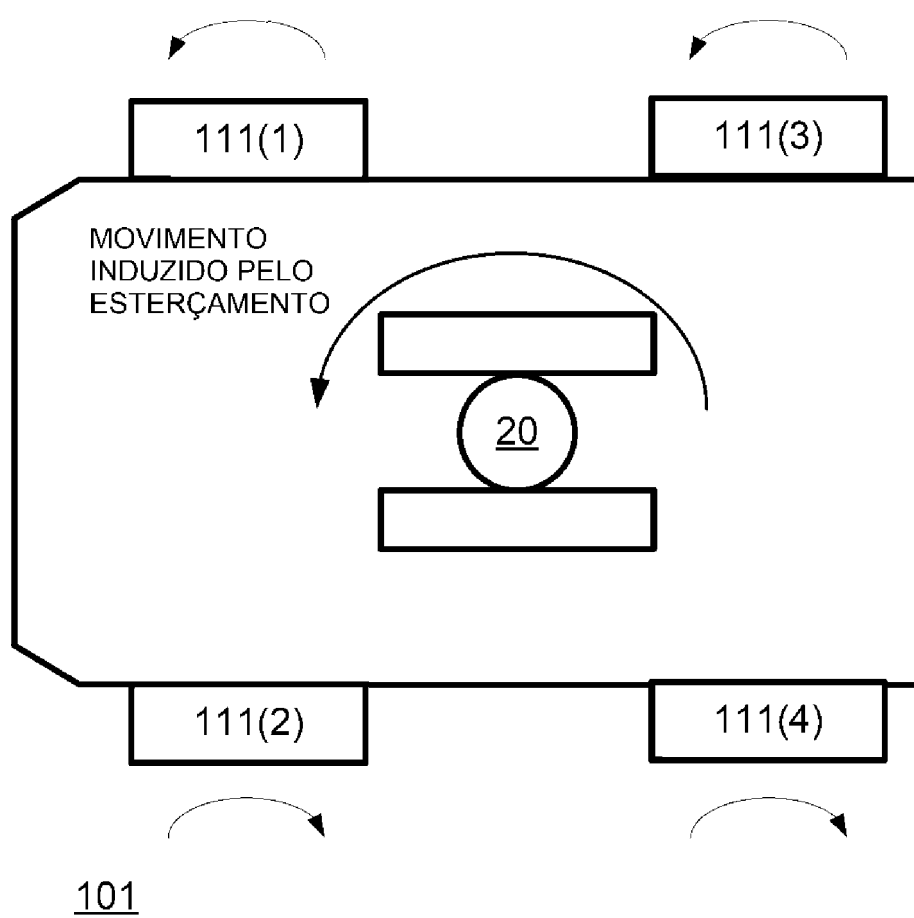


Figura 4

141

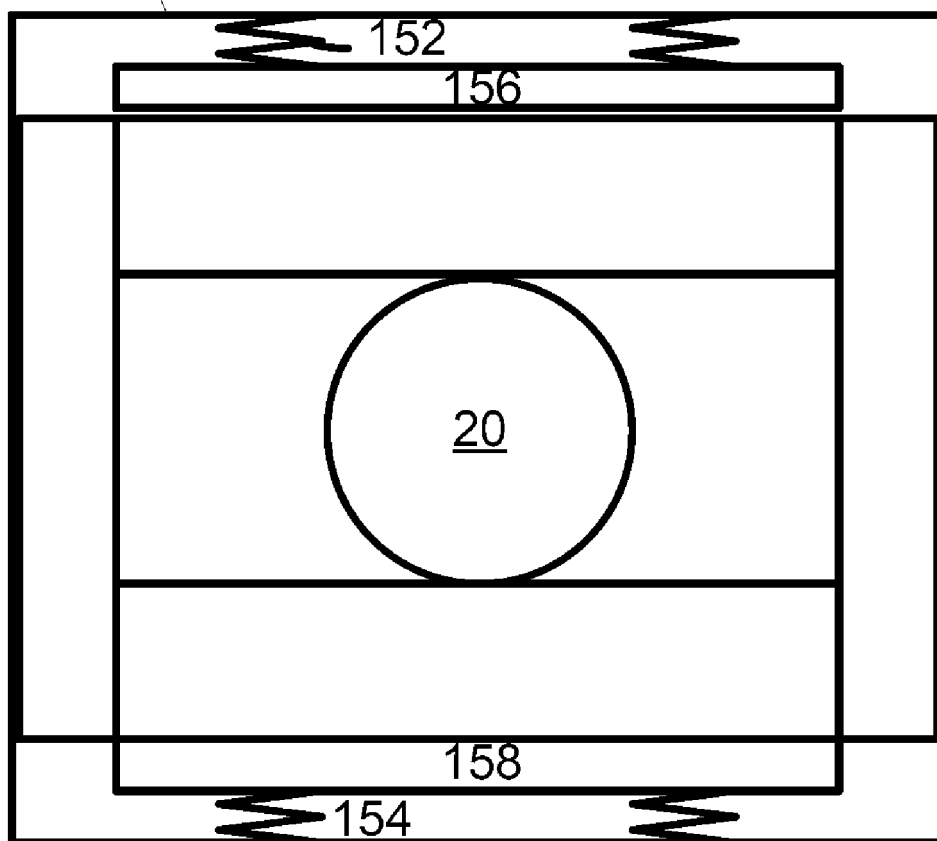
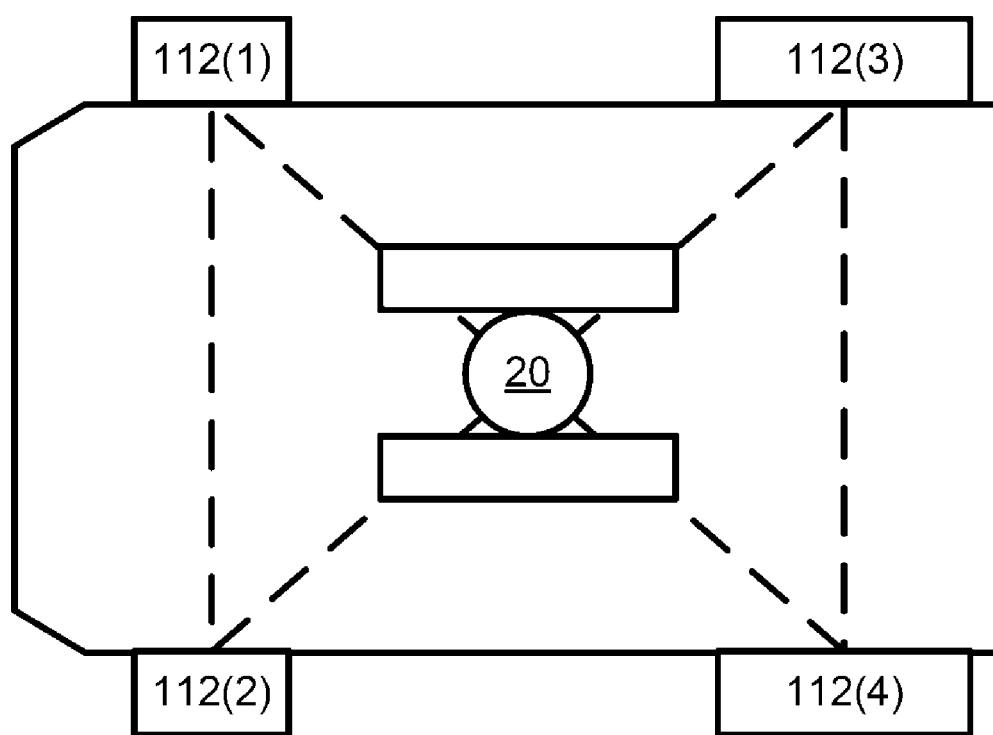
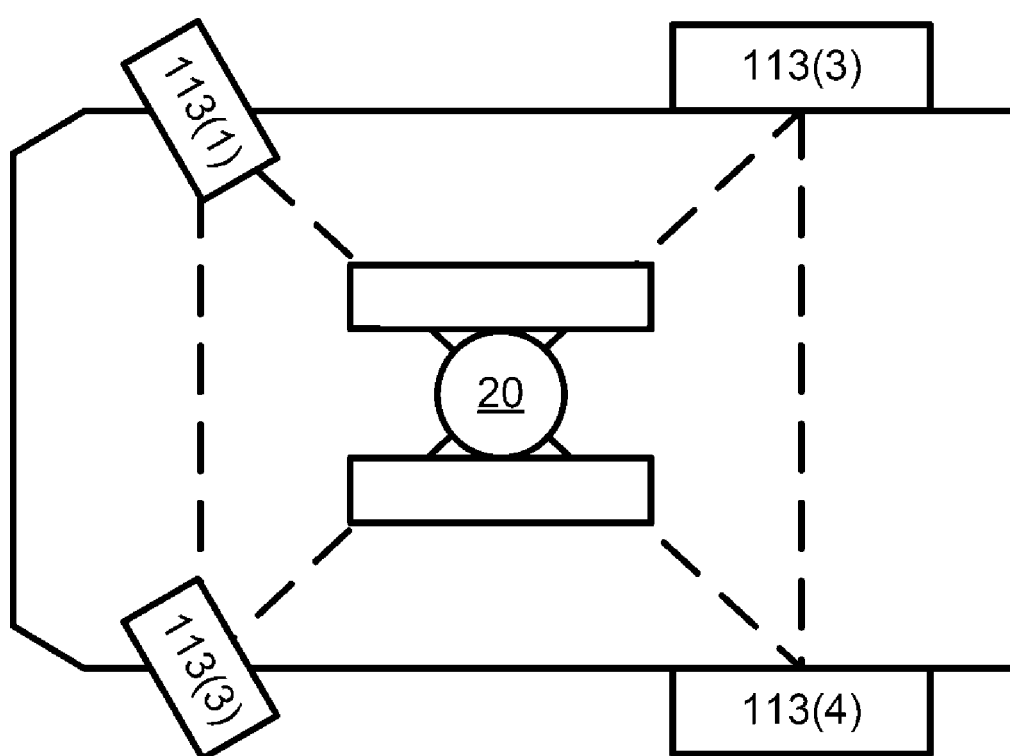


Figura 5



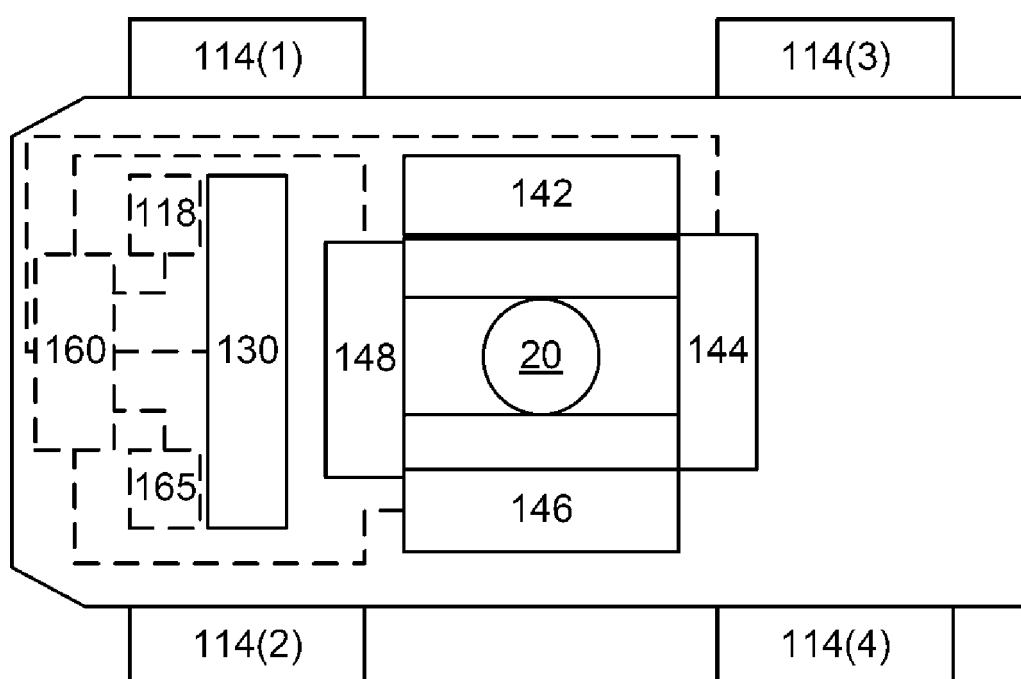
102

Figura 6



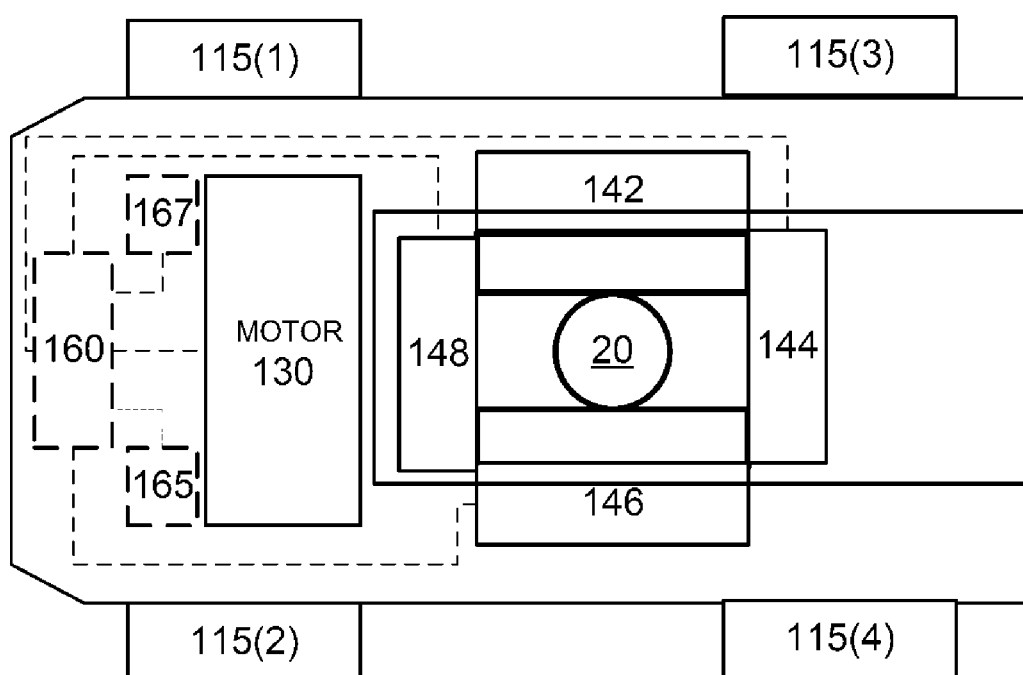
103

Figura 7



104

Figura 8



105

Figura 9

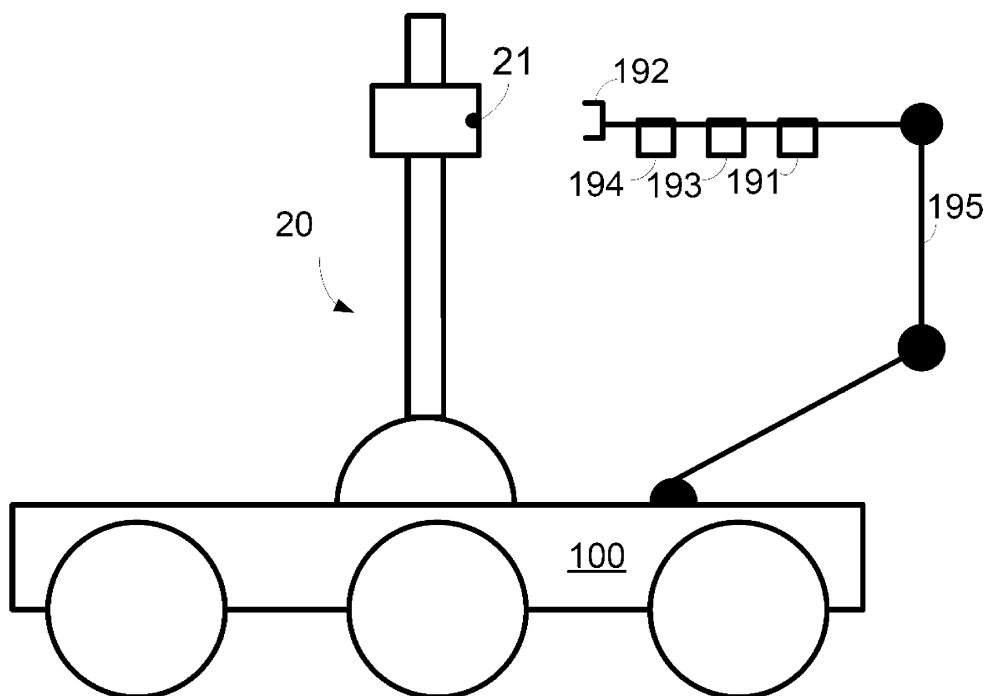


Figura 10

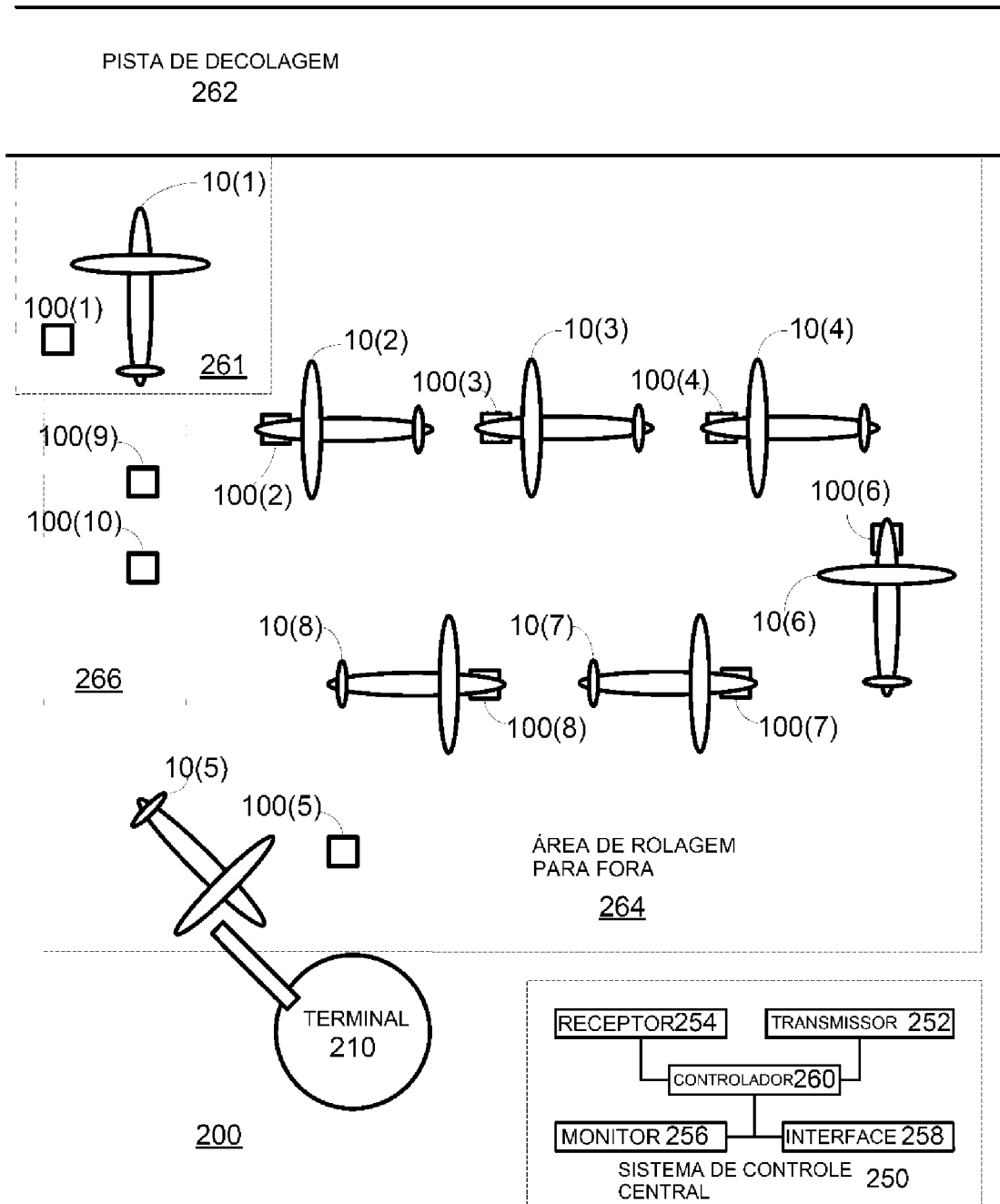


Figura 11

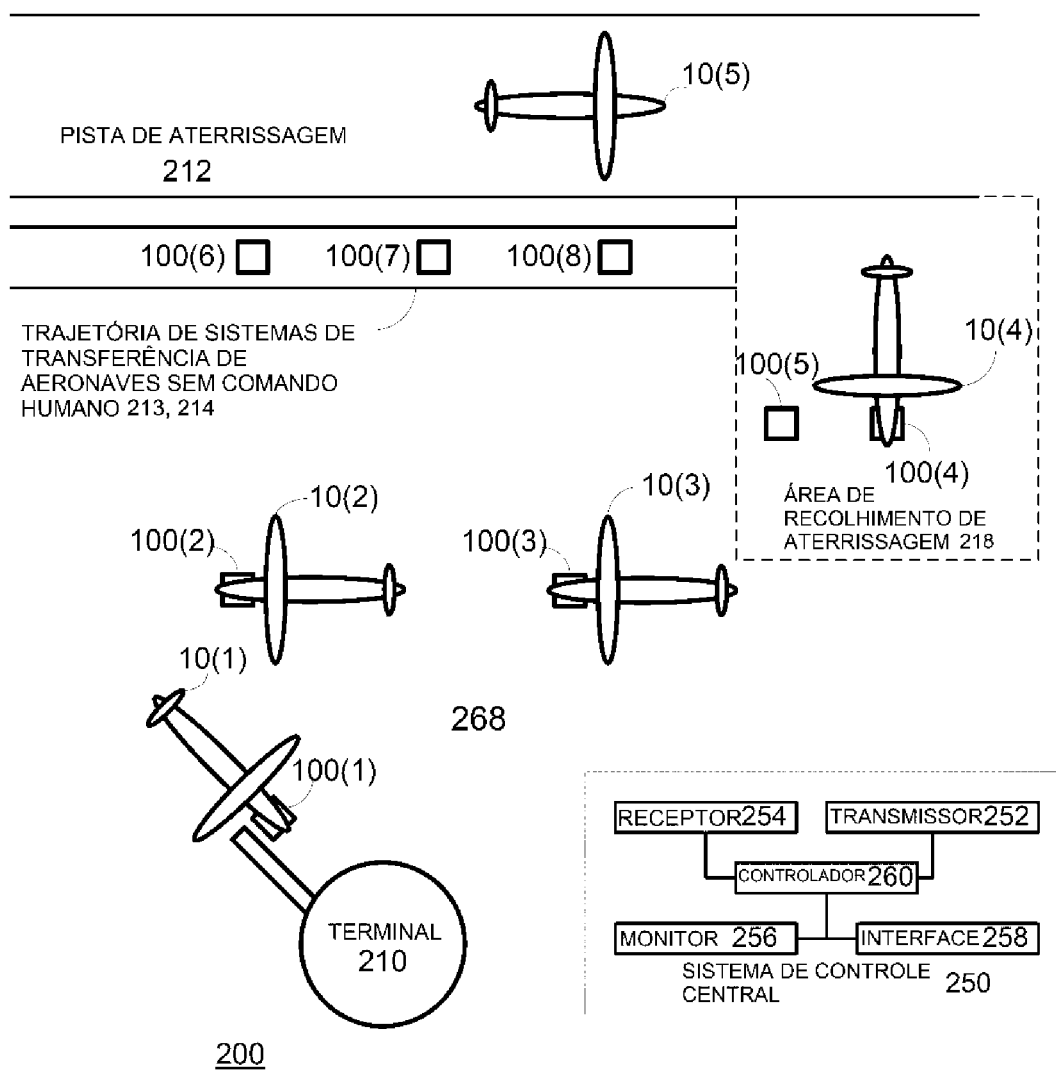
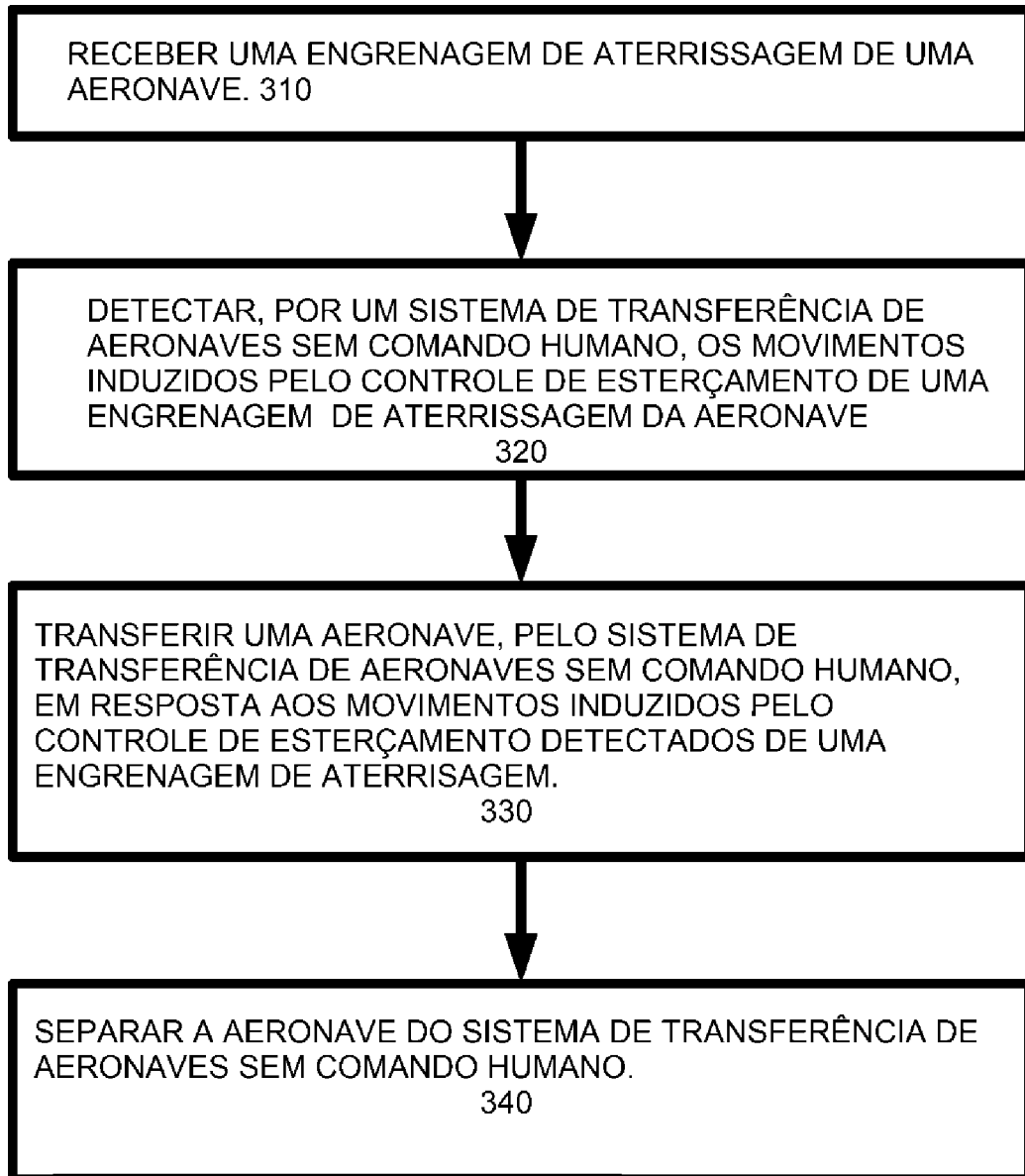


Figura 12



300

Figura 13

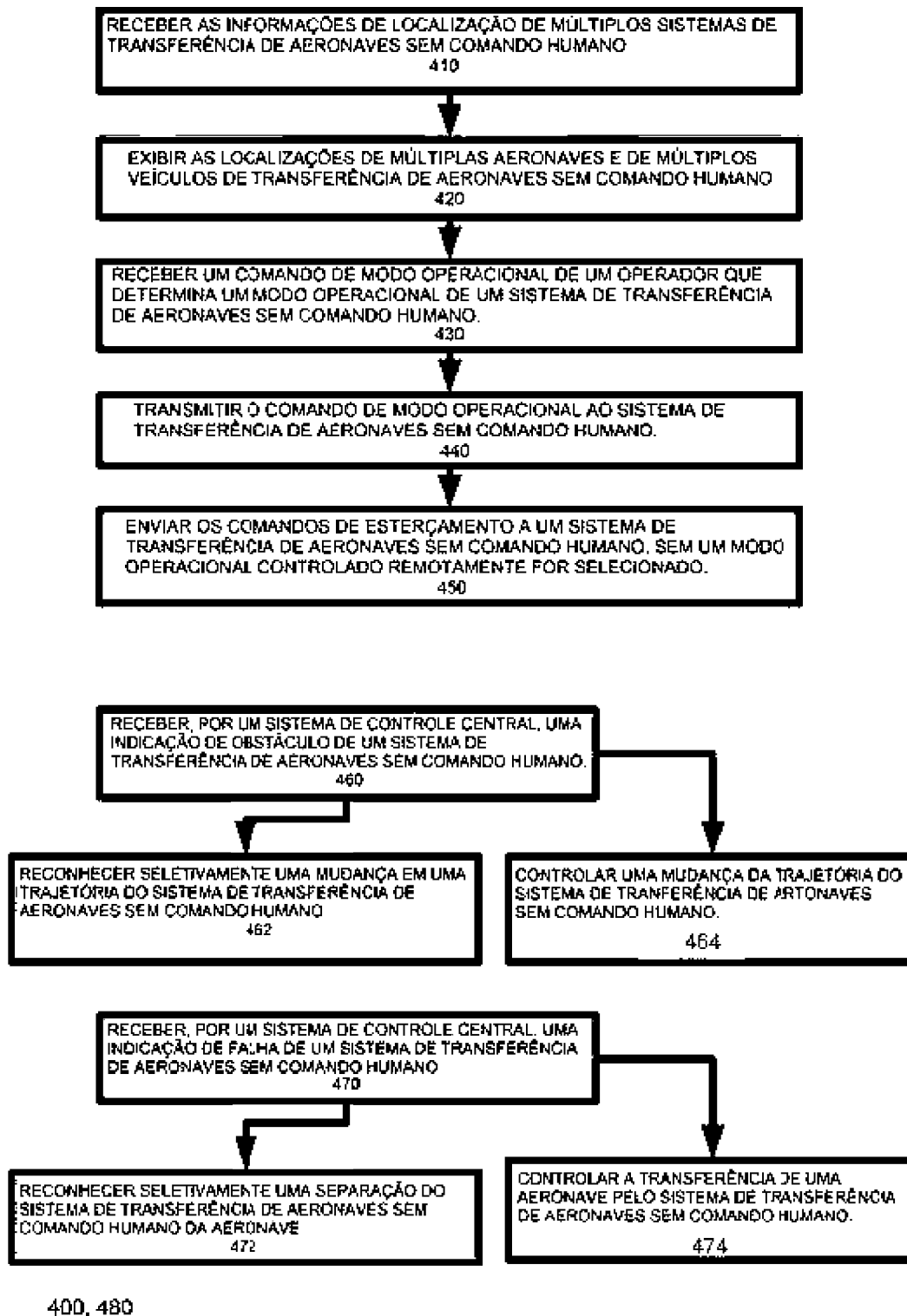
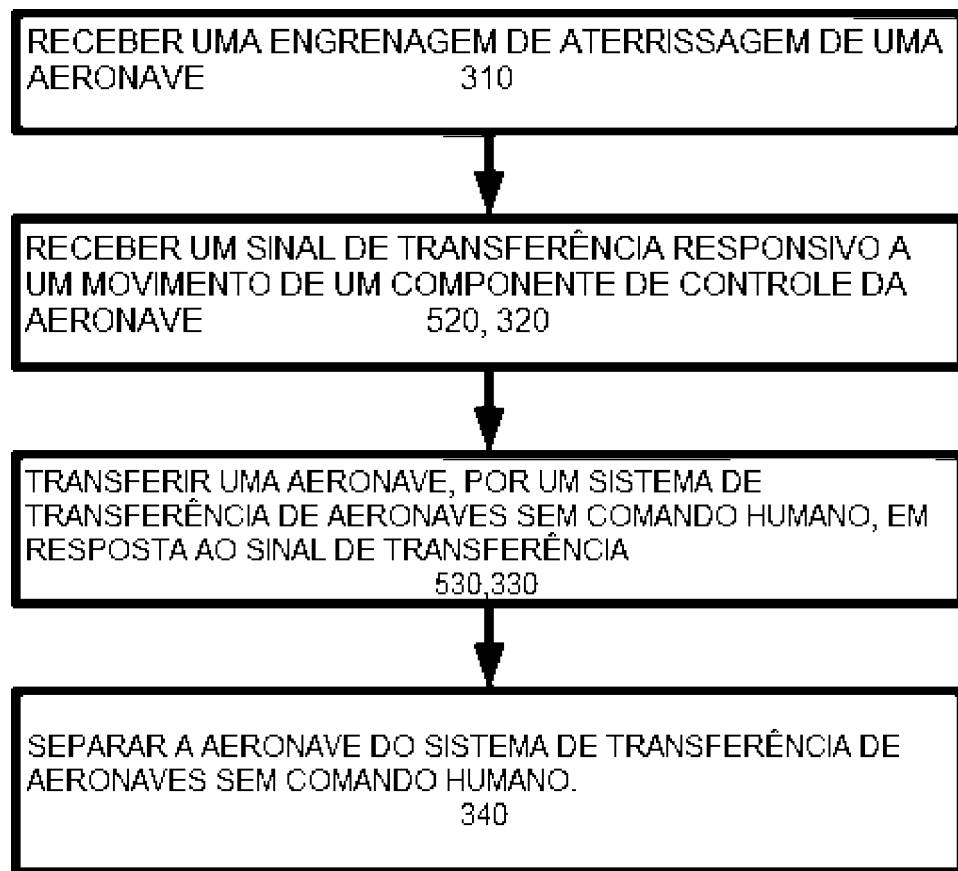
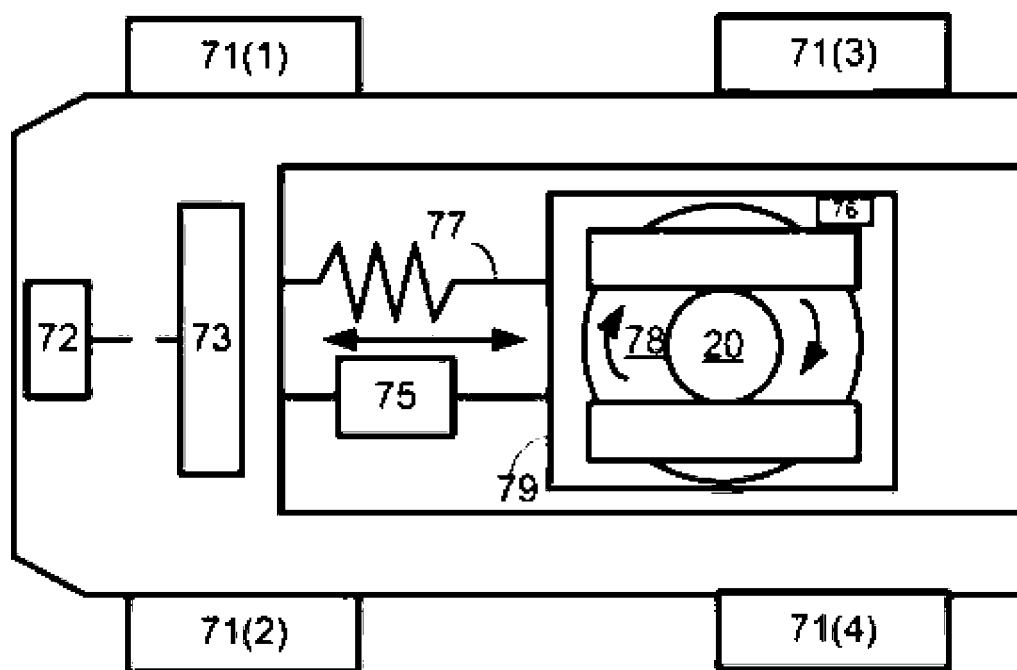


Figura 14



500

Figura 15



70

102

Figura 16

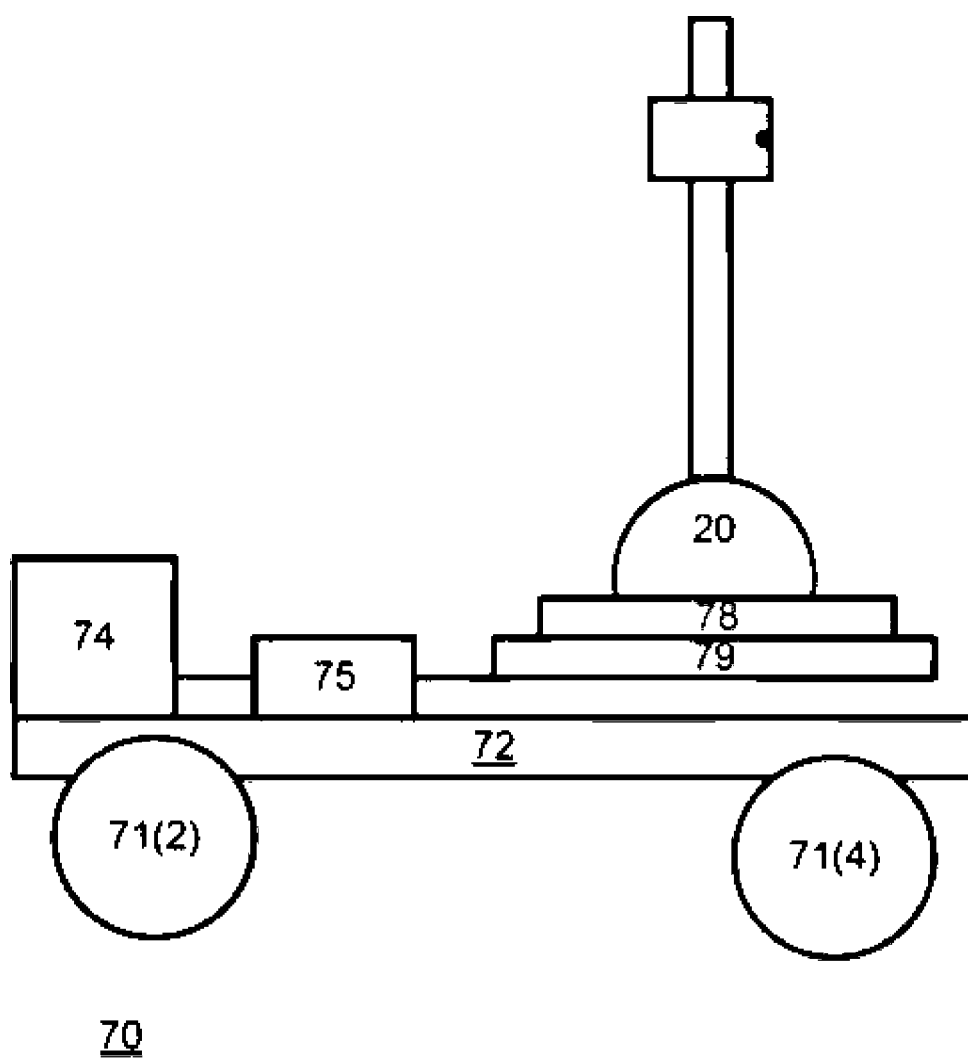


Figura 17

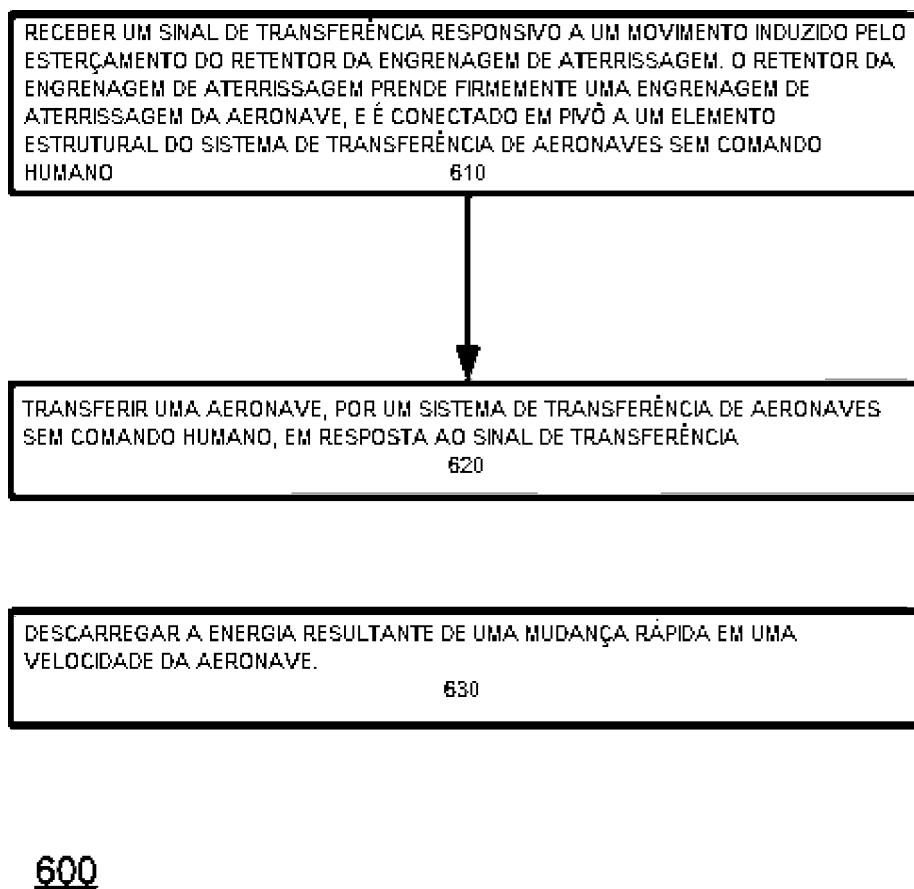


Figura 18

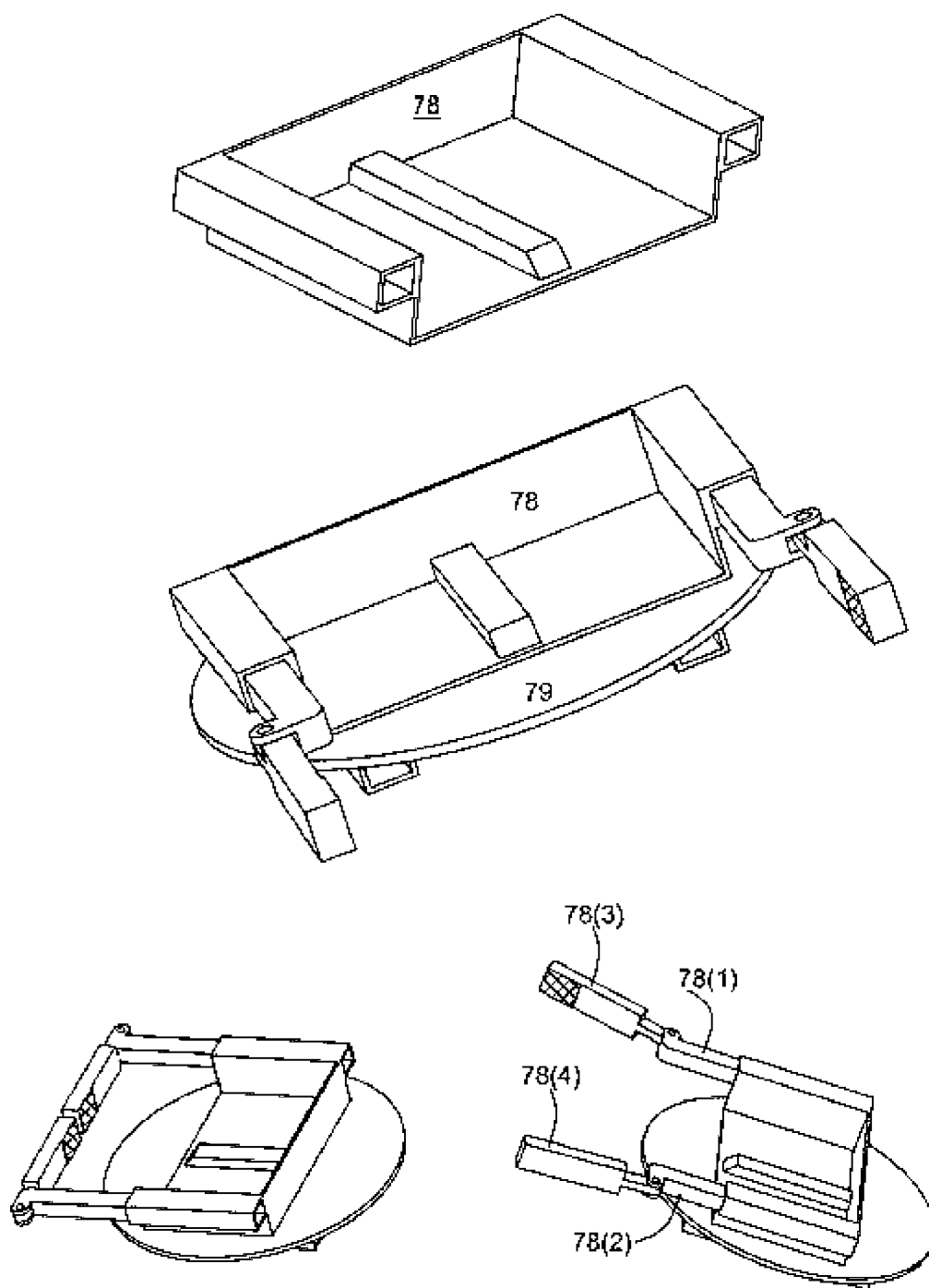


Figura 19