



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

**(11) PI 0914524-9 B1**



**(22) Data do Depósito: 27/10/2009**

**(45) Data de Concessão: 09/07/2019**

**(54) Título:** SISTEMA DE EXIBIÇÃO GRÁFICA DE DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA PARA UM VEÍCULO, MÉTODO DE EXIBIÇÃO DE UM DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA E SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE CAMPO FRONTAL

**(51) Int.Cl.:** G01C 23/00; G05D 1/10; G08G 5/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 30/10/2008 US 12/261,182.

**(73) Titular(es):** GE AVIATION SYSTEMS LLC.

**(72) Inventor(es):** MICHAEL KENT DEJONGE; JOEL KENNETH KLOOSTER.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2009062164 de 27/10/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/056508 de 20/05/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 29/04/2011

**(57) Resumo:** SISTEMA DE EXIBIÇÃO GRÁFICA DE DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA PARA UM VEÍCULO, MÉTODO DE EXIBIÇÃO DE UM DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA E SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE CAMPO FRONTAL A invenção refere-se à navegação de veículos. O sistema de exibição gráfica de desempenho de tempo exigido de chegada (RTA) para um veículo compreende um processador programado para receber parâmetros pré-determinados associados com um tempo exigido de chegada; um primeiro visor (100) acoplado de forma comunicativa ao dito processador, sendo que o dito visor (100) compreende um gráfico de RTA compreendendo: um mostrador compreendendo um eixo geométrico; um primeiro identificador indicativo de um tempo estimado de chegada atual (ETA) em um ponto de passagem pré-determinado; um segundo identificador indicativo de um valor do RTA relativo ao valor de ETA atual e um valor de tolerância de tempo RTA (206 selecionado; uma primeira indicação representando um primeiro tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo; uma segunda indicação representando um último tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo; uma terceira indicação representando a incerteza de ETA (213) em uma direção de chegada antecipada; e uma quarta indicação representando a incerteza de (...).

**“SISTEMA DE EXIBIÇÃO GRÁFICA DE DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA PARA UM VEÍCULO, MÉTODO DE EXIBIÇÃO DE UM DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA E SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE CAMPO FRONTAL”**

**CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] Essa invenção refere-se, em geral, à navegação de veículos e a sistemas de orientação e, mais particularmente, a um método e a sistemas para exibir um desempenho de um veículo para atender tempos exigidos de chegada.

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[002] Pelo menos, alguns veículos conhecidos, mais particularmente as aeronaves, são controlados para chegarem a posições específicas ao longo de uma pista em tempos pré-determinados correspondentes. Tal controle de chegada exigido permite o aumento do tráfego aéreo usando espaço aéreo comum. Na operação atual, as tripulações de voo podem monitorar a conformidade do Tempo Exigido de Chegada (Required Time of Arrival, RTA) olhando as exibições numéricas na Unidade de Exibição de Controle que fica montada na área de pedestal central. Entretanto, as exibições numéricas fora do campo de visão frontal do piloto são difíceis de ler e interpretar sem esforço extra do piloto.

**DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO**

[003] Em uma realização, um sistema de exibição gráfica de desempenho de Tempo Exigido de Chegada (RTA) inclui um processador programado para receber parâmetros pré-determinados associados com um tempo exigido de chegada e um primeiro visor acoplado de forma comunicativa ao processador. O primeiro visor inclui um gráfico de RTA tendo um mostrador, que compreende um eixo geométrico, substancialmente simétrico em torno de um eixo geométrico, um primeiro identificador indicativo de um tempo estimado

de chegada atual (estimated arrival time, ETA) em um ponto de passagem (waypoint) pré-determinado, um segundo identificador indicativo de um valor do RTA relativo ao valor de ETA atual e um valor de tolerância de tempo RTA selecionado, uma primeira indicação representando um primeiro tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo, uma segunda indicação representando um último tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo, uma terceira indicação representando a incerteza do ETA em uma direção de chegada antecipada, uma quarta indicação representando a incerteza do ETA em uma direção de chegada atrasada, e um segundo visor acoplado de forma comunicativa ao dito processador, sendo que o segundo visor compreende um mapa em modo gráfico compreendendo uma caixa de tempo RTA compreendendo um comprimento indicativo de um tempo relativo entre o primeiro tempo e o último tempo, um símbolo de veículo incluindo indicações correspondentes ao ETA atual; e um símbolo de RTA indicativo de um tempo em que o veículo é exigido para cruzar um ponto de passagem pré-determinado.

[004] Em outra realização, um método de exibição de um desempenho de Tempo Exigido de Chegada (RTA) inclui receber informação de ponto de passagem, incluindo informação de posição de ponto de passagem, um Tempo Exigido de Chegada (RTA) de um veículo no ponto de passagem, uma tolerância em torno do RTA, e um tempo estimado de chegada (ETA) no ponto de passagem, exibir graficamente em um primeiro visor eletrônico o RTA relativo às indicações ETA representando a quantidade de vezes que o ponto de passagem foi atingido pelo veículo, e indicações representando a incerteza do ETA; e mostrar graficamente em um segundo visor eletrônico, um mapa em modo gráfico compreendendo: uma caixa de tempo RTA compreendendo um comprimento indicativo de tempo relativo entre um primeiro ponto de passagem que é atingível pelo veículo e um último ponto

de passagem que é atingível pelo veículo, um símbolo de um veículo incluindo um indício correspondente ao ETA atual; e um símbolo indicativo de um tempo requerido por um veículo para atravessar o ponto de passagem.

[005] Ainda em outra realização, um sistema de exibição de campo frontal incluindo um visor de exibição gráfica é proporcionado. O visor de exibição gráfica inclui uma pluralidade de áreas de indicação, pelo menos uma área de indicação inclui um indicador de exibição de Tempo Exigido de Chegada (RTA) configurado para exibir graficamente em um mapa em modo gráfico um tempo estimado de chegada atual (ETA) em um ponto de passagem pré-determinado, um valor do RTA relativo ao valor de ETA atual e um valor de tolerância de tempo RTA selecionado, um primeiro tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo usando os limites de velocidade atual mais rápida do veículo, um último tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo usando os limites de velocidade atual mais lenta do veículo, uma incerteza do veículo que é capaz de alcançar o ponto de passagem dentro do valor de tolerância de tempo RTA selecionado; e um código de cores de alerta indicando se a aeronave está fora do valor de tolerância de tempo RTA selecionado.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[006] As Figuras 1 a 7 mostram realizações exemplificadoras de um método e de sistemas descrito neste documento.

[007] A Figura 1 é um visor gráfico de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção;

[008] A Figura 2 é um visor gráfico de RTA mostrado na Figura 1 de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção;

[009] A Figura 3 é uma exibição do gráfico de RTA mostrado na Figura 1 ilustrando o indicador de tempo RTA mostrado na Figura 2 fora de uma tolerância de RTA;

[010] A Figura 4 é uma exibição do gráfico de RTA mostrado na Figura 1 ilustrando uma incerteza de ETA aumentada estimada;

[011] A Figura 5 é uma vista de um visor de situação horizontal mostrado em um modo de mapa de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção;

[012] A Figura 6 é uma vista expandida ampliada de uma porção do visor de situação horizontal mostrado na Figura 5 de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção; e

[013] A Figura 7 é uma vista do visor de situação horizontal mostrado no modo de mapa indicando uma condição fora de tolerância.

#### **DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO**

[014] A seguinte descrição detalhada ilustra as realizações da invenção por meio de exemplo e não por meio de limitação. Contempla-se que a invenção tem aplicação geral para realizações analíticas e metódicas de determinação de um desempenho de um veículo em relação a uma chegada em um ponto de passagem pré-determinado e para exibir o desempenho ergonomicamente em um campo de visão conveniente para o operador do veículo em aplicações residenciais, comerciais e industriais.

[015] Conforme usado neste documento, uma etapa ou um elemento relatado no singular e prosseguido da palavra "um" ou "uma" deve ser compreendido como não excluindo etapas ou elementos no plural, a menos que tal exclusão seja relatada de forma explícita. Além disso, referências a "uma realização" da presente invenção não se destinam a serem interpretadas como excluindo a existência de realizações adicionais que também incorporam as funções relatadas.

[016] Em geral, as aeronaves são controladas em três dimensões: latitude, longitude e altitude. Tem havido experiência operacional extensiva em três dimensões conforme evidenciado por meio de avanços

realizados em Desempenho Exigido de Navegação (Required Navigation Performance, RNP). A exibição do desempenho de navegação para as tripulações de voo foi desenvolvida para que a conformidade com RNP aplicável esteja prontamente visível e o alerta apropriado seja proporcionado quando a operação não estiver em conformidade com o RNP aplicável.

[017] O controle de aeronaves na quarta dimensão, o tempo, vem se tornando recentemente mais predominante. Avanços em gerenciamento de espaço aéreo mostram capacidade aumentada para mais aeronaves quando um tempo de aterrissagem para cada aeronave é especificado previamente e cada aeronave pode controlar sua chegada em pontos de passagem ao longo de sua rota para seu tempo atribuído. Há também benefícios econômicos se cada aeronave puder determinar seu tempo de aterrissagem desejado usando seu perfil de voo mais favorável ao consumo de combustível. A especificação do tempo de aterrissagem próximo ao tempo de aterrissagem desejado de cada aeronave economiza combustível bem como aumenta a capacidade para pousar mais aeronaves. Esse método de operação é chamado Tempo Exigido de Chegada (RTA).

[018] Um método para exibir o desempenho de controle de tempo na vista frontal usa um visor do tipo "relógio" contendo uma exibição gráfica dos parâmetros importantes para monitorar a conformidade de RTA durante o voo. O mesmo é compacto o suficiente para ser colocado no campo de visão principal do piloto como um instrumento separado. Na cabine de pilotagem moderna, a exibição pode ser incorporada como uma imagem gráfica no visor primário de voo. Uma "caixa de tempo RTA" ao longo da rota é adicionada ao visor de situação horizontal quando no modo de mapa.

[019] A Figura 1 é um visor gráfico 100 de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção. Na realização exemplificadora, o visor 100 (mostrador) é um visor primário de voo (PFD) que

pode ser encontrado em uma cabine de comando (não mostrada) de uma aeronave (não mostrada). Também na realização exemplificadora, o visor 100 compreende um campo de exibição 102 apresentado, por exemplo, em uma tela de tubo de raios catódicos (TRC), tela de exibição de estado sólido, ou outra tela de exibição capaz de funcionar conforme descrito neste documento. O campo de exibição 102 é controlado por meio de um processador de exibição (não mostrado na Figura 1) para exibir, por exemplo, mas não limitado a, texto, gráficos, animações, ícones, e teclas. Em diversas realizações, o visor 100 compreende uma tela habilitada por toque.

[020] O campo de exibição 102 é dividido em uma pluralidade de indicadores ou áreas de indicação 104, 106, 108, 110 e 112. Uma primeira área compreende um indicador de atitude eletrônica 104 (primeiro identificador) localizado centralmente sendo que é substancialmente retangular em seu formato tendo uma caixa de mira (boresight) central 114 representando o eixo geométrico longitudinal do avião no centro da caixa de mira 114. Em cada lado do mesmo estão símbolos de aeronaves estacionárias, convencionais 116 e 118. Um horizonte artificial 120 é proporcionado por meio da linha 120 entre uma área mais levemente sombreada superior 122 representando o céu e uma área mais escura 124 para sombreamento de solo. Além disso, a área mais escura 124 inclui uma leitura digital 126 do rádio ou da altitude (de radar), que exibe a altura atual das aeronaves acima do solo.

[021] Adjacente e ao longo de um lado esquerdo de indicador de atitude 104 está um indicador de velocidade do ar 106 compreendendo uma escala de velocidade do ar 128 móvel verticalmente orientada ou "fita" tendo graduações representando valores de velocidade do ar ao longo do lado direito do mesmo, isto é, no lado adjacente ao indicador de atitude 104. O indicador de velocidade do ar 106 inclui adicionalmente um ponteiro fixo 130 que aponta para dentro em direção à escala de velocidade do ar 128 bem como em

direção a um centro do indicador de atitude 104. O ponteiro fixo 130 é proporcionado com uma janela 132 indicando digitalmente a velocidade do ar em resposta à instrumentação das aeronaves. Na medida em que a velocidade do ar altera, a escala de velocidade do ar 128 se move verticalmente em relação ao ponteiro fixo 130 que continua a apontar em direção à caixa de mira 114. A escala de velocidade do ar 128 apresenta uma faixa de valores de velocidade acima e abaixo do atual. O valor atual da velocidade do ar selecionada é numericamente exibido no local 133 acima da apresentação da velocidade do ar.

[022] O indicador de rumo 108 compreende uma área sombreada por varredura (rasted-shaded) tendo o formato de um segmento de um círculo ou da rosa-dos-ventos sendo facilmente compreensível pelo espectador. O indicador de rumo 108 é proporcionado com uma escala em graus ao longo de uma porção superior em formato de arco do mesmo, adjacente ao indicador de atitude 104, e da mesma forma que o indicador de velocidade do ar 106 descrito anteriormente, uma escala 134 de indicador de rumo 108 se move em relação a um ponteiro fixo 136. Abaixo do ponteiro fixo 136, o indicador de rumo 108 inclui um indicador de rota 138 que se move conforme a rota varia em relação ao rumo. À esquerda do ponteiro 136 está um local 139 que exhibe digitalmente o rumo atual.

[023] O indicador de altitude 110 fica localizado adjacente a um lado direito do indicador de atitude e é proporcionado com uma escala de altitude 140 ao longo de um lado esquerdo do mesmo, adjacente ao indicador de atitude 104. O indicador de altitude 110 é proporcionado adicionalmente com valores numéricos de altitude à direita das marcações apropriadas na escala. O indicador de altitude 110 é do tipo de escala de movimento em que a escala 140 se move em relação a um ponteiro fixo 142 à medida que a altitude das aeronaves se altera, com o valor da altitude atual selecionada sendo

exibida numericamente no local 144 acima do indicador de altitude 110. O ponteiro fixo 142 inclui uma janela adjacente 146 dentro da qual a altitude correta é exibida digitalmente em forma de números rolando. Dessa forma, à medida que a informação de altitude a partir instrumentação das aeronaves se altera, tanto as marcações numéricas na janela 146 quanto a posição da escala subjacente 140 se alteram em conformidade. Uma leitura digital na posição 150 em uma extremidade inferior do indicador de altitude 110 representa a definição barométrica em polegadas de mercúrio.

[024] O campo de exibição 102 também inclui indicador de velocidade vertical 112 calibrado em milhares de pés por minuto ao longo do lado esquerdo do mesmo, adjacente ao indicador de altitude 110. A área sombreada compreendendo indicador de velocidade vertical 112 é aproximadamente trapezoidal em formato, alargando em direção ao indicador de altitude 110, e é proporcionada com um ponteiro móvel 152 adaptado para indicar a velocidade vertical atual das aeronaves, apontando para as marcações da escala ao longo do lado esquerdo do indicador de velocidade vertical 112.

[025] O campo de exibição 102 também inclui leituras de indicador de modo de voo 154, 156 e 158 no centro do topo do visor. As três leituras comuns são reservadas para status de acelerador automático (autothrottle), status de modo lateral e status de modo vertical. As anunciações de status de direcionador de voo, piloto automático, e pouso automático são exibidas no local 160 imediatamente acima do centro do indicador de altitude. Além disso, o local 162 inclui características da aproximação, incluindo frequência de estação e direção da pista (em graus), leitura de Equipamento de Medição de Distância (Distance Measuring Equipment, DME) em milhas náuticas e o status de modo atual.

[026] O campo de exibição 102 inclui adicionalmente um gráfico

de Tempo Exigido de Chegada (RTA) 164 posicionado em um canto de lado direito inferior do campo de exibição 102. O gráfico de RTA 164 é usado para exibir o desempenho de controle de tempo das aeronaves na vista frontal e usa um visor do tipo "relógio" conforme é ilustrado na Figura 2. Embora um visor do tipo relógio seja ilustrado nesse exemplo não limitador, outros tipos de exibição linear ou arqueada também são visualizados. O gráfico de RTA 164 inclui uma exibição gráfica dos parâmetros importantes para monitorar a conformidade de RTA durante o voo. O gráfico de RTA 164 é visível somente no campo de exibição 102 quando um modo de RTA fica ativo e engatado. Na realização exemplificadora, o gráfico de RTA 164 é compacto o suficiente para ficar posicionado no campo de visão principal do piloto como um instrumento separado.

[027] A Figura 2 é uma exibição do gráfico de RTA 164 de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção. Na realização exemplificadora, o gráfico de RTA 164 inclui um visor de nome de ponto de passagem de RTA 202 que pode ser inserido pela tripulação ou por meio de comunicação com outro sistema ou local. O ponto de passagem corresponde a uma posição quando um tempo de cruzamento exigido é especificado. Um indicador de tempo RTA 204 (identificador indicativo de um valor do RTA) pode ser inserido pela tripulação ou por meio de comunicação com outro sistema ou local e exibe o tempo de cruzamento exigido expresso, por exemplo, em horas: minutos: segundos GMT em uma escala circunferencial 205 do gráfico de RTA 164. Uma tolerância de RTA 206 (tolerância em torno do RTA) em cada extremidade da escala 205 corresponde a uma tolerância de tempo de cruzamento mais ou menos permissível que é considerada por ser expressa em tempo em minutos: segundos. Um visor de ETA atual 208 representa um tempo estimado de chegada computado no ponto de passagem de RTA 202. Um primeiro visor de tempo 210 representa um

tempo de chegada mais antecipado computado usando a velocidade mais rápida permissível dentro dos limites da aeronave. O primeiro visor de tempo 210 é representado por meio de uma barra que se estende a partir da tolerância de RTA 206 em direção ao visor de ETA atual 208 a uma distância que se altera na medida em que os limites de velocidade da aeronave se alteram. Um último visor de tempo 212 representa um tempo de chegada mais atrasado computado usando a velocidade mais lenta permissível dentro dos limites da aeronave. O último visor de tempo 212 é representado por meio de uma barra que se estende a partir da tolerância de RTA 206 em direção ao visor de ETA atual 208 a uma distância que se altera na medida em que os limites de velocidade da aeronave se alteram. Uma incerteza de ETA estimada 213 representa um valor computado de duas vezes o desvio padrão de um erro de uma estimativa de ETA gerando um nível de confiança de 95%. A incerteza de ETA estimada 213 é representada no gráfico 164 como uma faixa em negrito se estendendo circunferencialmente de forma aproximada a partir de uma tolerância de RTA 206 em cada lado do gráfico 164 em direção ao visor de ETA atual 208 a uma distância igual ao valor da incerteza de ETA estimada 213. Uma distância para o ponto de passagem de RTA 214 representa uma distância computada ao longo da rota para atingir o ponto de passagem de RTA 202.

[028] O visor de ETA atual 208 é mostrado no centro do topo do mostrador de "relógio". A escala do mostrador é mostrada por meio de uma primeira linha de escala 216 em uma posição de menos de 120 graus no visor de ETA atual 208 e uma segunda linha de escala 218 em uma posição de mais de 120 graus e é determinada por meio da tolerância de tempo permitida para operação de RTA. Essa é igual à tolerância de RTA 206 que pode ser igual a um valor de tolerância de RTA inserido pela tribulação ou por meio de comunicação com outro sistema ou local ajustado para a distância ao visor de

ponto de passagem de RTA 214. A escala tem um valor máximo de mais e menos 120 segundos quando a distância a percorrer é longa e diminui para o valor de tolerância de RTA 206 máximo inserido pela tripulação ou por meio de comunicação com outro sistema ou local quando a distância se torna pequena.

[029] O visor de nome de ponto de passagem de RTA 202 é mostrado no centro do gráfico de RTA 164. Imediatamente abaixo do nome, a distância para o ponto de passagem de RTA 214 é exibida. O indicador de tempo RTA 204 é mostrado como um "erro" colorido, por exemplo, um símbolo triangular preenchido que gira em torno do mostrador de acordo com seu valor relativo ao visor de ETA atual 208 e mais e menos tolerância de RTA 206. O indicador de tempo RTA 204 é posicionado no local de ponto de passagem ao longo da rota no domínio de tempo relativo ao mostrador fixo que representa o tempo previsto da aeronave no centro do topo da escala. Com a leitura do mostrador da esquerda para a direita, o tempo atrás da aeronave está na esquerda e o tempo à frente da aeronave está na direita. Conforme mostrado na Figura 2, o visor de ETA atual 208 está ligeiramente à frente do indicador de tempo RTA 204 indicando que a aeronave está ligeiramente antecipada, mas bem dentro da tolerância de RTA 206 nas extremidades da escala.

[030] As barras 220 e 222 em torno do mostrador representam o primeiro visor de tempo 210 e o último visor de tempo 212, respectivamente, exibições estas que a aeronave pode fazer no visor de ponto de passagem de RTA 202 conforme determinado pelos limites de operação da aeronave. As barras 220 e 222 são exibidas somente quando tal tempo se inclui dentro do visor de ETA atual 208 com mais e menos tolerância de RTA 206. Quando não é mais possível alcançar o visor de ETA atual 208 com mais e menos tolerância de RTA 206 sem exceder os limites de velocidade da aeronave, as barras 220 e 222 não são exibidas.

[031] Durante a operação, mediante a entrada de um valor para

o ponto de passagem de RTA 202, o operador é avisado com o indicador de tempo RTA 204 igual ao ETA previsto usando o perfil de voo de custo favorável ao padrão. Esse é o tempo de chegada desejado usando perfil de custo mínimo para o voo. O operador pode alterar o valor avisado inserindo um valor novo que pode ser atribuído pelo controle de tráfego aéreo. A velocidade alvo de RTA resultante é proporcionada conforme o comando ativo de velocidade para o piloto automático e é exibida no visor primário de voo. A velocidade alvo pode ser suprimida por meio de qualquer restrição de velocidade aplicável. A velocidade restrita é levada em conta quando se calcula o tempo de chegada estimado. Seguindo o comando ativo de velocidade, a aeronave deve alcançar o RTA se a mesma estiver dentro dos limites de velocidade da aeronave para fazer o mesmo.

[032] A Figura 3 é uma exibição do gráfico de RTA 164 ilustrando que o indicador de tempo RTA 204 está fora da tolerância de RTA 206. Na realização exemplificadora, o RTA de símbolo triangular do indicador de tempo 204 é colocado imediatamente fora da indicação de escala completa no lado "atrasado" do gráfico de RTA 164. Para alertar o operador dessa condição, o símbolo triangular se altera de um símbolo preenchido com cor para um símbolo não preenchido que pisca por 10 segundos. Uma área de mensagem de texto 302 exibe ATRASADO se o símbolo triangular se encontra no lado direito da escala e ANTECIPADO se o símbolo triangular se encontra no lado esquerdo da escala. O valor de não conformidade também é mostrado na área de mensagem de texto 302 no formato de horas: minutos: segundos.

[033] A Figura 4 é uma exibição do gráfico de RTA 164 ilustrando uma incerteza de ETA aumentada estimada 213. O ETA atual é computado com base nas condições atuais da aeronave e nas condições previstas ao longo da trajetória de voo restante. Existe uma quantidade de erros possíveis nas condições predominantes usadas para computar ETA que resultam em

alguma incerteza. Por exemplo, a incerteza de posição horizontal tem um componente ao longo da rota que traduz diretamente em incerteza de tempo de chegada. Outro exemplo é a incerteza dos dados previstos de vento à frente da aeronave. Determinando os modelos de erro para cada um dos fatores que contribuem para o erro de computação de ETA, é possível computar uma incerteza de erro composto. A incerteza de erro é o erro total dentro do qual o ETA computado é contido com 95% de probabilidade. Tipicamente isso é duas vezes o desvio padrão da incerteza de erro.

[034] Na realização exemplificadora, a incerteza de ETA estimada 213 é aumentada em relação à tolerância de RTA 206, em conformidade com as faixas em negrito representando a incerteza de ETA estimada 213 preenchida no mostrador até que as faixas de arcos no meio se alterem para uma cor pré-determinada e pisquem por 10 segundos. Conforme mostrado na Figura 4, as faixas em negrito se estendem em um arco substancialmente contínuo do início ao fim da escala 205 indicando que não é mais possível preencher a restrição de tempo RTA dentro de 95% de probabilidade devido à incerteza alta de erro.

[035] A Figura 5 é uma vista de um visor de situação horizontal 500 mostrado em um modo de mapa de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção. Na realização exemplificadora, um visor de mapa 501 da escala de desempenho de RTA é exibido próximo a um centro do visor de situação horizontal 500 ao longo de uma linha de referência 504 de um ícone de aeronave 508 (ícone de veículo) (símbolo de veículo). O visor de mapa 501 inclui uma caixa de tempo RTA 502 ao longo da rota e um diamante de ETA atual 510 (símbolo de RTA) representando o visor de ETA atual 208. As posições relativas da caixa de tempo RTA 502, do ícone de aeronave 508, e do diamante de ETA atual 510 e o tamanho da caixa de tempo RTA 502 representam uma indicação gráfica do desempenho de RTA da aeronave em

tempo real. A caixa de tempo RTA 502 e o diamante de ETA atual 510 são visíveis somente quando o modo de RTA fica engatado e ativo.

[036] A Figura 6 é uma vista expandida ampliada de uma porção de um visor de situação horizontal 500 de acordo com uma realização exemplificadora da presente invenção. O visor de mapa 501 é mostrado no visor de situação horizontal 500 quando o visor de situação horizontal 500 está no modo de mapa. Pelo fato de a escala do mapa ser baseada na distância geográfica selecionada pelo operador, o local, e o tamanho ao longo da rota da caixa de tempo RTA 502 é convertido para a distância multiplicando tempo por velocidade em solo. Uma largura 600 da caixa de tempo RTA 502 é fixada no visor. O nariz da aeronave, notado por meio do vértice superior 602 (indício) do ícone de aeronave 508, corresponde ao visor de ETA atual 208. No centro da caixa de tempo RTA 502 está um diamante de ETA atual 510 que corresponde a um valor do indicador de tempo RTA 204. O centro da caixa de tempo RTA 502 fica localizado a uma distância (visor de ETA atual 208-indicador de tempo RTA 204)\* da velocidade em solo à frente ou atrás do nariz da aeronave. A posição do diamante de ETA atual 510 representa o local desejado de ponto de passagem ao longo da rota no domínio de tempo relativo ao nariz da aeronave que representa o ETA da aeronave naquele local. A diferença, RTA-ETA é mostrada mediante o RTA direcionador 608 adjacente à caixa de tempo RTA 502 para indicar um erro de tempo 606 em horas: minutos: segundos.

[037] A tolerância de RTA 206 é usada para computar um comprimento 610 da caixa de tempo RTA 502 longo da rota da aeronave. O comprimento 610 é determinado multiplicando tolerância de RTA 206 pela velocidade em solo. Desde que o nariz da aeronave representado por meio do vértice superior 602 do ícone de aeronave 508 esteja dentro da caixa de tempo RTA, a aeronave está a tempo.

[038] Quando o indicador de tempo RTA 204 está fora da

tolerância de RTA 206, o nariz da aeronave representado por meio do vértice superior 602 do ícone de aeronave 508 fica fora da caixa de tempo RTA 502 e o erro de tempo RTA 606 ativa uma cor âmbar, por exemplo, alertando o operador de que o indicador de tempo RTA 204 está fora da tolerância de RTA 206. Um exemplo de uma condição ATRASADO mostraria a caixa de tempo RTA 502 à frente da aeronave. Um exemplo de uma condição ANTECIPADO mostraria a aeronave à frente da caixa de tempo RTA 502.

[039] A Figura 7 é uma vista do visor de situação horizontal 500 mostrado no modo de mapa indicando uma condição fora de tolerância. Na realização exemplificadora, o nariz da aeronave, representado por meio do vértice 602, está fora da caixa de tempo RTA 502, o erro de tempo RTA 606 e o direcionador 608 se tornam âmbar alertando o operador de que o tempo RTA está fora da tolerância de tempo. Um exemplo da condição ATRASADO é mostrado onde a caixa de tempo RTA 502 fica à frente da aeronave representada por meio do ícone de aeronave 508.

[040] Conforme usado neste documento, o termo processador refere-se a unidades centrais de processamento, microprocessadores, microcontroladores, computadores com conjunto reduzido de instruções (reduced instruction set circuits, RISC), circuitos integrados de aplicativo específico (application specific integrated circuits, ASIC), circuitos lógicos, e qualquer outro circuito ou processador capaz de executar as funções descritas neste documento.

[041] Conforme usado neste documento, os termos "software" e "firmware" são intercambiáveis, e incluem qualquer programa de computador armazenado em memória para execução por meio de um processador, incluindo memória RAM, memória ROM, memória EPROM, memória EEPROM, e memória RAM não volátil (NVRAM). Os tipos de memória acima são exemplificadores somente, e, dessa forma, não são limitadores conforme os

tipos de memória utilizáveis para armazenamento de um programa de computador.

[042] Conforme será compreendido com base no relatório descritivo precedente, as realizações da invenção descritas acima podem ser implementadas usando programação de computador ou técnicas de engenharia incluindo firmware, hardware, software de computador ou qualquer combinação ou subconjunto dos mesmos, em que o efeito técnico é proporcionar a um operador do veículo uma exibição gráfica de campo de visão frontal que indica um desempenho do veículo em relação a uma chegada do veículo em um ponto de passagem pré-determinado em um tempo pré-determinado. Qualquer programa resultante, tendo meio de código legível por computador, pode ser incorporado ou proporcionado dentro de um ou mais meios legíveis por computador, produzindo, por isso, um produto de programa de computador, isto é, um artigo de fabricação, de acordo com as realizações discutidas da invenção. O meio legível por computador pode ser, por exemplo, mas não é limitado a, uma unidade (de disco) fixa, disquete, disco óptico, fita magnética, memória semicondutora, tal como memória só de leitura (ROM), e/ou qualquer meio de transmissão/recepção, tal como a Internet ou outra rede de comunicação ou vínculo. O artigo de fabricação contendo o código de computador pode ser produzido e/ou usado por meio da execução do código diretamente a partir de um meio, copiando o código a partir de um meio para outro meio, ou transmitindo o código por uma rede.

[043] As realizações descritas acima de um método e de sistemas de exibição de um visor de Tempo Exigido de Chegada (RTA) para um veículo proporcionam um meio confiável e eficaz em termos de custos para implementar um aprimoramento de software para equipamentos existentes em aeronaves modernas, tais como, mas não limitadas a, Sistema de Computador de Gerenciamento de Voo (Flight Management Computer System, FMCS) e

Sistema de Exibição de Cabine de Comando (Cockpit Display System, CDS). Mais especificamente, os métodos e sistemas descritos neste documento facilitam a recepção de informação em relação a uma posição de veículo em tempo e espaço em relação a uma posição de ponto de passagem pré-determinado e um tempo exigido de chegada ao ponto de passagem. Além disso, os métodos e sistemas descritos acima facilitam a exibição da informação de RTA para o operador do veículo ergonomicamente em um campo de visão frontal. Como resultado, os métodos e sistemas descritos neste documento facilitam a operação de veículos de maneira confiável e rentável.

[044] Ao mesmo tempo em que a invenção foi descrita em termos de diversas realizações específicas, será reconhecido que a invenção pode ser praticada com modificação dentro do caráter e do escopo das reivindicações.

**REIVINDICAÇÕES:**

1. SISTEMA DE EXIBIÇÃO GRÁFICA DE DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA (RTA) PARA UM VEÍCULO, caracterizado pelo fato de que o dito sistema compreende:

um processador programado para receber parâmetros pré-determinados associados com um tempo exigido de chegada;

um primeiro visor (100) acoplado de forma comunicativa ao dito processador, sendo que o dito visor (100) compreende um gráfico de RTA compreendendo:

um mostrador compreendendo um eixo geométrico;

um primeiro identificador indicativo de um tempo estimado de chegada atual (ETA) em um ponto de passagem pré-determinado;

um segundo identificador indicativo de um valor do RTA relativo ao valor de ETA atual e um valor de tolerância de tempo RTA (206) selecionado;

uma primeira indicação representando um primeiro tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo;

uma segunda indicação representando um último tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo;

uma terceira indicação representando a incerteza de ETA (213) em uma direção de chegada antecipada; e

uma quarta indicação representando a incerteza de ETA (213) em uma direção de chegada atrasada; e

um segundo visor (500) acoplado de forma comunicativa ao dito processador, sendo que o segundo visor compreende um mapa em modo gráfico compreendendo:

uma caixa de tempo RTA (502) compreendendo um comprimento (610) indicativo de um tempo relativo entre o primeiro tempo e o último tempo;

um símbolo de veículo (508) incluindo indicações correspondentes

ao ETA atual; e

um símbolo de RTA (510) indicativo de um tempo em que o veículo é exigido para cruzar um ponto de passagem pré-determinado.

2. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito mostrador é em torno de um eixo geométrico.

3. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro visor (100) compreende um visor de situação horizontal de aeronave (500).

4. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito mapa em modo gráfico fica alinhado com uma linha de referência (504) do veículo em um visor de situação horizontal (500).

5. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o comprimento (610) da caixa de tempo RTA (502) representa uma distância ao longo da rota do veículo usando o primeiro tempo e o último tempo multiplicados pela velocidade em solo do veículo.

6. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a diferença entre os indícios e o símbolo de RTA representa uma diferença entre o ETA de veículo no ponto de passagem e o RTA no ponto de passagem.

7. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma indicação dos indícios posicionados fora da caixa de tempo RTA (502) representa pelo menos uma entre uma condição de chegada antecipada e uma condição de chegada atrasada.

8. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a

reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita primeira tela compreende um visor primário de voo de aeronave.

9. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito mostrador compreende uma escala graduada em unidades de tempo.

10. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro identificador fica posicionado no centro do mostrador.

11. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira indicação compreende uma primeira barra de indicação se estendendo a partir de um primeiro limite do mostrador em direção ao dito primeiro identificador, a segunda indicação compreende uma segunda barra de indicação se estendendo a partir de um segundo limite da escala em direção ao dito primeiro identificador.

12. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE RTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a terceira indicação compreende uma terceira barra de indicação se estendendo a partir do primeiro limite da escala em direção ao dito primeiro identificador e a quarta indicação compreende uma quarta barra de indicação se estendendo a partir do segundo limite da escala em direção ao dito primeiro identificador.

13. MÉTODO DE EXIBIÇÃO DE UM DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA (RTA) caracterizado pelo fato de que compreende:

receber informação de ponto de passagem, incluindo informação de posição de ponto de passagem, um Tempo Exigido de Chegada (RTA) de um veículo no ponto de passagem, uma tolerância em torno do RTA (206), e um tempo estimado de chegada (ETA) ao ponto de passagem;

exibir graficamente em um primeiro visor eletrônico (100) o RTA

relativo às indicações ETA representando os tempos em que o ponto de passagem é atingido pelo veículo, e indicações representando a incerteza do ETA (213); e

mostrar graficamente em um segundo visor eletrônico (500), um mapa em modo gráfico compreendendo: uma caixa de tempo RTA (502) compreendendo um comprimento (610) indicativo de tempo relativo entre um primeiro tempo que o ponto de passagem que é atingido pelo veículo e um último tempo que o ponto de passagem é atingido pelo veículo, um símbolo de um veículo (508) incluindo um indício correspondente ao ETA atual (602); e um símbolo indicativo de um tempo requerido por um veículo para atravessar o ponto de passagem (510).

14. MÉTODO DE EXIBIÇÃO DE UM DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA (RTA), de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente exibir graficamente uma incerteza do ETA (213) no ponto de passagem.

15. MÉTODO DE EXIBIÇÃO DE UM DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA (RTA), de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a incerteza do ETA no ponto de passagem inclui pelo menos um de um componente ao longo da rota de uma incerteza de posição horizontal e uma incerteza devido aos dados previstos de vento à frente do veículo.

16. MÉTODO DE EXIBIÇÃO DE UM DESEMPENHO DE TEMPO EXIGIDO DE CHEGADA (RTA), de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

receber um primeiro tempo de chegada ao ponto de passagem usando uma velocidade mais rápida permissível dentro dos limites do veículo;

receber um segundo tempo de chegada ao ponto de passagem usando uma velocidade mais lenta permissível dentro dos limites do veículo; e

exibir graficamente os primeiro e segundo tempos de chegada.

17. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE CAMPO FRONTAL caracterizado pelo fato de que compreende um visor de exibição gráfica (100) compreendendo uma pluralidade de áreas de indicação (104, 106, 108, 110 e 112), pelo menos uma área de indicação compreendendo um indicador de exibição de Tempo Exigido de Chegada (RTA) (204) configurado para:

exibir graficamente em um mapa em modo gráfico:

um tempo estimado de chegada atual (ETA) em um ponto de passagem pré-determinado;

um valor do RTA relativo ao valor de ETA atual e um valor de tolerância de tempo RTA (206) selecionado;

um primeiro tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingido pelo veículo usando os limites de velocidade atual mais rápida do veículo;

um último tempo em que o ponto de passagem pré-determinado é atingível pelo veículo usando os limites de velocidade atual mais lenta do veículo;

uma incerteza do veículo que é capaz de alcançar o ponto de passagem dentro do valor de tolerância de tempo RTA (206) selecionado; e

um código de cores de alerta indicando se a aeronave está fora do valor de tolerância de tempo RTA (206) selecionado.

18. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE CAMPO FRONTAL, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma escala graduada em unidades de pelo menos uma entre tempo e distância.

19. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE CAMPO FRONTAL, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o dito visor de exibição gráfica compreende um visor de situação horizontal (500), sendo que o dito

indicador de visor de RTA compreende um ícone de veículo (508) representando um ETA de veículo e um visor de caixa de tempo RTA (502), uma posição relativa do ícone de veículo (508) e o visor de caixa de tempo RTA (502) indicativo do desempenho de RTA de veículo.

20. SISTEMA DE EXIBIÇÃO DE CAMPO FRONTAL, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a dita tela de exibição gráfica compreende um visor de situação horizontal, o dito indicador de visor de RTA compreende um símbolo de RTA próximo a um centro da caixa tempo RTA que exibe uma diferença na posição relativa do símbolo de RTA e o dito ícone de veículo representa um erro de tempo de chegada no ponto de passagem pré-determinado.

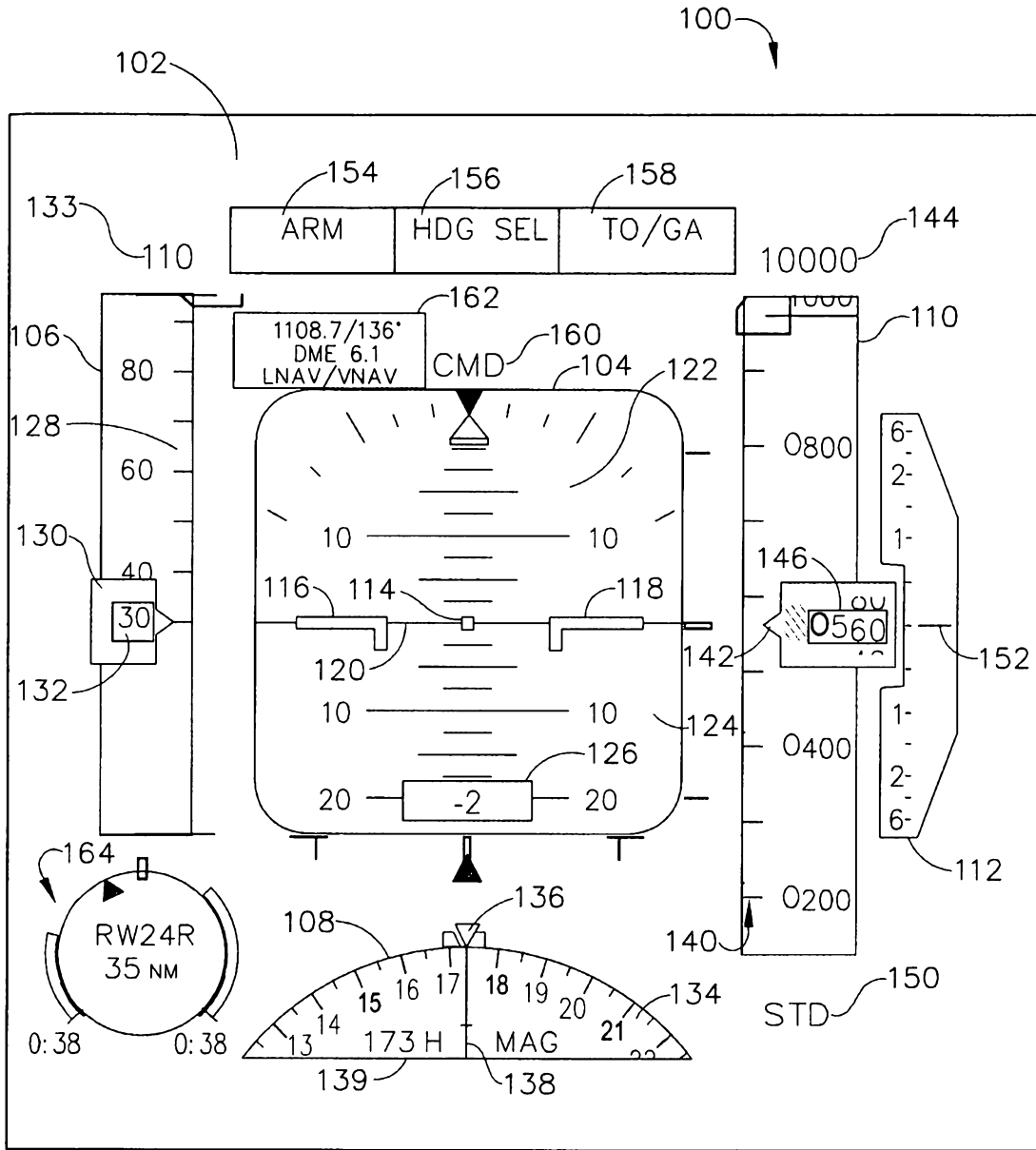
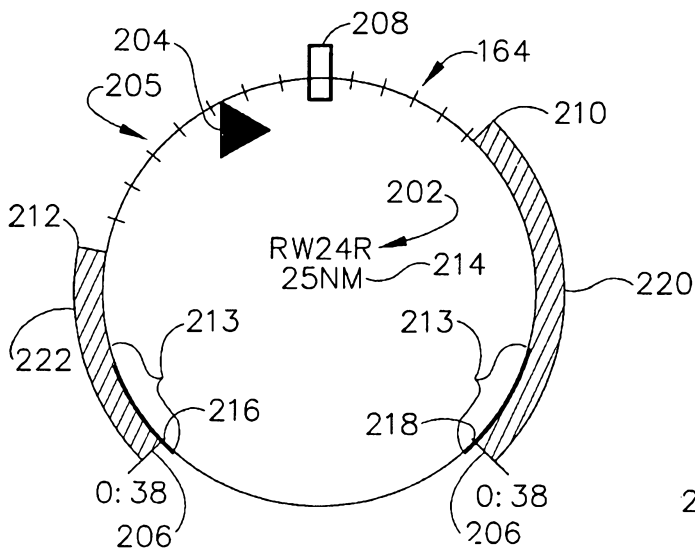
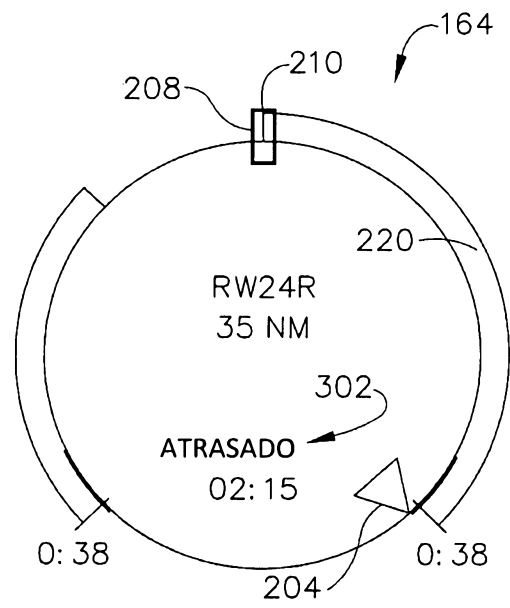


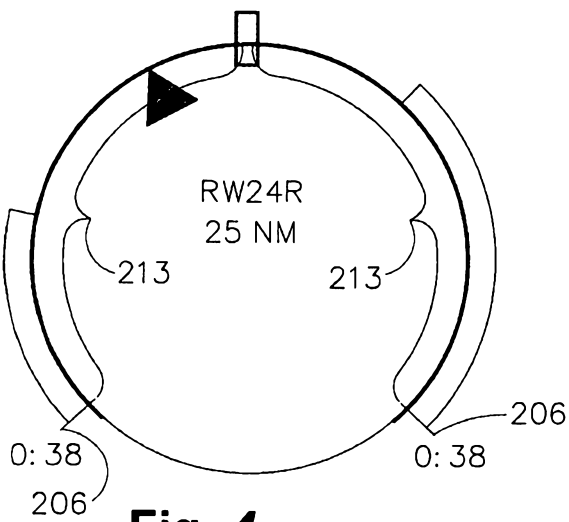
Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

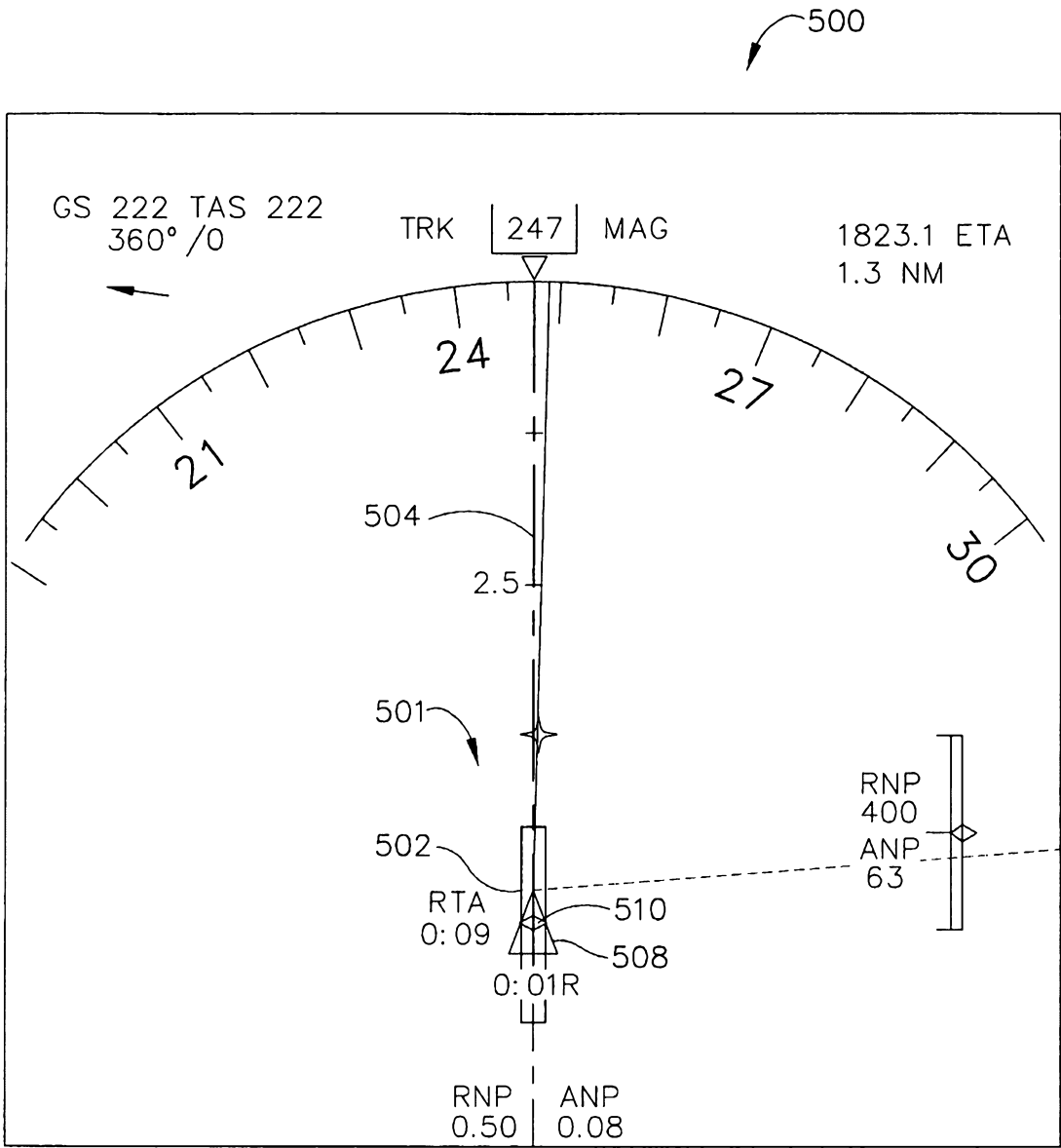


Fig. 5

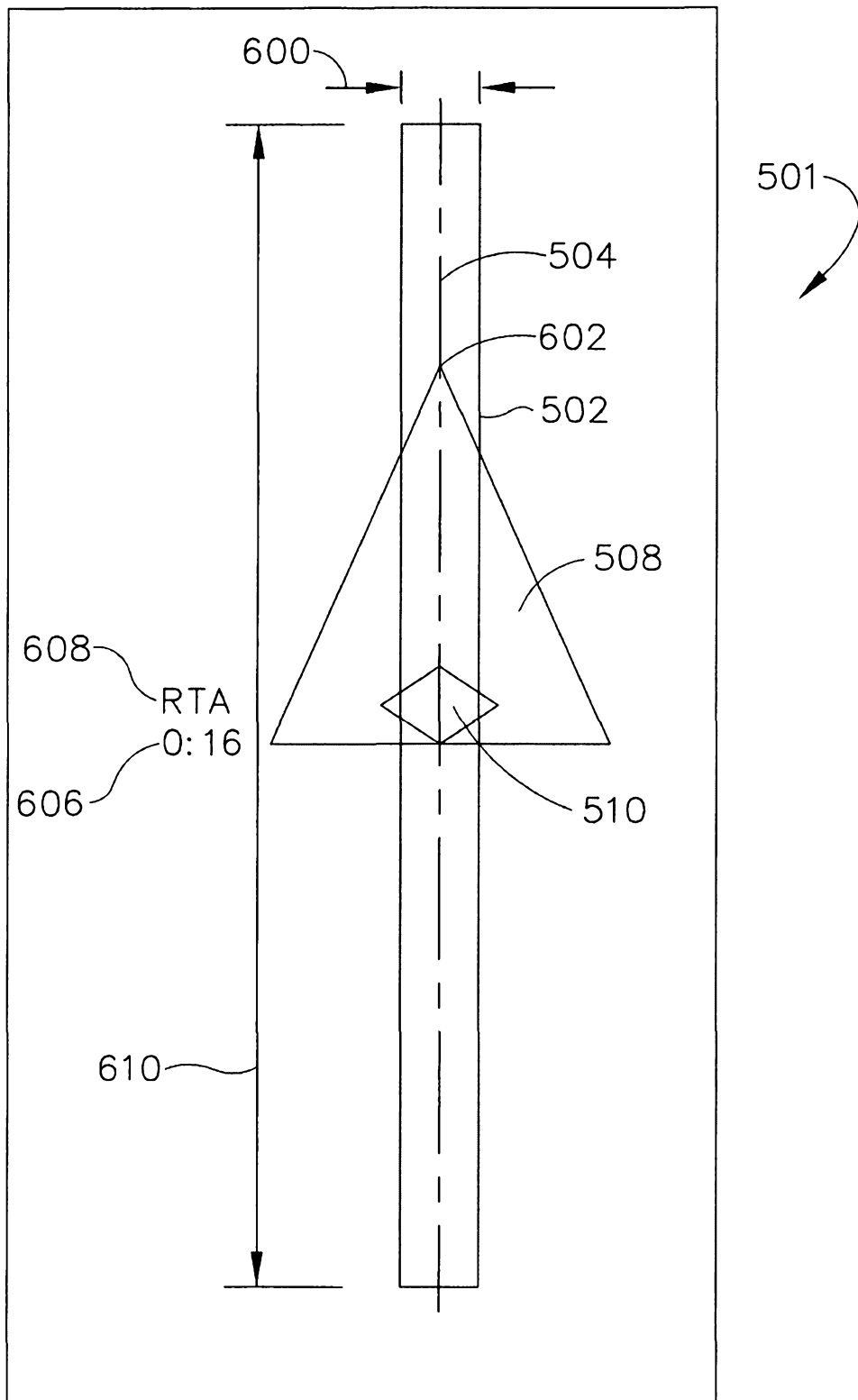
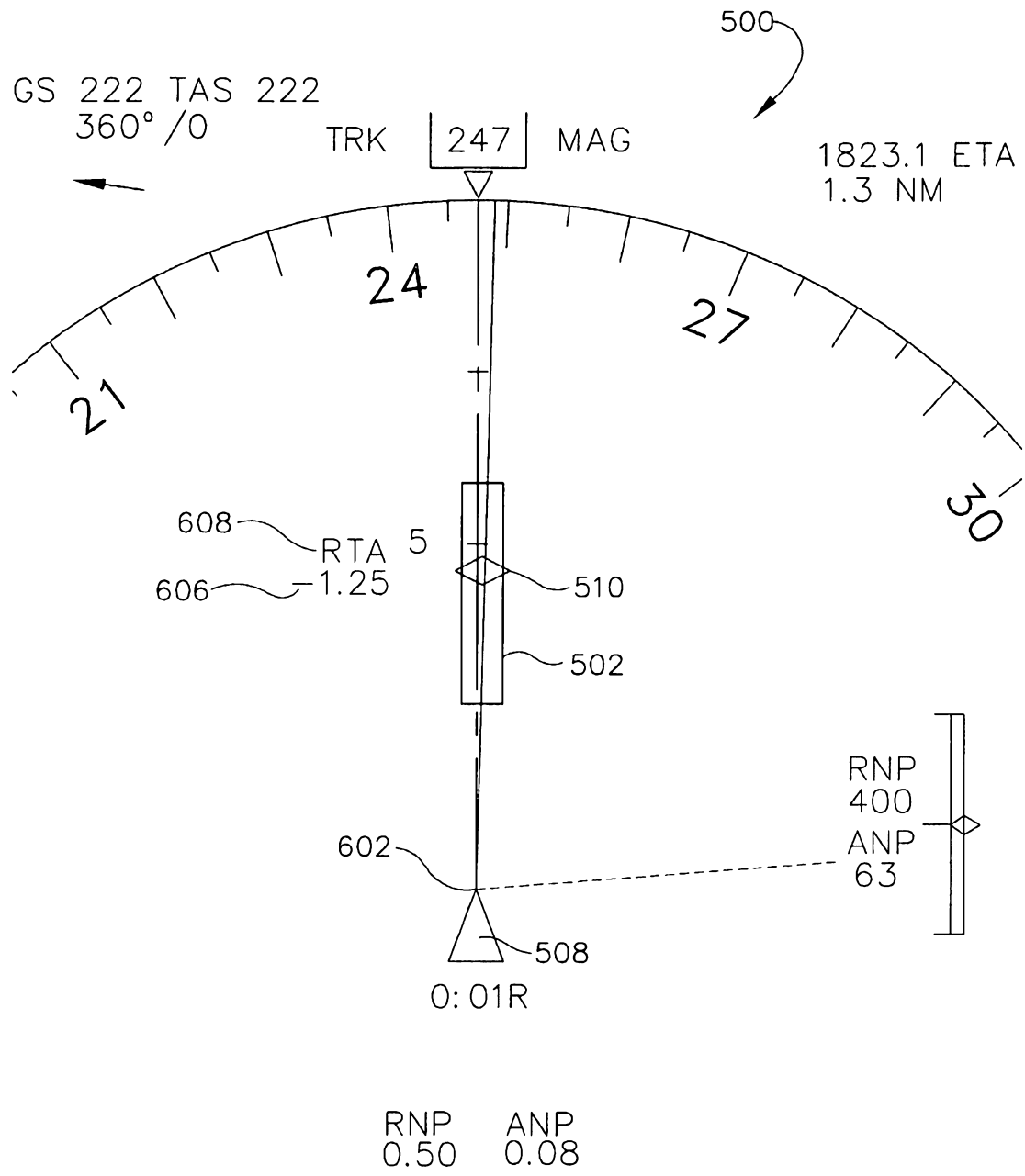


Fig. 6



**Fig. 7**