



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



**(11) BR 102016011951-0 B1**

**(22) Data do Depósito:** 25/05/2016

**(45) Data de Concessão:** 03/10/2023

---

**(54) Título:** SISTEMA A BORDO DE UM VEÍCULO E MÉTODO PARA TRANSMISSÃO DE MENSAGENS EM UM SISTEMA

**(51) Int.Cl.:** G06F 17/00; H04L 12/28; B60R 16/023; B60R 16/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 17/07/2015 US 14/802,680.

**(73) Titular(es):** THE BOEING COMPANY.

**(72) Inventor(es):** MURALI RANGARAJAN; YOUNG-LONG CALVIN LING.

**(57) Resumo:** REDE DE COMUNICAÇÃO DETERMINÍSTICA FLEXÍVEL Um sistema a bordo de um veículo (100) pode incluir um sistema de controle de veículo (VMS) (102) e um sistema de controle da missão (MMS) (104). O VMS (102) pode incluir uma pluralidade de nós do VMS (110a a 110n) para controlar a operação do veículo (100). O MMS (104) pode incluir uma pluralidade de nós do MMS (144a a 144n) para controlar o equipamento associado com uma missão do veículo (100). O sistema pode também incluir uma rede de comunicação determinística flexível (106). A rede de comunicação determinística flexível (106) pode ser configurável para comunicação entre cada um dos nós do VMS (110a a 110n), entre cada um dos nós do MMS (144a a 144n) e entre os nós do VMS (110a a 110n) e os nós do MMS (144a a 144n). Os nós do VMS (110a a 110n) se comunicam usando mensagens determinísticas estáticas e os nós do MMS (144a a 144n) se comunicam usando as mensagens não determinísticas dinâmicas.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA A BORDO DE UM VEÍCULO E MÉTODO PARA TRANSMISSÃO DE MENSAGENS EM UM SISTEMA**".

CAMPO

[001] A presente descrição refere-se a comunicações e redes de comunicação, e mais particularmente a uma rede de comunicação determinística flexível e método para uso com um veículo, tais como um avião, espaçonave, navio ou outro veículo.

ANTECEDENTES

[002] Os aviões atuais ou outros veículos podem usar redes separadas para as comunicações do sistema de controle do veículo (VMS) e as comunicações do sistema de controle da missão (MMS). Exemplos de sistemas VMS podem incluir sistemas, subsistemas ou componentes para controlar a operação do avião ou veículo. Os sistemas MMS podem incluir sistemas, subsistemas ou componentes para executar uma missão do avião ou veículo. Exemplos de sistemas, subsistemas ou componentes para executar uma missão de um avião ou veículo podem incluir, mas não são necessariamente limitados aos sistemas de vigilância, tal como sistemas de radar de vigilância integrada (ISR), sistemas de vigilância ótica ou outros tipos de sistemas de vigilância, sistemas de armas, sistemas de interferência de comunicação ou medidas defensivas eletrônicas e outros sistemas para executar uma missão específica. Em um avião ou espaçonave, nós do VMS se comunicam através de uma rede determinística usando protocolo de mensagem de rádio aeronáutico, incorporado (ARINC) 664 ou A 664 ou algum outro protocolo determinístico estático. Os nós do MMS podem se comunicar usando uma rede não determinística, tal como uma Ethernet. Um nó de ligação precisa ser fornecido para os nós do VMS e os nós do MMS se comunicarem. As duas redes de comunicação separadas adicionam peso e custo adicionais ao veículo.

Isso pode ser particularmente importante em veículos, tais como aviões e espaçonaves onde o peso adicional resulta em custos mais altos de combustível e de operação. As duas redes de comunicação separadas também incluem mais componentes que podem falhar e exigir tempo e custo adicionais para manter. Dessa forma, existe uma necessidade por uma solução simplista que possa suportar comunicações de ambos os sistemas VMS e MMS e proporcionar as comunicações entre os dois sistemas quando necessário.

[003] Em US2011/066854, é divulgado um método de comunicação para a transmissão de mensagens Ethernet TT em um sistema distribuído em tempo real, incluindo uma pluralidade de computadores de nós. Cada computador de nó tem um controlador Ethernet que, por meio de uma linha de dados, é conectado diretamente a uma porta de um acoplador em estrela TTE, sendo essa porta associada exclusivamente ao computador de nó. Vários acopladores em estrela TTE são conectados entre si por meio de uma ou mais linhas de dados para formar uma rede TTE. Um programador de mensagens TTE calcula dinamicamente as programações sem conflitos para várias mensagens com controle de tempo e assina a programação fornecida para cada nó com uma parte secreta de uma assinatura de chave pública antes de transmitir a programação para o computador nó correspondente. Cada computador de nó integra a programação periódica assinada, que é transmitida ao computador de nó na forma de um cabeçalho de mensagem TTE de uma mensagem ETE, em cada mensagem TTE calculada dinamicamente. Os acopladores em estrela TTE verificam se cada mensagem TTE calculada dinamicamente contém uma programação assinada de forma autêntica.

[004] Em "A Survey of Deterministic Vs. Non-Deterministic Node Placement Schemes in WSNs". L. P. Damuut; D. Gu. SENSORCOMM 2012 : The Sixth International Conference on Sensor Technologies and

Applications é examinado as questões que envolvem a escolha dos esquemas de posicionamento de sensores com relação às áreas de aplicação, tipo de sensores e o ambiente operacional. Resultados de simulação, com base em algoritmo hierárquico de agrupamento de dados, revelam o efeito das estratégias de posicionamento de sensores determinísticas e não determinísticas sobre a vida útil de uma rede formada por sensores homogêneos. Os resultados corroboram a visão amplamente que os esquemas determinísticos de posicionamento de sensores geralmente superam os métodos não determinísticos, devido ao maior nível de controle disponível para o projetista da rede no primeiro do que na abordagem posterior.

### SUMÁRIO

[005] De acordo com uma modalidade, um sistema a bordo de um veículo pode incluir um sistema de controle de veículo (VMS) e um sistema de controle da missão (MMS). O VMS pode incluir uma pluralidade de nós do VMS para controlar a operação do veículo. O MMS pode incluir uma pluralidade de nós do MMS para controlar o equipamento associado com uma missão do veículo. O sistema pode também incluir uma rede de comunicação determinística flexível. A rede de comunicação determinística flexível pode ser configurável para comunicações entre cada um dos nós do VMS, entre cada um dos nós do MMS e entre os nós do VMS e os nós do MMS. Os nós do VMS se comunicam usando mensagens determinísticas estáticas e os nós do MMS se comunicam usando mensagens não determinísticas dinâmicas.

[006] De acordo com outra modalidade, um sistema a bordo de um veículo pode incluir um sistema de controle de veículo (VMS) e um sistema de controle da missão (MMS). O VMS pode incluir uma pluralidade de nós do VMS para controlar a operação do veículo e o MMS pode incluir uma pluralidade de nós do MMS para controlar o equipamento associado com uma missão do veículo. Uma aplicação

pode funcionar em cada nó do VMS e cada nó do MMS. Uma camada do serviço de distribuição de dados pode ser associada com cada aplicação para comunicações entre as aplicações. Uma camada de abstração pode ser configurada para ocultar a reconfiguração da camada do serviço de distribuição de dados da aplicação para uso de um protocolo de comunicação determinística.

[007] De acordo com outra modalidade, um método para transmitir mensagens pode incluir receber uma mensagem e verificar a mensagem recebida contra uma configuração atual de uma rede de comunicação determinística flexível. A mensagem pode também incluir transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível em resposta à mensagem recebida em conformidade com a configuração atual e deter a transmissão da mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível em resposta à mensagem recebida em não conformidade com a configuração atual.

[008] De acordo com uma modalidade e qualquer uma das modalidades prévias, a rede determinística flexível pode incluir um sistema final associado com cada nó do VMS e um sistema final associado com cada nó do MMS. A rede determinística flexível pode também incluir um mecanismo de comutação configurável para interligar os sistemas finais.

[009] De acordo com uma modalidade e qualquer uma das modalidades prévias, a rede de comunicação determinística flexível pode incluir um conjunto de canais virtuais estáticos e um conjunto de canais virtuais dinâmicos. A rede de comunicação determinística flexível pode ser configurável para comunicar mensagens determinísticas estáticas usando os canais virtuais estáticos e para comunicar as mensagens não determinísticas dinâmicas usando o conjunto de canais virtuais dinâmicos.

## BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] A descrição detalhada seguinte das modalidades se refere aos desenhos acompanhantes, que ilustram modalidades específicas da descrição. Outras modalidades tendo estruturas e operações diferentes não se afastam do escopo da presente descrição.

[0011] A figura 1 é um diagrama esquemático de blocos de um veículo incluindo um exemplo de um VMS, MMS e rede de comunicação determinística flexível associada com o VMS e o MMS de acordo com uma modalidade.

[0012] A figura 2 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística inferior incluindo múltiplas aplicações de publicação e uma única aplicação de subscrição de acordo com uma modalidade da presente descrição.

[0013] A figura 3 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística inferior incluindo uma única aplicação de publicação e uma única aplicação de subscrição com comunicações bidirecionais de acordo com uma modalidade da presente descrição.

[0014] A figura 4 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística superior incluindo múltiplas aplicações de publicação e uma única aplicação de subscrição de acordo com uma modalidade da presente descrição.

[0015] A figura 5 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística superior incluindo uma única aplicação de publicação e uma única aplicação de subscrição com comunicações bidirecionais de acordo com uma modalidade da presente descrição.

[0016] A figura 6 é um fluxograma de um exemplo de um método para transmitir mensagens por uma rede de comunicação determinística flexível de acordo com uma modalidade da presente descrição.

[0017] A figura 7 é um fluxograma de um exemplo de um método para transmitir mensagens por uma rede de comunicação determinística flexível de acordo com outra modalidade da presente descrição.

[0018] A figura 8 é um fluxograma de um exemplo de um método para transmitir mensagens por uma rede de comunicação determinística flexível de acordo com uma modalidade adicional da presente descrição.

[0019] A figura 9 é um fluxograma de um exemplo de um método para transmitir uma mensagem formatada em um protocolo do tipo de comunicação não determinística através de uma rede de comunicação determinística ou rede de comunicação determinística flexível de acordo com uma modalidade da presente descrição.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA

[0020] A descrição detalhada seguinte das modalidades se refere aos desenhos acompanhantes, que ilustram modalidades específicas da descrição. Outras modalidades tendo estruturas e operações diferentes não se afastam do escopo da presente descrição. Numerais de referência iguais podem se referir ao mesmo elemento ou componente nos desenhos diferentes.

[0021] A figura 1 é um diagrama esquemático de blocos de um veículo 100 incluindo um exemplo de um sistema de controle de veículo (VMS) 102, sistema de controle da missão (MMS) 104 e rede de comunicação determinística flexível 106 associada com o VMS 102 e o MMS 104 de acordo com uma modalidade. O veículo 100 pode ser uma aeronave, espaçonave, embarcação ou navio ou veículo terrestre. O VMS 102 pode incluir um concentrador de dados remoto 108 e uma pluralidade de nós do VMS 110a a 110n. O concentrador de dados remoto 108 pode incluir um processador 112 e um sistema final 114. Uma ou mais aplicações 116 podem funcionar no processador 112. A uma ou mais aplicações 116 podem ser configuradas para controlar a

operação do concentrador de dados remoto 108 e para receber e processar os sinais de uma pluralidade de sensores 117 associados com sistemas, subsistemas ou componentes diferentes para a operação e o controle do veículo. Uma ou mais aplicações 116 podem também ser configuradas para controlar a operação dos atuadores 118 ou outros componentes do veículo 100 para controlar a operação e a manobra do veículo 100. Por exemplo, os sensores 117 e os atuadores 118 podem ser associados com os componentes de um avião que pode incluir, mas não é necessariamente limitado aos controles de voo ou superfícies de controle do voo, trem de aterrissagem e seus componentes, sistemas ambientais, sistemas elétricos, pneumáticos e hidráulicos, sistemas de comunicação e outros sistemas ou subsistemas para controlar a operação e a manobra do avião quando no ar ou no solo.

[0022] O sistema final 114 pode acoplar ou conectar o concentrador de dados remoto 108 na rede determinística flexível 106. Embora o sistema final 114 possa ser mostrado na figura 1 como sendo associado com o concentrador de dados remoto 108, o sistema final 114 pode realmente ser considerado como parte da rede determinística flexível 106 e pode ser reconfigurado em associação com a rede determinística flexível 106 como descrito aqui. O sistema final 114 pode incluir uma tabela de encaminhamento 120 para encaminhar as mensagens para outros componentes ou sistemas através da rede determinística flexível 106. A tabela de encaminhamento 120 pode incluir uma parte estática 122 e uma parte dinâmica 124. A parte estática 122 pode ser configurada para encaminhar as mensagens para os nós do VMS 110a a 110n ou outros componentes através da rede determinística flexível 106 que se comunica usando mensagens do tipo determinísticas estáticas. As mensagens determinísticas estáticas podem ter uma largura da banda ou comprimento predeterminado. As mensagens determinísticas estáticas podem também ser transmitidas em certos



tempos ou intervalos de tempo ou espaços de tempo e/ou em frequências particulares ou sob certas condições ou estados. A parte dinâmica 124 da tabela de encaminhamento 120 pode ser configurada para encaminhar mensagens para componentes do MMS 104 ou outros componentes através da rede determinística flexível 106 que pode se comunicar usando mensagens do tipo não determinísticas dinâmicas. As mensagens não determinísticas dinâmicas não têm necessariamente uma largura da banda ou comprimento estabelecido. As mensagens não determinísticas dinâmicas podem ser enviadas em qualquer tempo e podem ser de qualquer comprimento com base nas necessidades do MMS 204 e equipamento ou componentes para executar uma missão ou finalidade do veículo 100. Se as mensagens são entregues pode depender da configuração da rede determinística flexível 106 no momento que a mensagem está sendo enviada. Como descrito em mais detalhes aqui, o sistema final 114 pode ser reconfigurado usando a tabela de encaminhamento 120 incluindo a parte estática 122 para transmitir e receber mensagens do tipo determinísticas estáticas dos nós do VMS 110a a 110n através da rede determinística flexível 106 e usando a parte dinâmica 124 para transmitir e receber as mensagens do tipo não determinísticas dinâmicas dos componentes do MMS 104. A parte estática 122 da tabela de encaminhamento é configurada antes que o veículo 100 seja energizado e não pode ser reconfigurada, sendo esse o motivo pelo qual ela é chamada como parte estática 122.

[0023] Cada nó do VMS 110a a 110n pode incluir um processador 126 e uma ou mais aplicações 128 funcionando no processador 126. Cada nó do VMS 110a a 110n pode ser associado com um ou mais sistemas 130 a 132, subsistemas ou componentes do veículo 100 que controlam a operação e a manobra do veículo 100. Exemplos dos sistemas 130 a 132, subsistemas ou componentes do veículo 100, se o

veículo 100 é um avião, podem incluir, mas não são necessariamente limitados aos controles de voo, trem de aterrissagem, sistemas ambientais da cabine, sistemas elétricos, pneumáticos e hidráulicos, sistemas de comunicação, sistemas de navegação e outros sistemas ou subsistemas para controlar a operação e a manobra do avião quando no ar e no solo. As aplicações 128 funcionando no processador 126 de cada nó do VMS 110a a 110n podem ser configuradas para controlar a operação de um ou mais sistemas associados 130 a 132, subsistemas ou componentes. O processador 126 pode ser similar ao processador 112 do concentrador de dados remoto 208 ou pode ser um dispositivo único, tal como um microprocessador ou outro dispositivo de computação programado para executar funções específicas para controlar um sistema de veículo, subsistema ou componente.

[0024] Cada nó do VMS 110a a 110n pode também incluir um sistema final 134 para acoplar ou conectar o nó do VMS 110a a 110n na rede determinística flexível 106 para transmitir e receber mensagens. Embora o sistema final 134 seja mostrado como sendo associado com o nó do VMS 110a, o sistema final 134 pode ser considerado realmente como parte da rede determinística flexível 106 e pode ser reconfigurado como parte da rede determinística flexível, como descrito aqui. O sistema final 134 pode ser similar ao sistema final 114 do concentrador de dados remoto. O sistema final 130 pode também incluir uma tabela de encaminhamento 136 e a tabela de encaminhamento pode incluir uma parte estática 138 e uma parte dinâmica 140. Como descrito em mais detalhes abaixo, o sistema final 134 pode ser reconfigurado usando a tabela de encaminhamento 136 incluindo a parte estática 138 para transmitir e receber mensagens determinísticas estáticas através da rede determinística flexível 106 e usando a parte dinâmica 140 da tabela de encaminhamento 136 para transmitir e receber mensagens não determinísticas dinâmicas através da rede determinística flexível

106.

[0025] Em um avião, os nós do VMS 110a a 110n e o concentrador de dados remoto 108 podem se comunicar através da rede determinística flexível 106 usando o protocolo de mensagem de rádio aeronáutico incorporado (ARINC) 664 ou A 664, que é um protocolo determinístico estático.

[0026] O MMS 104 pode incluir um nó do sensor da missão 142 e uma pluralidade de nós do MMS 144a a 144n. O nó do sensor da missão 142 pode ser acoplado ou conectado em uma pluralidade de sensores 146 e em uma pluralidade de atuadores 148 ou outro equipamento. O nó do sensor da missão 142 pode controlar a operação dos atuadores 148 em resposta aos sinais dos sensores 146 e outras informações que o nó do sensor da missão 142 pode receber de outros componentes. Cada um dos sensores 146 e atuadores 148 pode ser associado com um sistema, subsistema ou componente para executar uma missão ou finalidade do veículo 100. Exemplos de sistemas, subsistemas ou componentes para executar uma missão do veículo 100 podem incluir, mas não são necessariamente limitados aos sistemas de vigilância, tal como sistemas de radar de vigilância integrado (ISR), sistemas de vigilância ótica ou outros tipos de sistemas de vigilância, sistemas de armas, sistemas de interferência de comunicação ou medidas defensivas eletrônicas e outros sistemas para executar uma missão específica. Os nós do MMS 144a a 144n podem se comunicar usando o protocolo do serviço de distribuição de dados (DDS) que é um protocolo não determinístico dinâmico. A operação ou o desempenho dos sistemas de missão pode não ser tão crítico quanto o desempenho dos sistemas de veículo que podem ser importantes para impedir danos ou perda do veículo 100. Portanto, as comunicações do VMS 102 podem ter precedência sobre as comunicações do MMS 104 com relação à configuração da rede determinística flexível 106 e sistemas

finais 114, 134, 154 e 170. Embora os sistemas finais 114, 134, 154 e 170 possam ser mostrados como sendo associados com ou parte dos nós respectivos 108, 110a a 110n, 142 e 144a a 144n, os sistemas finais podem também ser considerados como parte da rede determinística flexível 106.

[0027] O nó do sensor da missão 142 pode incluir um processador 150. Uma ou mais aplicações 152 podem estar operando no processador 150. A uma ou mais aplicações 152 podem ser configuradas para fazer com que o processador 150 controle a operação do nó do sensor da missão 142 e dos atuadores 148 ou outro equipamento em resposta aos sinais dos sensores 146 para executar as missões pelo veículo 100.

[0028] O nó do sensor da missão 142 pode também incluir um sistema final 154. O sistema final 154 pode acoplar ou conectar o nó do sensor da missão 142 na rede determinística flexível 106. Embora o sistema final 154 possa ser mostrado na figura 1 como sendo associado com o nó do sensor da missão 142, o sistema final 154 pode realmente ser considerado como parte da rede determinística flexível 106. O sistema final 154 pode ser similar ao sistema final 114 do concentrador de dados remoto 108 e o sistema final 134 de cada nó do VMS 110a a 110n. Dessa forma, o sistema final 154 pode incluir uma tabela de encaminhamento 156 para encaminhar as mensagens para outros componentes ou sistemas através da rede determinística flexível 106. A tabela de encaminhamento 156 pode incluir uma parte estática 158 e uma parte dinâmica 160. A parte estática 158 pode ser configurada para encaminhar as mensagens para os nós do VMS 110a a 110n ou outros componentes através da rede determinística flexível 106 que se comunica usando mensagens do tipo determinísticas, estáticas. A parte dinâmica 160 da tabela de encaminhamento 156 pode ser configurada para encaminhar as mensagens para os nós do MMS 144a a 144n ou

outros componentes através da rede determinística flexível 106 que pode se comunicar usando mensagens do tipo não determinísticas dinâmicas. Como descrito em mais detalhes aqui, o sistema final 154 pode ser reconfigurado usando a tabela de encaminhamento 156 incluindo a parte estática 158 para transmitir e receber mensagens do tipo determinísticas, estáticas dos nós do VMS 110a a 110n e outros componentes que usam um protocolo de comunicação determinística similar através da rede determinística flexível 106. A parte dinâmica 160 pode ser usada para transmitir e receber mensagens do tipo não determinísticas dinâmicas dos nós do MMS 144a a 144n e outros componentes que usam um protocolo similar de comunicação não determinística através da rede determinística flexível 106.

[0029] Cada nó do MMS 144a a 144n pode incluir um processador 162 e uma ou mais aplicações 164 funcionando no processador 126. Cada nó do MMS 144a a 144n pode ser associado com um ou mais sistemas orientados pela missão 166 a 168, subsistemas ou componentes para executar uma ou missões ou finalidades do veículo 100. Como previamente descrito, exemplos de sistemas 166 a 168, subsistemas ou componentes para executar as missões do veículo 100 podem incluir, mas não são necessariamente limitados a sistemas de vigilância, tais como sistemas de radar de vigilância integrados (ISR), sistemas de vigilância ótica ou outros tipos de sistemas de vigilância, sistemas de armas, sistemas de interferência de comunicação ou medidas defensivas eletrônicas e outros sistemas para executar missões específicas. As aplicações 164 funcionando no processador 162 de cada nó do MMS 144a a 144n podem ser configuradas para controlar a operação de um ou mais sistemas orientados pela missão associados, subsistemas ou componentes. O processador 162 pode ser similar aos processadores 112 e 126 do concentrador de dados remoto 108 e nós do VMS 110a a 110n ou pode ser um dispositivo único, tal

como um microprocessador ou outro dispositivo de computação programado para executar funções específicas para controlar um sistema orientado pela missão, subsistema ou componente.

[0030] Cada nó do MMS 144a a 144n pode também incluir um sistema final 170 para acoplar ou conectar o nó do MMS 144a a 144n na rede determinística flexível 206 para transmitir e receber mensagens. Embora o sistema final 170 seja mostrado no exemplo da figura 1 como sendo associado com o nó do MMS 144a, o sistema final 170 pode ser realmente considerado como parte da rede determinística flexível 106 e pode ser reconfigurado com ela. O sistema final 170 pode ser similar ao sistema final 154 do nó do sensor da missão 142 e aos sistemas finais 114 e 134. O sistema final 170 pode também incluir uma tabela de encaminhamento 172. A tabela de encaminhamento 172 pode incluir uma parte estática 174 e uma parte dinâmica 176. Como descrito em mais detalhes abaixo, o sistema final 170 pode ser reconfigurado usando a tabela de encaminhamento 172 incluindo a parte estática 174 para transmitir e receber mensagens determinísticas estáticas através da rede determinística flexível 106. A parte dinâmica 176 da tabela de encaminhamento 136 pode ser usada para configurar o sistema final 170 para transmitir e receber mensagens não determinísticas dinâmicas através da rede determinística flexível 106. A rede determinística flexível 106 e os sistemas finais 114 podem ser reconfigurados também sob o controle de qualquer uma das aplicações 110, 128, 152 e 164.

[0031] A rede determinística flexível 106 pode incluir um controlador 180. O controlador 180 pode ser um processador ou outro dispositivo eletrônico para controlar a operação da rede determinística flexível 106 e para configurar ou reconfigurar pelo menos porções da rede determinística flexível 106 como descrito em mais detalhes aqui para transmitir ou comunicar mensagens determinísticas estáticas e mensagens não determinísticas dinâmicas. O controlador 180 pode ser

configurado para executar pelo menos algumas das funções ou operação similar a essa descrita nos métodos exemplares 600-800 das figuras 6-8. Qualquer um dos processadores 112, 126, 150 e 162 em qualquer um dos nós 108, 110a a 110n, 142, 144a a 144n pode também executar a função ou as funções ou o controlador 180.

[0032] A rede determinística flexível 106 pode também incluir um mecanismo de comutação 182. O mecanismo de comutação 182 pode incluir uma pluralidade de chaves para encaminhar as mensagens entre os nós 108, 110a a 110n, 142 e 144a a 144n. O mecanismo de comutação 182 pode também incluir ou pode gerar um ou mais canais virtuais 184. Um canal virtual 184 pode ser estabelecido entre um par particular de nós 108, 110a a 110n, 142, 144a a 144n através do mecanismo de comutação 182 para comunicação entre o par particular de nós. O par particular de nós pode ser qualquer combinação de nós do VMS 110a a 110n e nós do MMS 144a a 144n, nó do sensor da missão 142 e concentrador de dados remoto 108. A rede determinística flexível 106 ou o mecanismo de comutação 182 pode incluir ou pode criar um conjunto de canais virtuais estáticos 184a e um conjunto de canais virtuais dinâmicos 184b. Dessa forma, a rede determinística flexível 106 pode ser configurada para comunicar mensagens determinísticas estáticas usando os canais virtuais estáticos 184a e pode ser configurada para comunicar mensagens não determinísticas dinâmicas usando o conjunto de canais virtuais dinâmicos 184b. Os canais virtuais 184 podem corresponder com espaços de tempo que podem ser configurados e/ou alocados para a transmissão da mensagem do tipo particular. A rede determinística flexível 106 pode ser configurada para comunicações entre um respectivo dos nós do VMS 110a a 110n e um respectivo dos nós do MMS 144a a 144n ou entre qualquer combinação de nós usando pelo menos um do conjunto de canais virtuais estáticos 184a ou do conjunto de canais virtuais

dinâmicos 184b com base no tipo da mensagem enviada.

[0033] O controlador 180 pode detectar o tipo de mensagem recebida pela rede determinística flexível 106 e confirmar que a rede 106 está configurada apropriadamente com base no tipo da mensagem, isto é, uma mensagem determinística estática ou uma mensagem não determinística dinâmica. O controlador 180 pode reconfigurar a rede determinística flexível 206 para transmitir a mensagem com base no tipo particular. Um canal virtual estático 184a pode ser fornecido ou estabelecido para transmitir uma mensagem determinística estática e um canal dinâmico 184b pode ser fornecido ou estabelecido para transmitir uma mensagem não determinística dinâmica. Um canal virtual estático 184a terá uma largura da banda predeterminada para se conformar com o protocolo da mensagem determinística estática. Um canal virtual dinâmico 184b pode ter uma largura da banda variável que corresponde com a largura da banda da mensagem não determinística dinâmica sendo transmitida. Um canal virtual dinâmico 184b pode ser criado ou estabelecido sem afetar o canal virtual estático ou canais.

[0034] Uma vez que uma configuração de rede (incluindo as partes estática e dinâmica) é estabelecida, todas as mensagens são tratadas da mesma forma. Não existe necessidade de "detectar" um tipo de mensagem. A única diferença entre os dois tipos de mensagens é que um tipo de mensagem é fixo (sempre as mesmas mensagens, tamanhos, frequências, etc.) e o outro tipo de mensagem usa conjuntos diferentes de mensagem (mensagens, tamanhos e/ou frequências diferentes, etc.) em tempos diferentes. O primeiro tipo de mensagem usa a parte estática da configuração e o segundo tipo de mensagem usa a parte dinâmica da configuração. O termo "reconfiguração" se refere a mudar a porção dinâmica da configuração e impacta as chaves 182, os sistemas finais 114, 134, 154, 170 e as camadas de abstração 410a a 410c e 508a e 508b como descrito com relação às figuras 4 e 5.



[0035] Os sistemas finais 114, 134, 154 e 170 podem ser reconfigurados similar a esse previamente descrito usando as tabelas de encaminhamento 120, 136, 156 e 172 com base na reconfiguração da rede determinística flexível 106 para transmitir ou comunicar o tráfego da mensagem determinística estática ou o tráfego da mensagem não determinística dinâmica. De acordo com uma modalidade, o sistema final 114 e os sistemas finais 170 de certos nós do MMS 144a a 144n e os sistemas finais 134 de certos nós do VMS 110a a 110n podem ser seletivamente reconfigurados para comunicações entre si com base em um tráfego de mensagem de tipo particular, estática ou dinâmica, e canais virtuais apropriados 184, estáticos ou dinâmicos, podem ser criados ou estabelecidos. Similarmente, o sistema final 114 do concentrador de dados remoto 108 e o sistema final 154 do nó do sensor da missão 142 podem ser reconfigurados com base em um conjunto de mensagens particular. As instruções podem ser transmitidas pelo controlador 180 dos sistemas finais ou sistemas finais efetuados 114, 134, 154 e 170 da configuração particular ou mudança de modo para comunicar mensagens determinísticas estáticas ou mensagens não determinísticas dinâmicas. Em outra modalidade, a rede determinística flexível 106 pode ser configurada ou reconfigurada para comunicar um conjunto de mensagens particular e todos os sistemas finais 114, 134, 154 e 170 podem ser configurados ou reconfigurados para comunicar o mesmo conjunto de mensagens.

[0036] A operação ou o desempenho dos sistemas de missão pode não ser tão crítico quanto o desempenho de sistemas de veículo que podem ser importantes para impedir danos ou perda do veículo 100. Portanto, as comunicações ou as mensagens do VMS 102 podem ter precedência sobre as comunicações ou mensagens do MMS 104 com relação à configuração da rede determinística flexível 106 e dos sistemas finais 114, 134, 154, 170. Dessa forma, uma mensagem não

determinística dinâmica pode não ser transmitida ou a rede 106 e os sistemas finais 114, 134, 154 e 170 podem não ser reconfigurados para comunicar a mensagem não determinística dinâmica se existe largura da banda insuficiente para a mensagem na rede 106 por causa do tráfego da mensagem determinística estática. A rede 106 e os sistemas finais 114, 134, 154 e 170 podem ser reconfigurados para comunicar ou transmitir o tráfego da mensagem não determinística dinâmica se existe largura da banda disponível suficiente na rede determinística flexível quando detectado pelo controlador 180 ou uma das aplicações 110, 128, 152 ou 164 operando em um dos nós.

[0037] Um gerenciador do modo da missão 188 pode determinar a reconfiguração ("reativa") da rede determinística flexível 106 que pode ser definida como uma mudança de modo, ou o gerenciador do modo da missão 188 pode iniciar uma mudança de modo e com isso causar uma reconfiguração ("proativa"). Um gerenciador do modo da missão 188 pode residir em um ou mais nós do MMS 144a a 144n. O gerenciador do modo da missão 188 pode transmitir uma notificação para os nós do MMS 144a a 144n ou aplicações 164 e o nó do sensor da missão 142 da mudança do modo ou reconfiguração e mudar para o novo modo ou configuração para transmitir o tráfego da mensagem determinística estática ou o tráfego da mensagem não determinística dinâmica com base na configuração da rede 106.

[0038] De acordo com uma modalidade, uma das aplicações 110, 128, 152 ou 162 pode ter a necessidade da mudança do modo e a aplicação pode controlar a reconfiguração da rede determinística flexível 106 ou pelo menos porções pertinentes da rede determinística flexível 106 para comunicar as mensagens do tipo particular ou tráfego. Um exemplo de um método de uma aplicação que solicita mudar as necessidades de comunicação ou uma mudança de modo será descrito em mais detalhes com referência à figura 7.

[0039] A figura 2 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística inferior 200 incluindo múltiplas aplicações de publicação 202 e 204 e uma única aplicação de subscrição 206 de acordo com uma modalidade da presente descrição. A rede determinística inferior 200 pode ser a Ethernet ou rede similar. As aplicações 202, 204 e 206 podem se comunicar usando o serviço de distribuição de dados (DDS) ou um protocolo não determinístico ou determinístico inferior similar. Cada aplicação 202, 204 e 206 pode incluir uma camada do DDS 208a a 208c. A rede determinística inferior 200 pode se comunicar em somente uma direção das aplicações de publicação 202 e 204 para as aplicações de subscrição 206. As características da rede determinística inferior 200 não são compatíveis com uma rede determinística superior, tal como essa necessária para a comunicação entre os nós do VMS 110a a 110n descritos com referência à figura 1.

[0040] A figura 3 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística inferior 300 incluindo uma única aplicação de publicação 302 e uma única aplicação de subscrição 304 com a comunicação bidirecional de acordo com uma modalidade da presente descrição. A comunicação bidirecional pode ser necessária por características, tal como uma qualidade de serviço confiável, que exige confirmações para cada mensagem dos subscritores. As aplicações 302 e 304 também se comunicam usando DDS e podem incluir, individualmente, uma camada do DDS 306a e 306b. Embora essa rede possa proporcionar comunicações bidirecionais, a rede 300 pode não ser adequada para tráfego ou mensagens determinísticas estáticas, tal como as comunicações entre os nós do VMS 110a a 110n.

[0041] A figura 4 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística superior 400 incluindo múltiplas aplicações de publicação 402 e 404 e uma única aplicação de

subscrição 406 de acordo com uma modalidade da presente descrição. As aplicações 402, 404 e 406 podem também se comunicar usando DDS e podem incluir individualmente uma camada do DDS 408a a 408c. De acordo com uma modalidade, uma camada de abstração 410a a 410c pode ser fornecida em associação com cada camada do DDS 408a a 408c para ocultar mudanças de realização na camada do DDS 408a a 408c para comunicar mensagens determinísticas estáticas e mensagens não determinísticas dinâmicas. A rede exemplar 400 tem comunicações em uma direção de cada uma das aplicações de publicação 402 e 404 para a aplicação de subscrição 406. De acordo com uma modalidade, aplicações similares às aplicações 402, 404 e 406 com uma camada do DDS 408a a 408c e a camada de abstração associada 410a a 410c podem ser usadas para as aplicações 110, 128, 152 e 164 na figura 1. Aplicações similares às aplicações 402, 404 e 406 podem ser usadas como a rede determinística flexível 106 da figura 1 ou podem ser usadas com uma rede determinística, tais como ARINC 664 ou A664, pacotes disparados pelo tempo (TTP) ou rede determinística similar.

[0042] A figura 5 é um diagrama esquemático de blocos de um exemplo de uma rede determinística superior 500 incluindo uma única aplicação de publicação 502 e uma única aplicação de subscrição 504 com comunicações bidirecionais de acordo com uma modalidade da presente descrição. Cada aplicação 502 e 504 pode incluir uma camada do DDS 506a e 506b e uma camada de abstração associada 508a e 508b. A rede determinística superior 500 realiza comunicações bidirecionais como duas comunicações unidirecionais separadas, o que permite a confirmação e pode proporcionar uma qualidade de serviço mais confiável comparada com a rede 400. Aplicações similares às aplicações 502 e 504 com a camada do DDS 506a e 506b e a camada de abstração 508a e 508b podem também ser usadas para as

aplicações na figura 1 e podem incluir comunicações bidirecionais através de uma rede determinística, tais como ARINC 664, TTP ou rede determinística similar ou a rede determinística flexível 106, como descrito com referência à figura 1.

[0043] A camada de abstração 410 e 508 oculta todas as mudanças de realização nas camadas do DDS 408 e 506 da aplicação 402 a 406, 502 e 504 usando esse protocolo. As mudanças de realização são necessárias pelo uso do protocolo de comunicação determinística. Por exemplo, múltiplas aplicações de publicação são realizadas através do protocolo ARINC 664 usando múltiplos canais virtuais ou ligações (uma por editor). Isso pode ficar oculto da aplicação pelo uso da camada de abstração 410 e 508. Similarmente, mensagens que exigem confirmação e suas confirmações correspondentes foram enviadas no mesmo canal previamente. Usando ARINC 664, as confirmações seriam enviadas em canais virtuais separados ou ligações. Esse detalhe de realização pode também ficar oculto das aplicações usando tais mensagens pela camada de abstração 410 e 508.

[0044] A solução descrita com referência às figuras 4 e 5 é mapear os tópicos do DDS para espaços de comunicação (tal como ligações virtuais A664 ou canais ou pacotes disparados pelo tempo no TTP) e fornecer capacidades adicionais que executam automaticamente as manipulações dos dados necessárias, de modo que as aplicações funcionando no topo podem ser agnósticas ao mecanismo de comunicação subjacente. As novas capacidades podem ser integradas na camada de middleware do DDS ou ser parte de uma camada separada no topo do DDS, tal como uma camada de abstração. Os tópicos podem ser tratados como espaços de comunicação com editores únicos e múltiplos subscritores. A capacidade é fornecida para ler de múltiplos espaços de comunicação para simular o comportamento de múltiplos editores. A capacidade é também proporcionada para usar

espaços de comunicação separados para simular a comunicação bidirecional para aspectos, tais como confirmações, vivacidade dos subscritores e dados históricos solicitados. Capacidades que são inadequadas para um ambiente determinístico (tal como criação de novos tópicos no tempo de execução) podem ser desativadas e mensagens de erro padrão podem ser fornecidas se essas funções são invocadas. Ferramentas de desenvolvimento podem ser fornecidas que podem processar documentos que contêm todas as comunicações de dados no sistema junto com suas características de qualidade de serviço e podem automaticamente gerar o conjunto completo de espaços de comunicação para essas comunicações. As ferramentas podem determinar automaticamente os parâmetros dos espaços de comunicação, tais como tamanho de dados, periodicidade, etc. As ferramentas podem agrupar opcionalmente as comunicações ou executar outras otimizações nos espaços de comunicação gerados.

[0045] A figura 6 é um fluxograma de um exemplo de um método 600 para transmitir mensagens por uma rede de comunicação determinística flexível de acordo com uma modalidade da presente descrição. Pelo menos porções do método 600 podem ser executadas pela rede determinística flexível 106 e/ou aplicações 110, 128, 152 e 164 na figura 1.

[0046] No bloco 602, uma mensagem pode ser recebida pela rede determinística flexível. A mensagem pode ser uma mensagem determinística estática ou uma mensagem não determinística dinâmica. A rede determinística flexível pode ser configurada para determinar qual tráfego de mensagem pode ser estaticamente configurado, isto é, não pode ser alterado no tempo de execução, e qual tráfego de mensagem pode ser configurado dinamicamente, isto é, pode ser alterado no tempo de execução. Mensagens determinísticas estáticas correspondem com tráfego de mensagem estaticamente configurado e não determinísticas

dinâmicas correspondem com tráfego de mensagem dinamicamente configurado.

[0047] No bloco 604, a mensagem pode ser verificada contra uma configuração atual da rede determinística flexível. Por exemplo, a rede determinística flexível pode ser atualmente configurada ou parcialmente configurada para transmitir o tráfego da mensagem estaticamente configurado ou a rede pode ser atualmente configurada ou parcialmente configurada para transmitir o tráfego da mensagem dinamicamente configurado. No bloco 606, se a mensagem está de acordo com a configuração atual da rede determinística flexível, o método 600 pode avançar para o bloco 608 e a mensagem pode ser transmitida via a rede determinística flexível.

[0048] Se a mensagem não está de acordo com a configuração atual da rede determinística flexível no bloco 606, o método 600 pode avançar para o bloco 610. No bloco 610, a rede ou o controlador de rede, tal como o controlador 180 na figura 1, pode abster-se de transmitir a mensagem. Em uma modalidade, uma resposta pode ser transmitida pela rede ou controlador de rede para um nó ou aplicação que a mensagem não foi transmitida ou que a rede não está configurada para transmitir a mensagem. Em outra modalidade, o nó ou aplicação funcionando no nó pode detectar que a transmissão da mensagem falhou ou não foi enviada. Por exemplo, um nó do MMS pode transmitir uma mensagem não determinística dinâmica para comunicação sobre a rede determinística flexível. A rede ou o controlador da rede pode determinar que a rede não está configurada ou não tem atualmente largura da banda suficiente para transmitir a mensagem dinamicamente configurada. Uma resposta pode ser enviada pela rede ou controlador da rede para o nó do MMS que a rede não está configurada ou não tem largura da banda suficiente para transmitir a mensagem. Em outra modalidade, o nó do MMS ou a aplicação pode detectar que a

mensagem falhou ou não foi transmitida.

[0049] A figura 7 é um fluxograma de um exemplo de um método 700 para transmitir mensagens por uma rede de comunicação determinística flexível de acordo com outra modalidade da presente descrição. No bloco 702, uma solicitação pode ser recebida de um nó ou aplicação funcionando em um nó para mudar as necessidades de comunicação da rede determinística flexível. Por exemplo, um nó do MMS ou aplicação pode solicitar transmitir uma mensagem de largura de banda maior através da rede. Depois de receber uma resposta que a mensagem falhou ou não foi enviada, ou depois de detectar que a transmissão da mensagem falhou, o nó do MMS pode enviar uma solicitação para a rede ou controlador de rede que uma largura de banda maior é necessária ou outra necessidade de comunicação.

[0050] No bloco 704, uma determinação pode ser feita se a solicitação pode ser aprovada e pelo menos uma porção da rede determinística flexível pode ser reconfigurada para satisfazer a maior largura de banda ou necessidade de comunicação solicitada. A determinação se a solicitação para uma mudança nas necessidades de comunicação pode ser aprovada pode incluir, mas não é necessariamente limitada a uma largura de banda disponível na rede determinística flexível com base em qualquer outra comunicação entre os nós do VMS através da rede, uma disponibilidade da largura de banda na rede correspondendo com a largura de banda da solicitação e uma duração da solicitação ou reconfiguração da rede ou porção da rede para o tráfego da mensagem dinâmico. Como previamente discutido, comunicações do VMS que podem ser críticas para a operação do veículo podem ter prioridade sobre as comunicações do MMS.

[0051] No bloco 706, uma determinação pode ser feita se a solicitação para reconfigurar a rede determinística flexível foi aprovada.



Se a solicitação não foi aprovada, o método 700 pode avançar para o bloco 708. No bloco 308, o nó do MMS ou aplicação pode operar em um estado degradado. Em outra modalidade, uma unidade de monitoração, tal como o gerenciador do modo da missão 188 na figura 1, pode analisar o sistema e adotar a ação corretiva.

[0052] Se a solicitação por uma mudança nas necessidades de comunicação e reconfiguração resultante da rede determinística flexível é aprovada no bloco 706, o método 700 pode avançar para o bloco 710. No bloco 710, a rede determinística flexível pode ser reconfigurada para transmitir o tráfego dinamicamente configurado. Quaisquer chaves ou mecanismos de chave podem ser operados para acomodar as novas necessidades de comunicações. Uma aprovação da solicitação pode ser enviada para o nó do MMS solicitante ou aplicação. Os sistemas finais associados dos nós do VMS e nós do MMS podem ser reconfigurados. Similar a esse previamente descrito, os sistemas finais podem ser reconfigurados usando as tabelas de encaminhamento associadas com cada sistema final para transmitir o tráfego da mensagem dinamicamente configurado.

[0053] A figura 8 é um fluxograma de um exemplo de um método 800 para transmitir mensagens por uma rede de comunicação determinística flexível de acordo com uma modalidade adicional da presente descrição. No bloco 802, a reconfiguração da rede ou a mudança de modo pode ser detectada por um gerenciador do modo da missão. No bloco 804, uma notificação pode ser transmitida para outros nós do MMS ou aplicações para trocar para o novo modo ou configuração para transmitir o tráfego da mensagem dinamicamente configurado. As mensagens podem então ser transmitidas pelos nós do MMS ou aplicações e nós do VMS ou aplicações que estão de acordo com a nova configuração da rede.

[0054] No bloco 806, a rede determinística flexível e os sistemas

finais podem ser reconfigurados para transmitir o tráfego da mensagem estaticamente configurado em resposta a uma ação predeterminada. Por exemplo, a rede determinística flexível e os sistemas finais podem ser reconfigurados depois da conclusão da transmissão do tráfego dinamicamente configurado ou depois de uma solicitação ou ação predeterminada por um usuário para reconfigurar a rede para o tráfego da mensagem estaticamente configurado.

[0055] A figura 9 é um fluxograma de um exemplo de um método 900 para transmitir uma mensagem formatada em um protocolo do tipo de comunicação não determinística através de uma rede de comunicação determinística ou rede de comunicação determinística flexível de acordo com uma modalidade da presente descrição. No bloco 902, uma mensagem pode ser recebida em um protocolo do tipo de comunicação não determinística por um processador ou um nó de uma rede determinística flexível. Por exemplo, a mensagem pode ser uma mensagem do protocolo de comunicação do serviço de distribuição de dados (DDS) ou outra mensagem do tipo de comunicação não determinística. Como previamente descrito, os nós do MMS 244a a 244n e o nó do sensor da missão 242 podem se comunicar usando o protocolo de comunicação do DDS.

[0056] No bloco 904, a mensagem não determinística pode ser processada pela camada de abstração. Os blocos 906 a 910 são funções exemplares que podem ser executadas por uma camada de abstração para processar a mensagem não determinística. No bloco 906, uma qualidade do serviço (QoS) associada com a mensagem não determinística pode ser determinada pela camada de abstração.

[0057] No bloco 908, se a mensagem tem a qualidade do serviço de confiabilidade acionada, a camada de abstração pode enviar uma confirmação. A confirmação pode ser enviada através de um canal de comunicação de confirmação que é associado com o canal de

comunicação no qual a mensagem foi recebida. Se a mensagem é uma mensagem de editor único ou de um editor único, a mensagem pode ser cedida ou passada para a aplicação de subscrição.

[0058] No bloco 910, se a mensagem é uma que tem múltiplos editores, a camada de abstração pode ceder ou passar a mensagem para a aplicação de subscrição dependendo de outros parâmetros associados de qualidade do serviço e se a mensagem de outro editor ou mensagens de outros editores foram recebidas via um canal de comunicação associado com o outro editor ou via um canal de comunicação respectivo associado com cada um dos outros editores. Se o valor de dados, ou amostra na terminologia do DDS, é fornecido para o subscritor pode depender de fatores ou parâmetros relacionados com a qualidade do serviço. Exemplos dos parâmetros ou fatores podem incluir, mas não são necessariamente limitados a "OWNERSHIP", "OWNERSHIP\_STRENGTH", "TIME\_BASED\_FILTER", "LIFESPAN", "HISTORY" e "RESOURCE\_LIMITS". OWNERSHIP pode ser exclusivo ou compartilhado. OWNERSHIP\_STRENGTH é usado para determinar quais dados do editor são retidos quando EXCLUSIVE é selecionado. TIME\_BASE\_FILTER significa somente um valor em que cada período "*minimum\_separation*" é apresentado para o subscritor. LIFESPAN significa que os dados que são mais velhos do que esse valor são descartados. HISTORY determina o que acontece se valores mais novos são recebidos antes desse ser lido pelo subscritor. RESOURCE\_LIMITS provê que se "max\_samples" é excedido, os valores de dados são descartados para permanecer dentro dos limites.

[0059] O fluxograma e os diagramas de blocos nas figuras ilustram a arquitetura, funcionalidade e operação de realizações possíveis de sistemas e métodos de acordo com várias modalidades da presente invenção. Sob esse aspecto, cada bloco no fluxograma ou diagramas

de blocos pode representar um módulo, segmento ou porção de instruções, que compreende uma ou mais instruções executáveis para realizar a função(s) lógica especificada. Em algumas implementações alternativas, as funções mencionadas no bloco podem ocorrer fora da ordem mencionada nas figuras. Por exemplo, dois blocos mostrados em sucessão podem ser executados, de fato, substancialmente de forma simultânea ou os blocos podem ser executados algumas vezes na ordem inversa, dependendo da funcionalidade envolvida. Também será observado que cada bloco dos diagramas de bloco e/ou ilustração de fluxograma, e combinações de blocos nos diagramas de bloco e/ou ilustração de fluxograma, podem ser realizados por sistemas com base em hardware de finalidade especial que executam as funções especificadas ou ações ou executam combinações de instruções de computador e hardware de finalidade especial.

[0060] A terminologia usada aqui é com a finalidade de descrever modalidades particulares somente e não é planejada para ser limitadora das modalidades da invenção. Como usado aqui, as formas singulares "um", "uma" e "o", "a" são planejadas para incluir as formas plurais também, a menos que o contexto indique claramente de outra forma. Será ainda entendido que os termos "compreende" e/ou "compreendendo", quando usados nesse relatório descritivo, especificam a presença de características declaradas, números inteiros, etapas, operações, elementos e/ou componentes, mas não evitam a presença ou a adição de uma ou mais outras características, números inteiros, etapas, operações, elementos, componentes e/ou seus grupos.

[0061] As estruturas correspondentes, materiais, ações e equivalentes de todos os dispositivos ou elementos de função mais etapa nas reivindicações abaixo são planejados para incluir qualquer estrutura, material ou ação para executar a função em combinação com outros elementos reivindicados como especificamente reivindicado. A

descrição da presente invenção foi apresentada com finalidades de ilustração e descrição, mas não é planejada para ser exaustiva ou limitada às modalidades da invenção na forma revelada. Muitas modificações e variações serão evidentes para aqueles versados na técnica sem se afastar do escopo e do espírito das modalidades da invenção. A modalidade foi escolhida e descrita de modo a melhor explicar os princípios das modalidades da invenção e a aplicação prática, e para possibilitar que outros de conhecimento comum na técnica entendam as modalidades da invenção para várias modalidades com várias modificações como são adequadas para o uso particular contemplado.

[0062] Além disso, a descrição compreende modalidades de acordo com as seguintes cláusulas:

[0063] Cláusula 1. Um sistema a bordo de um veículo, que compreende:

[0064] um sistema de controle de veículo (VMS), o VMS compreendendo uma pluralidade de nós do VMS para controlar a operação do veículo;

[0065] um sistema de controle da missão (MMS), o MMS compreendendo uma pluralidade de nós do MMS para controlar o equipamento associado com uma missão do veículo e

[0066] uma rede de comunicação determinística flexível configurável para comunicação entre cada um dos nós do VMS, entre cada um dos nós do MMS e entre os nós do VMS e os nós do MMS, em que os nós do VMS se comunicam usando mensagens determinísticas estáticas e os nós do MMS se comunicam usando mensagens não determinísticas dinâmicas.

[0067] Cláusula 2. O sistema da cláusula 1, em que a rede determinística flexível compreende:

[0068] um sistema final associado com cada nó do VMS;

- [0069] um sistema final associado com cada nó do MMS
- [0070] um mecanismo de comutação configurável para interligar os sistemas finais.
- [0071] Cláusula 3. O sistema da cláusula 2, em que um canal virtual é estabelecido entre um par particular de nós através do mecanismo de comutação para comunicação entre o par particular de nós, em que o par particular de nós compreende qualquer combinação de nós do VMS e nós do MMS.
- [0072] Cláusula 4. O sistema da cláusula 3, em que um espaço de tempo é associado com o canal virtual.
- [0073] Cláusula 5. O sistema da cláusula 1, em que a rede de comunicação determinística flexível compreende:
- [0074] um conjunto de canais virtuais estáticos e
- [0075] um conjunto de canais virtuais dinâmicos, a rede de comunicação determinística flexível sendo configurável para comunicar as mensagens determinísticas estáticas usando os canais virtuais estáticos e a rede de comunicação determinística flexível sendo configurável para comunicar as mensagens não determinísticas dinâmicas usando o conjunto de canais virtuais dinâmicos.
- [0076] Cláusula 6. O sistema da cláusula 5, em que a rede determinística flexível é configurável para comunicação entre um respectivo ou mais dos nós do VMS e um respectivo ou mais dos nós do MMS usando pelo menos um do conjunto de canais virtuais estáticos e do conjunto de canais virtuais dinâmicos.
- [0077] Cláusula 7. O sistema da cláusula 5, em que a rede de comunicação determinística flexível ainda compreende um processador configurado para controlar a configuração do canal virtual.
- [0078] Cláusula 8. O sistema da cláusula 7, em que o processador é configurado para executar um conjunto de funções compreendendo:
- [0079] receber uma mensagem;

[0080] verificar uma mensagem recebida contra uma configuração atual da rede de comunicação determinística flexível;

[0081] transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível em resposta à mensagem recebida em conformidade com a configuração atual e

[0082] abster-se de transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível em resposta à mensagem recebida não conforme com a configuração atual.

[0083] Cláusula 9. O sistema da cláusula 8, em que o conjunto de funções ainda compreende:

[0084] receber uma solicitação de uma aplicação operando em um dos nós do MMS ou nós do VMS para reconfigurar a rede de comunicação determinística flexível com base nas necessidades de comunicação da aplicação;

[0085] determinar uma aprovação da solicitação e

[0086] reconfigurar pelo menos uma porção da rede determinística flexível para acomodar as necessidades de comunicação da aplicação em resposta à aprovação da solicitação.

[0087] Cláusula 10. O sistema da cláusula 9, em que reconfigurar pelo menos uma porção da rede determinística flexível compreende:

[0088] reconfigurar um sistema final associado com cada um dos nós do MMS ou nós do VMS se comunicando e

[0089] reconfigurar um mecanismo de comutação para interligar os sistemas finais.

[0090] Cláusula 11. O sistema da cláusula 10, em que a aplicação de solicitação coordena a reconfiguração dos sistemas finais e do mecanismo de comutação.

[0091] Cláusula 12. O sistema da cláusula 9, em que determinar se a solicitação pode ser aprovada compreende determinar uma largura da banda disponível na rede de comunicação determinística flexível com

base nas comunicações existentes entre os nós através da rede determinística flexível e pelo menos a largura da banda disponível correspondendo com a largura da banda da solicitação.

[0092] Cláusula 13. O sistema da cláusula 9, em que pelo menos a aplicação de solicitação opera em um estado degradado em resposta à solicitação para reconfigurar a rede de comunicação determinística flexível não sendo aprovada.

[0093] Cláusula 14. O sistema da cláusula 1, em que o sistema é preparado em um avião.

[0094] Cláusula 15. Um sistema a bordo de um veículo, que compreende:

[0095] um sistema de controle de veículo (VMS), o VMS compreendendo uma pluralidade de nós do VMS para controlar a operação do veículo;

[0096] um sistema de controle da missão (MMS), o MMS compreendendo uma pluralidade de nós do MMS para controlar o equipamento associado com uma missão do veículo;

[0097] uma aplicação funcionando em cada nó do VMS e cada nó do MMS;

[0098] uma camada do serviço de distribuição de dados associada com cada aplicação para comunicação entre as aplicações e

[0099] uma camada de abstração configurada para ocultar a reconfiguração da camada de serviço de distribuição de dados da aplicação para uso de um protocolo de comunicação determinística.

[00100] Cláusula 16. O sistema da cláusula 15, em que ainda compreende uma rede de comunicação determinística flexível que é configurável para comunicação entre os nós.

[00101] Cláusula 17. Um método para transmissão de mensagens, que compreende:

[00102] receber uma mensagem;



[00103] verificar a mensagem recebida contra uma configuração atual de uma rede de comunicação determinística flexível;

[00104] transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível em resposta à mensagem recebida em conformidade com a configuração atual;

[00105] abster-se de transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível em resposta à mensagem recebida não conforme com a configuração atual.

[00106] Cláusula 18. O método, da cláusula 17, ainda compreendendo:

[00107] receber uma solicitação de uma aplicação para reconfigurar a rede de comunicação determinística flexível com base nas necessidades de comunicação da aplicação;

[00108] determinar a aprovação da solicitação e

[00109] reconfigurar pelo menos uma porção da rede determinística flexível para acomodar as necessidades de comunicação da aplicação em resposta à aprovação da solicitação.

[00110] Cláusula 19. O método, da cláusula 18, em que determinar se a solicitação pode ser aprovada compreende determinar uma largura da banda disponível na rede de comunicação flexível com base na comunicação atual entre uma pluralidade de nós através da rede determinística flexível e a largura da banda disponível correspondendo com a largura da banda da solicitação.

[00111] Cláusula 20. O método, da cláusula 19, ainda compreendendo:

[00112] reconfigurar um sistema final de pelo menos cada um do nó se comunicando e

[00113] reconfigurar um mecanismo de comutação para interligar os sistemas finais.

[00114] Embora modalidades específicas tenham sido ilustradas e

descritas aqui, aqueles versados na técnica verificam que qualquer disposição que é calculada para realizar a mesma finalidade pode substituir as modalidades específicas mostradas e que as modalidades da invenção têm outras aplicações em outros ambientes. Esse pedido é planejado para cobrir quaisquer adaptações ou variações da presente invenção. As reivindicações seguintes não são de forma alguma planejadas para limitar o escopo das modalidades da invenção às modalidades específicas descritas aqui.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema a bordo de um veículo (100) que compreende:

um sistema de controle de veículo (102), o sistema de controle de veículo compreendendo uma pluralidade de nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n) configurados para controlar a operação do veículo (100);

um sistema de controle da missão (104), o sistema de controle da missão (104) compreendendo uma pluralidade de nós do sistema de controle da missão (144a a 144n) configurados para controlar o equipamento associado com uma missão do veículo (100);

uma rede de comunicação determinística flexível (106) configurada para comunicação entre cada um dos nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n), entre cada um dos nós do sistema de controle da missão (144a a 144n) e entre os nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n) e os nós do sistema de controle da missão (144a a 144n), em que os nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n) se comunicam usando mensagens determinísticas estáticas e os nós do sistema de controle da missão (144a a 144n) se comunicam usando mensagens não determinísticas dinâmicas, em que a rede de comunicação determinística flexível (106) compreende:

um sistema final (134) associado com cada nó do sistema de controle de veículo (110a a 110n);

um sistema final (170) associado com cada nó do sistema de controle da missão;

um mecanismo de comutação (182) configurado para interligar os sistemas finais (134, 170);

**CARACTERIZADO** pelo fato de compreender adicionalmente

um conjunto de canais virtuais estáticos (184a), em que cada canal virtual estático (184a) possui uma largura de banda

predeterminada;

um conjunto de canais virtuais dinâmicos (184b), em que cada canal virtual dinâmico (184b) possui uma largura de banda variável que corresponde à largura de banda de uma mensagem não determinística dinâmica sendo transmitida, a rede de comunicação determinística flexível (106) sendo configurável para comunicar as mensagens determinísticas estáticas usando os canais virtuais estáticos (184a) e a rede de comunicação determinística flexível (106) sendo configurada para comunicar as mensagens não determinísticas dinâmicas usando o conjunto de canais virtuais dinâmicos (184b); e

um controlador (180) para reconfigurar a rede determinística flexível (106), em que a rede determinística flexível (106) e os sistemas finais (134, 170) são um dentre:

(i) reconfigurados para transmitir mensagens não determinísticas dinâmicas se existe largura de banda disponível suficiente na rede determinística flexível como determinado pelo controlador (180); ou

(ii) não reconfigurados para comunicação de mensagens não determinísticas dinâmicas se existe largura de banda disponível insuficiente;

em que as comunicações de sistema de controle de veículo levam precedência sobre as comunicações de sistema de controle da missão com relação à configuração da rede determinística (106) e dos sistemas finais (134, 170).

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que é configurado para estabelecer um canal virtual (184) entre um par particular de nós através do mecanismo de comutação (182) para comunicação entre o par particular de nós, em que o par particular de nós compreende qualquer combinação de nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n) e nós do sistema de

controle da missão (144a a 144n) e em que um espaço de tempo é associado com o canal virtual (184).

3. Sistema de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a rede determinística flexível (106) é configurada para comunicação entre um respectivo ou mais dos nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n) e um respectivo ou mais dos nós do sistema de controle da missão (144a a 144n) usando pelo menos um do conjunto de canais virtuais estáticos (184a) e do conjunto de canais virtuais dinâmicos (184b), em que o controlador (180) é configurado para controlar a configuração dos canais virtuais (184).

4. Sistema de qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o controlador (180) é configurado para executar um conjunto de funções compreendendo:

receber uma mensagem;

verificar uma mensagem recebida contra uma configuração atual da rede de comunicação determinística flexível (106);

transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível (106) em resposta à mensagem recebida em conformidade com a configuração atual; e

abster-se de transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível (106) em resposta a mensagem recebida não conforme com a configuração atual.

5. Sistema de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o conjunto de funções ainda compreende:

receber uma solicitação de uma aplicação (164, 128) operando em um dos nós do sistema de controle da missão (144a a 144n) ou nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n) para reconfigurar a rede de comunicação determinística flexível (106) com base nas necessidades de comunicação da aplicação;

determinar uma aprovação da solicitação, e reconfigurar pelo menos uma porção da rede determinística flexível (106) para acomodar as necessidades de comunicação da aplicação (164, 128) em resposta à aprovação da solicitação.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que reconfigurar pelo menos uma porção da rede determinística flexível (106) compreende:

reconfigurar um sistema final (134, 170) associado com cada um dos nós do sistema de controle da missão (144a a 144n) ou nós do sistema de controle de veículo (110a a 110n) se comunicando entre si; e

reconfigurar um mecanismo de comutação (182) para interligar os sistemas finais (134, 170), em que a aplicação de solicitação coordena a reconfiguração dos sistemas finais (134, 170) e do mecanismo de comutação (182).

7. Sistema de acordo com a reivindicação 5 ou 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que determinar se a solicitação pode ser aprovada compreende determinar uma largura da banda disponível na rede de comunicação determinística flexível (106) com base nas comunicações existentes entre os nós através da rede determinística flexível (106) e pelo menos a largura da banda disponível correspondendo com a largura da banda da solicitação.

8. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos a aplicação de solicitação é configurada para operar em um estado degradado em resposta à solicitação para reconfigurar a rede de comunicação determinística flexível (106) não sendo aprovada.

9. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema é implementado em uma aeronave.

10. Método (600) para transmissão de mensagens em um sistema como definido na reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

receber (602) uma mensagem;

verificar (604) a mensagem recebida contra uma configuração atual de uma rede de comunicação determinística flexível (106);

transmitir (608) a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível (106) em resposta a mensagem recebida em conformidade com a configuração atual; e

abster-se (610) de transmitir a mensagem recebida através da rede de comunicação determinística flexível (106) em resposta a mensagem recebida não conforme com a configuração atual.

11. Método (600), de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda compreende:

receber uma solicitação de uma aplicação para reconfigurar a rede de comunicação determinística flexível (600) com base nas necessidades de comunicação da aplicação;

determinar a aprovação da solicitação; e

reconfigurar pelo menos uma porção da rede determinística flexível (106) para acomodar as necessidades de comunicação da aplicação em resposta à aprovação da solicitação.

12. Método (600), de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que determinar se a solicitação pode ser aprovada compreende determinar uma largura da banda disponível na rede de comunicação flexível (106) com base na comunicação atual entre uma pluralidade de nós através da rede determinística flexível (106) e a largura da banda disponível correspondendo com a largura da banda da solicitação.

13. Método (600), de acordo com qualquer uma das

reivindicações 10 a 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda compreende:

reconfigurar um sistema final (134, 170) de pelo menos cada um do nó se comunicando entre si; e

reconfigurar um mecanismo de comutação (182) para interligar os sistemas finais (134, 170).



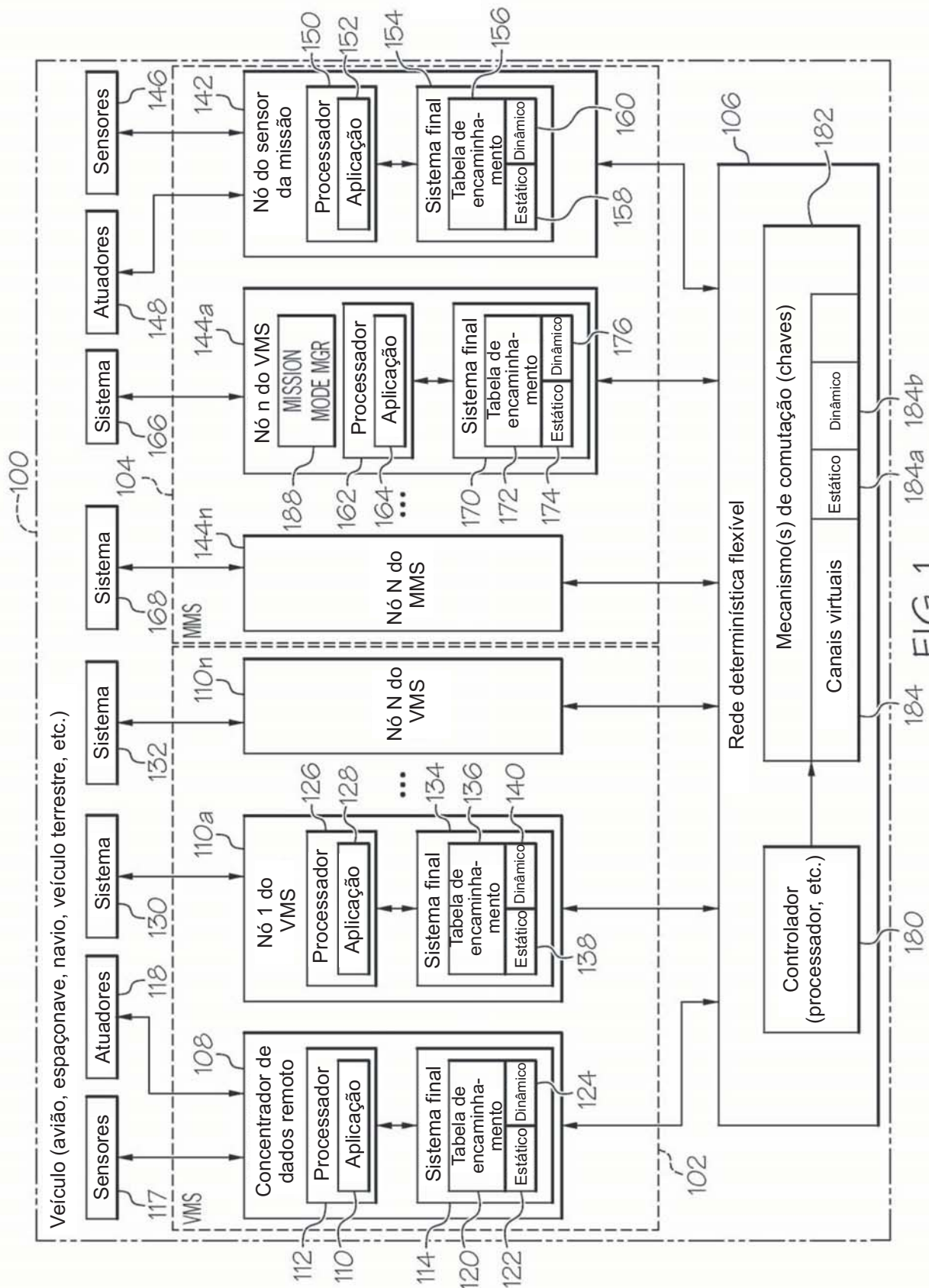


FIG. 1

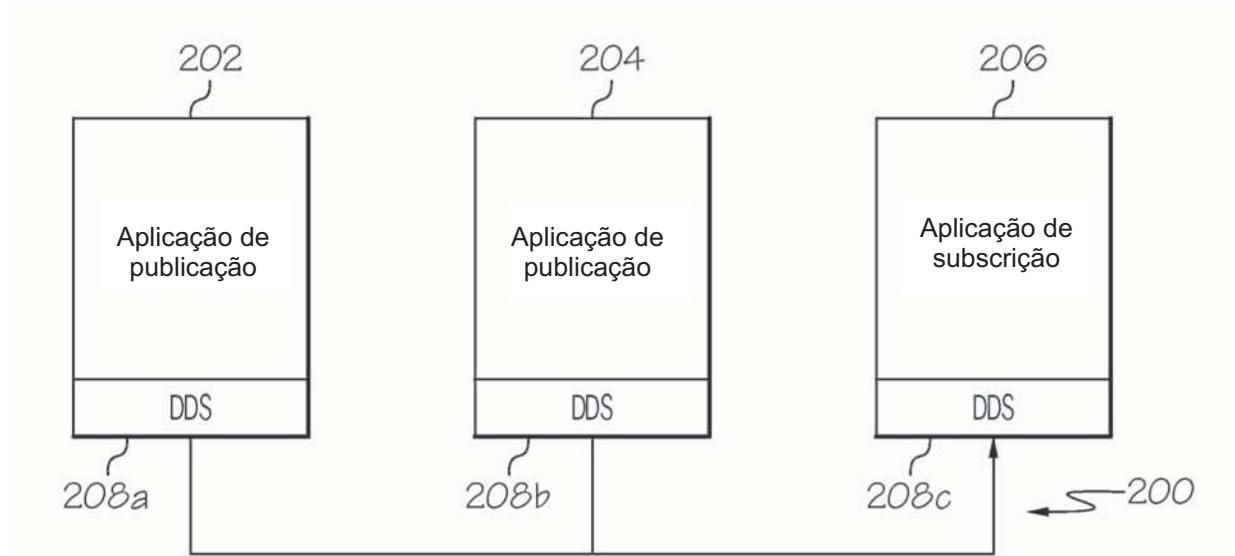


FIG. 2

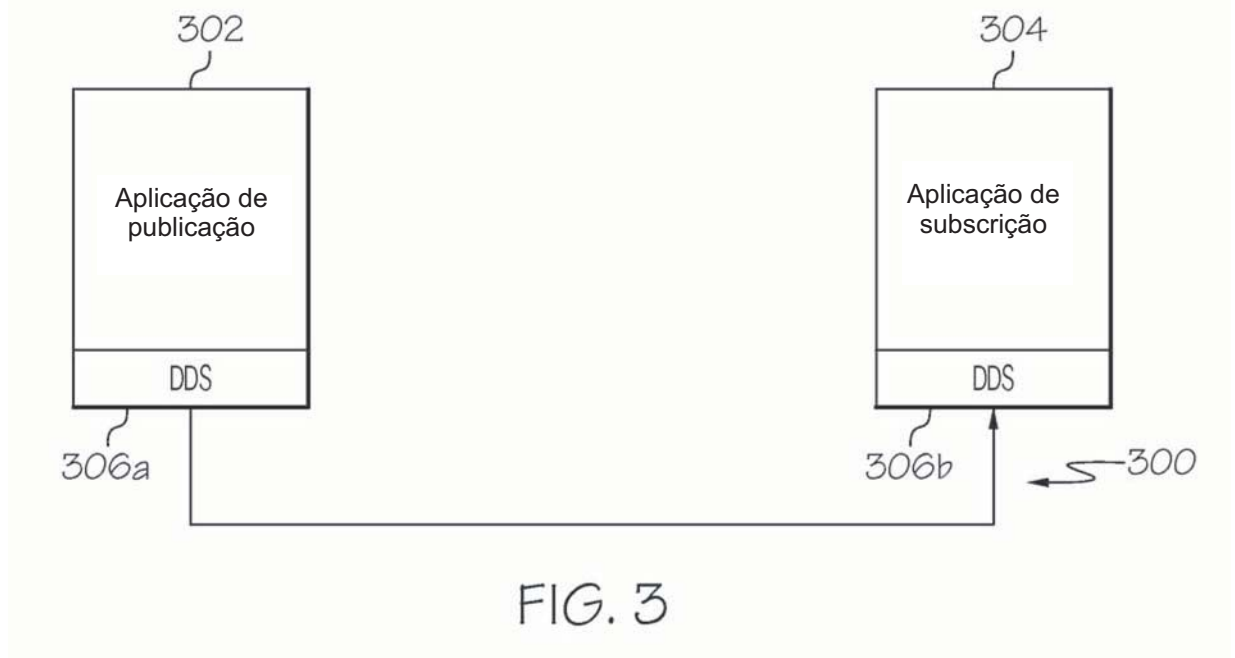


FIG. 3

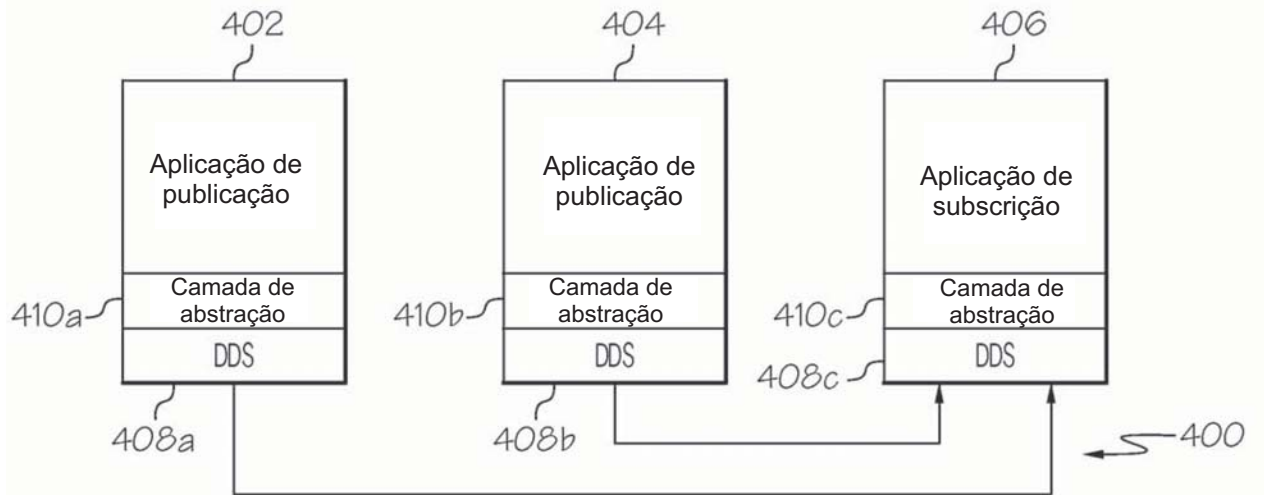


FIG. 4

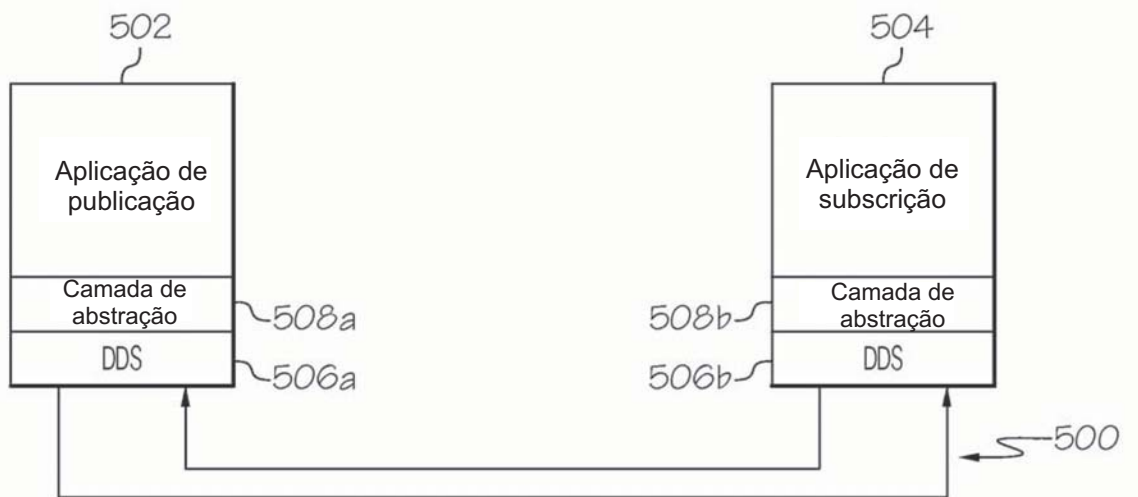


FIG. 5

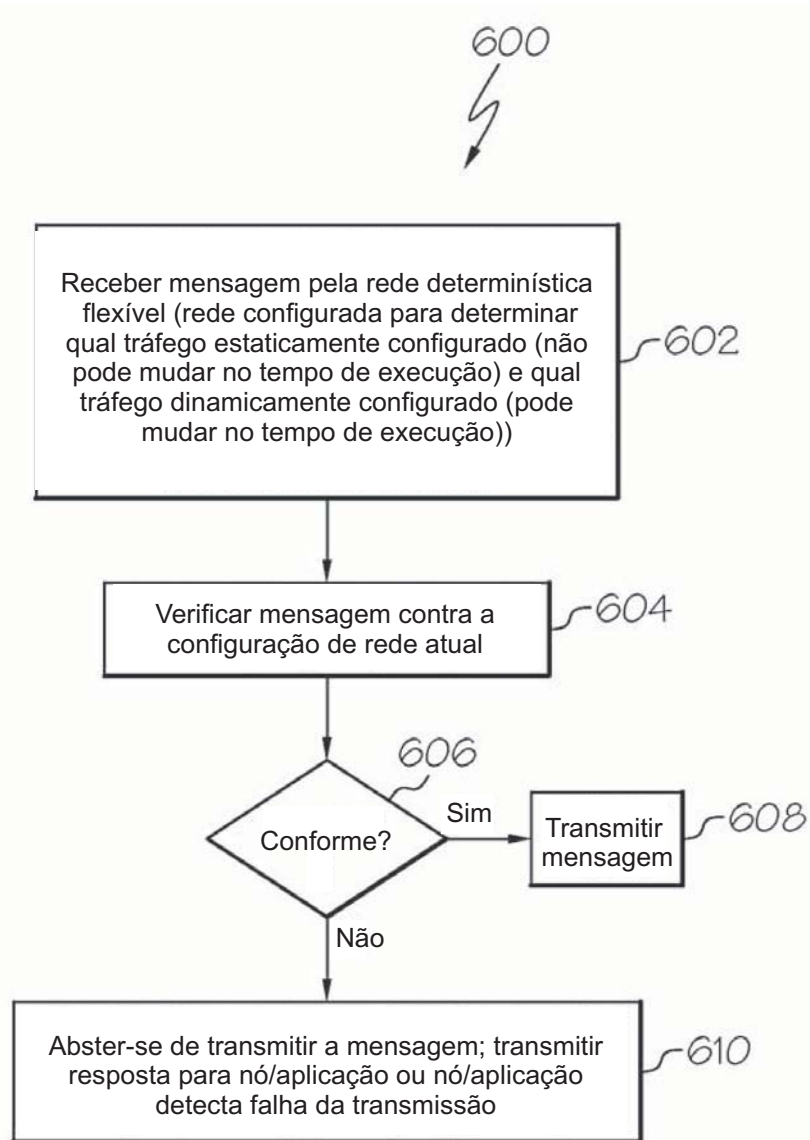


FIG. 6

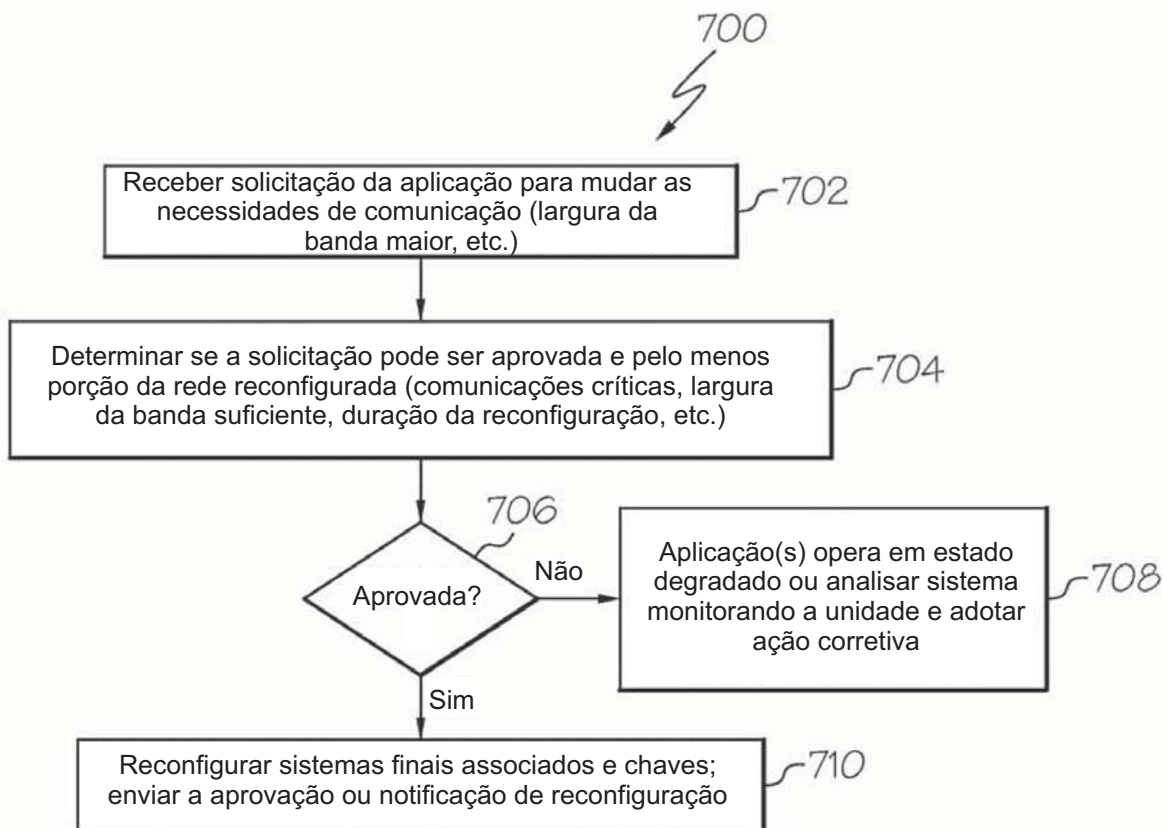


FIG. 7

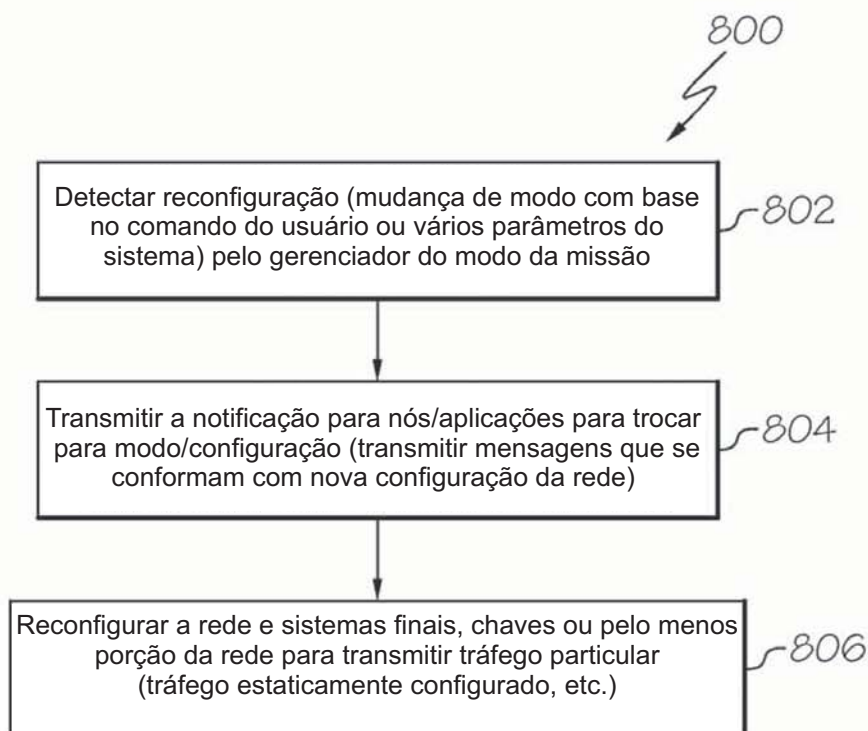


FIG. 8

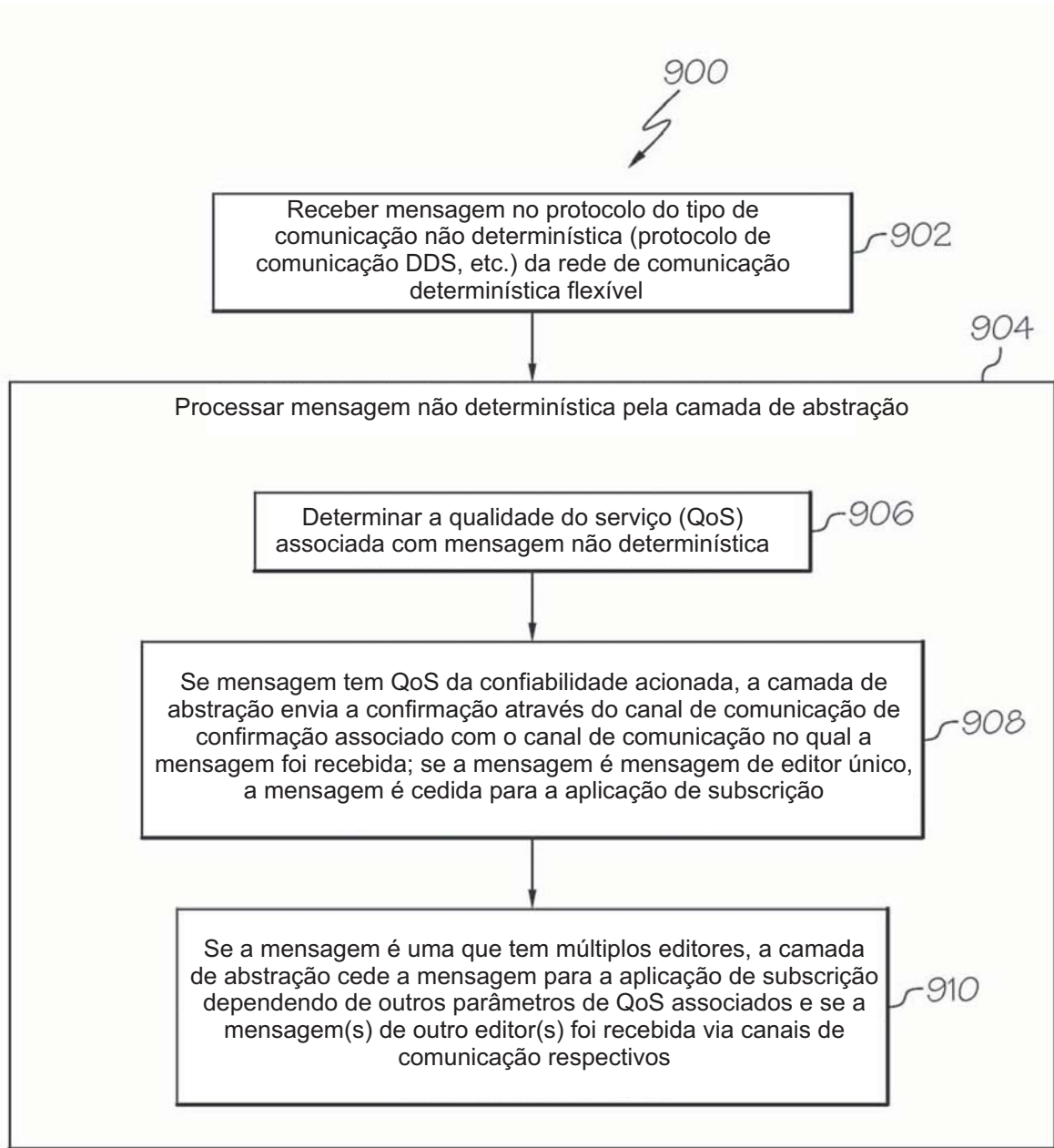


FIG. 9