



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

(21) PI 0721869-9 A2



(22) Data de Depósito: 04/07/2007
(43) Data da Publicação: 18/03/2014
(RPI 2254)

(51) Int.Cl.:
H04L 12/403

(54) Título: SISTEMA DETERMINÍSTICO DE
COMUNICAÇÃO

(57) Resumo:

(73) Titular(es): Airbus Operations GMBH

(72) Inventor(es): Burkhard Heinke, Christian Wiese, Marcus
Smidt

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007056734 de
04/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2009/003518de
08/01/2009

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DETERMINÍSTICO DE COMUNICAÇÃO**".

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um sistema determinístico de comunicação, e em particular refere-se, ainda que não exclusivamente, a aplicações aviônicas.

O sistema de acordo com a invenção pode ser aplicado em aeronaves de todos os tipos, especificamente em aviões. A invenção pode ser aplicada em aplicações de tempo real, isto é, sistemas para comunicação crítica de tempo e pode caracterizar funções de sistema do qual os desempenhos dependem em uma alteração de dados adequada.

No estado da técnica a Ethernet baseada nas conexões ponto a ponto não-centrais, os módulos de acesso de barramento distribuídos proporcionam a camada física. O acesso de barramento é, por exemplo, regulado pelo conhecido procedimento CSMA/CD (método de acesso de comunicações em rede). Contudo, tal sistema falha com aplicações em tempo real, uma vez que pode ser de autobloqueio e não é determinístico no tempo.

É conhecido um sistema dos documentos DE 34 24 866 C2 e DE 34 26 893 A1 compreendendo um barramento comum simples para todos os participantes com ordem configurável e uma série de fendas no tempo para as estações conectadas ou unidades terminais. Nesses sistemas são proporcionadas primeira inicialização e fases de solicitação, nas quais é determinada a configuração necessária das estações. Dessa maneira as janelas de tempo para a comunicação de dados podem ser alocadas dinamicamente.

Em Joseph L. Hammond, Peter O'Reilly "Análise de Desempenho de Redes de Computador Locais", Reading, Massachusetts, U.S.A, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1986, páginas 193 a 196; ISBN 0-201-11530-1, é descrita uma rede de sondagem compreendendo um computador central através do qual é efetuada a sondagem de cada local ou estação na rede em uma ordem predeterminada para proporcionar acesso ao

canal. A rede de sondagem opera em "roll-call polling" ou "hub polling". Para a "roll-call polling" o computador central inicia a sequência de sondagem pelo envio de uma mensagem de sondagem para uma estação escolhida. Ao término da comunicação por aquela primeira estação escolhida o computador central continua com a estação escolhida seguinte e assim por diante. Para o "hub polling" o computador central envia uma mensagem de sondagem, e ao término da comunicação pela estação inicial a sondagem é automaticamente comutada para a estação seguinte sem que o computador central seja ativamente envolvido.

Contudo, é uma desvantagem do estado da técnica que devido os períodos de tempo de espera no sistema de transmissão de dados serem inevitáveis visto que cada unidade terminal deve ser tratada individualmente para iniciar a transmissão de dados após a mesma. O tempo total de espera compreende um tempo de reação das unidades terminais, a confirmação da transmissão de endereço terminal e o tempo de retardo do próprio barramento na extensão física da linha.

É um objetivo da presente invenção proporcionar um protocolo de comunicação determinística com código extra possível mais baixo e um sistema para implementação do mesmo.

O objetivo é alcançado pelo sistema de comunicação para comunicação de dados de áudio entre cada de uma pluralidade de unidades terminais e o método para controlar o mesmo de acordo com as reivindicações 1 e 9, respectivamente. As reivindicações dependentes são direcionadas às modalidades preferidas da invenção.

De acordo com a invenção é proporcionado um sistema de comunicação digital compreendendo uma pluralidade de unidades terminais e uma unidade central. As ditas unidades terminais são acopladas a um barramento para troca de dados. O processo de comunicação no barramento entre as unidades terminais é controlado pela dita unidade central. O sistema de comunicação acima é aperfeiçoado pelo provimento de um barramento adicional. Consequentemente, as unidades terminais são conectadas à unidade central tanto através de um barramento mestre quanto um barra-

mento de dados. No barramento mestre a unidade central transmite exclusivamente instruções para as unidades terminais. Consequentemente, a unidade central é o único transmissor no barramento mestre. Contudo, os dados podem ser transmitidos no barramento mestre da unidade central para as unidades terminais. No barramento de dados cada unidade terminal pode transmitir dados para a unidade central. Consequentemente, a unidade central é o único receptor no barramento de dados. O acesso ao barramento de dados pelas unidades terminais é controlado pela unidade central por via do barramento mestre. Se os dados devem ser transmitidos de uma unidade terminal para outra, recebendo, a unidade terminal isso deve ser efetuado por via da unidade central. Para essa ordem é proporcionado um buffer de permuta na unidade central para espelhar e retransmitir os dados recebidos.

Em resumo, a unidade central está agindo como uma unidade mestre ou controladora ou de controle para controlar o acesso de barramento de dados dos módulos do sistema. No barramento de dados é empregado um sistema multiplexado de divisão de tempo com comunicação de laço duplo. Esse sistema multiplexado de divisão de tempo é preferivelmente baseado em uma camada física de Ethernet padrão para dois barramentos separados. O sistema é dedicado para uso em aviação, isto é, aeronaves.

De acordo com um aspecto da invenção, é proporcionado um método para controlar um sistema de comunicação para comunicar dados de áudio entre cada de uma pluralidade de unidades terminais. O dito sistema de comunicação compreende:

uma pluralidade de unidades terminais para utilização da memória intermediária de dados de áudio;

um barramento mestre para transmitir sinais de controle para as ditas unidades terminais;

um barramento de dados para transmitir dados de áudio das ditas unidades terminais;

uma unidade central solicitando dados de áudio da dita pluralidade de unidades terminais por via do dito barramento mestre e recebendo dados de áudio através do dito barramento de dados.

O dito método é caracterizado pelas etapas de:

examinar uma identidade das ditas unidades terminais pela dita unidade central durante uma fase de inicialização;

5 transmitir uma estrutura de dados predeterminada incluindo um primeiro sinal de sincronização, um endereço de unidade terminal de uma unidade terminal respectiva, um campo de carga útil e um segundo sinal de sincronização pela dita unidade central por via do barramento mestre durante uma fase de configuração; e

10 transmitir dados de áudio através do dito barramento de dados da dita pluralidade de unidades terminais dentro de um intervalo de tempo de amostra de áudio que corresponda ao intervalo entre o dito primeiro sinal de sincronização e o dito segundo sinal de sincronização.

Em uma modalidade preferida do método de acordo com a invenção, a dita unidade terminal transmite uma estrutura de dados através do
15 dito barramento de dados ao reconhecer seu próprio endereço durante a dita fase de sincronização. Dessa maneira, é unificado o procedimento de solicitação de dados das unidades terminais individuais pela unidade central, não deve ser feita nenhuma diferença entre a solicitação inicial pela unidade central e quaisquer solicitações subsequentes para distribuição de dados.

20 Em uma modalidade preferida alternativa do método de acordo com a invenção, cada da dita pluralidade de unidades terminais transmite uma estrutura de dados em um tempo predeterminado através do dito barramento de dados cujo tempo é determinado pela dita unidade terminal. Isso torna as unidades terminais independentes de qualquer solicitação para dados e distribuição emitidas pela unidade terminal de modo a resultar em um
25 subsistema isolado.

Preferivelmente, a ordem de transmissão pela dita pluralidade de unidades terminais durante a dita fase de carga útil é determinada antecipadamente pela dita unidade central. Por exemplo, a ordem das unidades terminais para distribuir seus dados pode ser armazenada em uma tabela de
30 consulta, e consequentemente pode ser monitorada e mesmo ser editada por um usuário fora de linha, isto é, distante do ambiente de operação vigen-

te e antecipadamente.

Em geral, o dito sinal de sincronização pode ser gerado por um gerador de relógio mestre separado. O gerador de relógio mestre pode ou não ser integrado no sistema, e devido às exigências de estabilidade pode ser situado em um ambiente especial.

Preferivelmente, o dito sinal de sincronização é um sinal-padrão, especificamente, um sinal que atende o padrão IEEE 802.3.

Preferivelmente, as ditas unidades terminais recuperam seus sinais de relógio do dito sinal de sincronização. A recuperação do relógio é alcançada usando um laço bloqueado de fase.

Especificamente, a dita permuta entre as unidades terminais é realizada refletindo os ditos dados em um buffer de permuta na unidade terminal. Isso confere uma adaptação complexa do protocolo de comunicação para enviar dados para a unidade de controle ou para outra unidade terminal obsoleta.

De acordo com outro aspecto da invenção um é proporcionado um sistema de comunicação para comunicar dados de áudio entre cada da pluralidade de unidades terminais. O dito sistema de comunicação compreende:

uma pluralidade de unidades terminais para utilização da memória intermediária de dados de áudio;

um barramento mestre para transmitir sinais de controle para as ditas unidades terminais;

um barramento de dados para transmitir dados de áudio das ditas unidades terminais; e

uma unidade central solicitando dados de áudio da dita pluralidade das unidades terminais por via do dito barramento mestre e recebendo dados de áudio através do dito barramento de dados.

O sistema de comunicação é caracterizado pelo fato de que a dita unidade central examina uma identidade das ditas unidades terminais durante uma fase de inicialização;

a dita unidade terminal transmite uma estrutura de dados prede-

terminada incluindo um primeiro sinal de sincronização, um endereço de unidade terminal de uma unidade terminal respectiva, um campo de carga útil e um segundo sinal de sincronização por via do dito barramento mestre durante uma fase de configuração; e

5 dados de áudio são transmitidos através do dito barramento de dados por uma da dita pluralidade de unidades terminais dentro de um intervalo de tempo de amostra de áudio que corresponde ao intervalo entre o dito primeiro sinal de sincronização e o dito segundo sinal de sincronização.

Em uma modalidade preferida do sistema de comunicação de acordo com a invenção, a dita unidade terminal compreende uma unidade de configuração terminal contendo uma lista da dita pluralidade das unidades terminais. Em outras palavras, a identidade de todas as unidades terminais é listada no sistema, e cada unidade terminal que é nova no sistema deve ser registrada pela unidade de configuração terminal de maneira a obter sua autorização de acesso. O termo "identidade" deve ser aqui considerado como compreendendo – possivelmente dentre outros itens – o número específico (endereço) da unidade terminal respectiva bem como sua autorização para acessar o barramento(s) comum(s).

10

15

Especificamente, a dita unidade de configuração terminal é preferivelmente conectada a uma unidade transferidora para gerar a dita estrutura de dados. Separando a geração da estrutura de dados das tarefas supervisoras como verificações de identidade, executadas pela unidade de configuração terminal, o sistema é tornado mais flexível, e devido ao seu projeto modular pode ser mais facilmente identificado o que sucessivamente aumenta a confiabilidade do sistema.

20

25

Especificamente, cada da dita pluralidade das unidades terminais do sistema de comunicação compreende um laço bloqueado de fase para recuperação de relógio do dito sinal de sincronização. Portanto, cada unidade terminal pode sincronizar seu relógio sempre que necessário sem qualquer demora que possa de outro modo ser induzida se for expedito um pulso de sincronização comum pela unidade central.

30

Adicionalmente, como parte da dita unidade terminal um buffer

de permuta é preferivelmente proporcionado para permuta de dados entre as unidades terminais que possibilitem reflexo dos dados recebidos e avançar os mesmos para uma unidade transceptora da dita unidade central.

As características da invenção – entre outras coisas – as vantagens que se seguem sobre o estado da técnica. Uma vez que o sistema de comunicação de acordo com a invenção permite um acesso de barramento determinístico que é controlado por uma unidade de controle central é alcançada uma alta confiabilidade da comunicação. Para aperfeiçoar ainda mais a confiabilidade do sistema o mesmo é preferivelmente projetado em redundância. Nesse caso, uma primeira unidade central de duas é ativa e a outra está em um status de espera. Se a unidade ativa em curso falhar a outra unidade assume. Consequentemente, o sistema é particularmente útil para aviônica, a saber, aplicações em aeronaves com dados de controle rápido (comutação) e sinais analógicos digitalizados, especificamente para transmissão rápida de sinais de áudio. Além disso, o sistema de acordo com a invenção permite uma organização mais eficiente do barramento de dados uma vez que são empregadas duas linhas de barramento separadas, que são conectadas na pluralidade de unidades terminais. Uma unidade terminal usa o barramento mestre apenas como um barramento de controle para transmissão de dados da unidade central para as unidades terminais. As unidades terminais conectadas podem enviar seus dados em um barramento compartilhado, por exemplo, um barramento de dados. Ademais, a invenção proporciona uma estrutura modular simples do sistema de comunicação e toda a transferência de dados não está mais em risco de ser bloqueada no caso de uma falha de uma unidade terminal individual.

A seguir, a invenção será explicada mais detalhadamente sendo feita referência às modalidades descritas nos desenhos que a acompanham, apenas à guisa de exemplo.

A figura 1 ilustra uma vista esquemática de uma primeira modalidade do sistema de comunicação de acordo com a invenção.

A figura 2 é um diagrama funcional de uma modalidade das unidades terminais de acordo com a invenção no sistema de comunicação da

figura 1.

A figura 3 ilustra um diagrama funcional de uma modalidade da unidade central de acordo com a invenção no sistema de comunicação da figura 1.

5 A figura 4A ilustra uma modalidade de uma estrutura de dados para a transmissão de dados da unidade central para as unidades terminais na fase de configuração de acordo com a invenção.

10 A figura 4B ilustra uma modalidade de uma estrutura de dados para a transmissão dos dados das unidades terminais para a unidade central na fase de configuração de acordo com a invenção.

A figura 5A ilustra uma modalidade da estrutura de dados para a transmissão de dados da unidade central para as unidades terminais na fase de carga útil de acordo com a invenção.

15 A figura 5B ilustra uma modalidade da estrutura de dados para a transmissão de dados das unidades terminais para a unidade central na fase de carga útil de acordo com a invenção.

A figura 6 ilustra uma modalidade da invenção relacionada à permuta de dados entre as unidades terminais.

20 A figura 1 ilustra um diagrama em bloco de uma modalidade do sistema de comunicação de acordo com a invenção. Uma unidade central 10 está conectada por um lado através de um barramento de dados (barramento compartilhado) 12 às unidades transmissoras TX de várias unidades terminais T, cada unidade sendo projetada T1, T2, e T3, respectivamente. Por outro lado, a unidade central 10 está conectada através de um barramento

25 mestre 14 às unidades receptoras RX das ditas unidades terminais T. A unidade central 10 é a única transmissora no barramento mestre 14, isto é, as unidades terminais T apenas recebem dados da unidade central 10 como elementos passivos. O barramento de dados 12 é usado para transmissão de dados multiplexados das unidades terminais T1, T2, T3 para a unidade

30 central 10. A ordem na qual as unidades terminais T acessam o barramento 12 é controlada pela unidade central 10.

A figura 2 ilustra um diagrama em bloco de uma unidade termi-

nal T na figura 1. Cada unidade terminal T compreende um receptor RX e um transmissor TX. Ademais, é proporcionada com uma unidade de reconhecimento de endereço 21, um controlador de estado de recebimento 22, uma estrutura-PLL 23 com um relógio mestre, um contador de laço 24, um
 5 buffer de entrada de dados 25, uma interface de dispositivo I/O 26, um buffer de saída de dados 27, e um controlador de transmissão 28.

O receptor RX é adaptado para distinguir sinas de dados, sinais de tempo e sinais de endereço. No módulo de reconhecimento de endereço 21 o endereço é filtrado: uma reação da unidade terminal respectiva T é apenas
 10 prontificada ao receber o endereço apropriado. De outro modo os dados recebidos são desconsiderados.

Dos sinais de tempo recebidos um relógio mestre é recuperado na estrutura-PLL 23 na qual o relógio mestre é suprido da unidade central 10. O sinal de tempo do relógio mestre 23 é compartilhado por todos os
 15 componentes da unidade terminal T. O relógio regenerado é alimentado no contador de laço 24, que determina o tempo para acesso de barramento seguinte da respectiva unidade terminal T. Os detalhes do acesso de barramento são armazenados no controlador do estado de recebimento 22. O buffer de entrada de dados 25 é também suprido com o relógio mestre do
 20 gerador 23 e a taxa de relógio dividida do contador de laço 24.

As estruturas de dados que são recebidas pela unidade receptora RX da unidade terminal T do barramento mestre 14 são processadas dependendo dos conteúdos transportados com os dados. O controlador do estado de recebimento 22 supervisiona os dados sendo recebidos por via do
 25 receptor RX. O mesmo é conectado ao controlador de transmissão 28 e à interface de entrada / saída 26 e ao contador de laço 24. Os dados que são recebidos em cada estrutura de dados pelo receptor RX são isolados para cada estrutura de barramento no buffer de dados de entrada 25 se os mesmos forem relevantes para comunicação com outros sistemas e módulos de
 30 sistemas. O buffer de dados de entrada 25 é controlado pela interface I/O 26. A interface de entrada/saída 26 pode compreender um conversor - DA, autofalantes e outras unidades de controle.

Se os dados devem ser transmitidos de uma unidade terminal T para outra unidade T ou para a unidade central 10 tais dados são isolados no buffer de saída de dados 27 do qual os mesmos são deslocados para o dispositivo transmissor TX. Os dados são isolados para cada estrutura de barramento no buffer de saída de dados 27 na ordem na qual os mesmos são transmitidos nas estruturas de dados. A distribuição de tais dados para o transmissor TX é processada nas etapas de processamento apropriadas pelo controlador de transmissão 28 na própria unidade terminal.

Em geral, as unidades terminais T são dedicadas para funções específicas. Contudo, podem ser empregadas unidades terminais múltiplas T com funções equivalentes.

Se os barramentos 12, 14 forem conexões Ethernet a unidade receptora RX pode ser projetada de acordo com o padrão IEEE 802.3

A figura 3 ilustra um diagrama em bloco da unidade central 10 na figura 1. A unidade central 10 compreende um controlador de configuração de unidade terminal 31, uma memória de dados transmissora 32, um transmissor 33, um gerador de relógio de sistema 34, um receptor 35, uma memória de dados receptora 36, um buffer de permuta 37, uma matriz de controle de comutação de dados 38, um módulo de configuração de dados receptor 39, e um controlador de fase de barramento principal 40. O bloco de controle de configuração de unidade terminal 31 compreende uma lista das unidades terminais T que estão conectadas à unidade central 10. Essa lista pode ser facilmente adaptada pela entrada de novos dados, por exemplo, de um controlador principal conectado, ou pode ser adaptado para atender às condições de operação modificadas. O bloco de controle de configuração 31 está conectado a uma memória de dados transmissora 32, e a memória 32 sucessivamente está conectada a uma unidade transmissora 33. Além disso, o bloco de controle de configuração 31 determina quais os dados da memória de dados transmissora 32 devem ser deslocados para a unidade transmissora 33.

A unidade transmissora 33 gera uma estrutura de dados completa no barramento mestre 14 incluindo um sinal de sincronização que é válido

para todas as unidades terminais T. O próprio sinal de sincronização pode ser controlado ou pode ser determinado pelo gerador do relógio de sistema 34 que é conectado à unidade transmissora 33.

Um módulo receptor 35 lê e monitora os dados que são recebidos das unidades terminais. Os dados são enviados para a memória de dados receptora 36 agindo como uma memória intermediária. Uma unidade de configuração receptora 30 é atribuída para a memória de dados receptora 36. No caso de ser estabelecida uma ligação de comunicação entre várias unidades terminais T, os dados podem ser transferidos diretamente para a memória de dados transmissora 32 através de um buffer de permuta 37. O buffer de permuta 37 é controlado e monitorado por um arranjo de controle de comutação de dados 38.

As três fases de comunicação que se seguem nos barramentos 12 e 14 podem ser distinguidas:

1. Fase de inicialização;
2. Fase de configuração;
3. Fase de dados de carga útil.

As fases são controladas pela unidade de controle de barramento mestre 40.

Por essa disposição a capacidade de dados das unidades terminais T que são respectivamente conectadas ao barramento podem ser adaptadas e otimizadas. Durante a fase de inicialização a unidade central 10 monitora qual das unidades terminais T tem acesso ao barramento 12 no momento ou em um tempo predeterminado. Adicionalmente, a mesma supervisiona quais os dados que são exigidos no barramento 12. Especificamente, se houver várias solicitações das unidades terminais T conectadas em um período, as mesmas podem ser coletadas e priorizadas pela unidade central 10.

A figura 4A ilustra a estrutura de dados para a transmissão de dados de uma unidade central 10 para as unidades terminais T no barramento mestre 14 enquanto a figura 4B ilustra a estrutura de dados para a transmissão de dados das unidades terminais T para a unidade central 10 no

barramento de dados 12 na fase de configuração. Nas figuras seguintes a duração de um período é indicada por uma seta dupla.

Cada estrutura de dados 50 no barramento 14 é iniciada com um sinal de sincronização (Sync) 51. Preferivelmente, esse sinal é derivado de ou corresponde ao protocolo de nível de sincronização mais alto de acordo com o padrão IEEE 802.3.

O sinal Sync 51 e a sequência de sincronização, respectivamente, consistem em um "preâmbulo" longo de 7 Bytes e uma "sequência de estrutura de início" longa de 1 Byte. Os bits de extremidade de rastreo da "sequência de estrutura de início" longa ("11" de acordo com IEEE 802.3) será usada para sincronização geral exata. Isso determina o tempo de estrutura da taxa de amostra de áudio do usuário do sistema a medida que o mesmo se torna claro na descrição que se segue com relação à figura 4A. A fim de alcançar um caminho de amostra da transmissão de dados de áudio a distância entre dois sinais Sync corresponde ao tempo de amostra de áudio do sistema. Isso significa que a frequência da amostra dos conversores A/D ou D/A estando conectados, por exemplo, nas unidades terminais é válida para todo o sistema. Em outras palavras, todas as unidades terminais T no sistema são comandadas pelo mesmo relógio.

Durante a fase de configuração a unidade central 10 transmite uma estrutura de dados fixa começando com a sequência Sync 51 conforme descrito acima. O sinal Sync 51 é usado como uma sincronização mestre para Toto o sistema. Um PLL adicional é usado para ressinchronizar o processo de amostra de áudio e para proporcionar informação de cronometragem exata para todas as unidades terminais sem o auxílio de uma linha de relógio extra ou dispositivos similares. (Deve ser observado que ao contrário o padrão IEEE 802.3 proporciona apenas uma cronometragem de bit única). Dessa maneira o sinal Sync 51 pode ser prontamente alterado, isto é, a frequência ou estrutura de dados para todo o sistema pode ser dinamicamente alterado em uma abordagem tipo tremulação. Dessa maneira é aperfeiçoado o comportamento EMI do sistema de barramento completo.

O sinal sync 51 é seguido pelo endereço 52 daquela unidade

terminal particular T, para a qual a respectiva estrutura é intencionada. Os endereços especiais são reservados no sistema 1 que não são atribuídos para as unidades terminais físicas reais T. Essas palavras de endereço são usadas como endereços de difusão e os dados de configuração seguintes

5 53 determinam o comportamento de todas as unidades terminais T que estão conectadas aos mesmos.

Dessa maneira um determinado volume dos dados de carga útil pode ser reservado como, por exemplo, dados de áudio que são então enviados continuamente como difusão de múltiplos canais da unidade central

10 para as unidades terminais T. No caso o endereço pretendido pertence a uma unidade terminal individual que está presente no sistema os ajustes daquela unidade terminal T serão alterados pelos dados de configuração 53. Os dados de carga útil 54 seguintes podem conter, por exemplo, dados de comutação para uma unidade respectiva.

Cada estrutura de dados 50 será finalizada por uma sequência de verificação 55 para validação de dados. A sequência de verificação pode ser, por exemplo, uma sequência de verificação CRC simples. A estrutura de dados descrita 50 é então repetida pelo reinício com uma sequência Sync

15 51. O tempo de amostra de áudio correspondente é então determinado pela distância de uma extremidade da sequência Sync 51 para a extremidade da sequência Sync 51 subsequente. O sistema de acordo com a presente invenção é dotado da vantagem de que não há intervalos de tempo no barramento mestre

20 14 para os processos de descarga quando não há tráfego na mesma linha física dos transmissores diferentes T. Entre o campo 55 e o campo 51 pode ser proporcionado um intervalo 56 de maneira a adaptar toda a extensão da estrutura total da estrutura 50 para as exigências do sistema atual.

Após o tempo de amostra de áudio ter sido determinado pela estrutura na figura 4A, a estrutura de dados de uma das unidades terminais

30 T para a unidade central 10 será explicada a seguir com referência à figura 4B. Durante a fase de configuração a unidade terminal T irá reagir ao receber seu próprio endereço pelo envio de uma estrutura de dados única 60 no

barramento compartilhado. Essa resposta é liberada pelo circuito de reconhecimento de endereço. A estrutura de dados 60 também inicia com uma sequência Sync 61, preferivelmente de acordo com IEEE 802.3, contudo não é usada para o sistema de sincronização. Esse arranjo da sequência Sync 61 de acordo com o padrão IEEE 802.3 se beneficia do fato de que são empregados os módulos Ethernet padrões e os transceptores. A sequência Sync 61 é seguida por um campo identificador 62 da unidade terminal T. O campo identificador 62 contém o endereço individual da unidade terminal T e o volume solicitado dos dados de carga útil. O campo de dados de carga útil 63 da estrutura de dados da unidade terminal sucessivamente é seguida por uma sequência de verificação 64 para validação de dados. Similar à estrutura 50 da unidade central 10 para as unidades terminais T a estrutura 60 das unidades terminais T para unidade central 10 é finalizada por um segundo campo Sync 61 com um intervalo 65 entre o campo sync 61 e a sequência de verificação 64, se necessário. O tempo da estrutura depende da configuração do sistema vigente.

Ao término da transmissão por uma das unidades terminais T a unidade central 10 pode endereçar a mesma ou outra unidade terminal T. Durante esse processo não há comunicação no barramento de dados até que o endereço subsequente seja transmitido e reconhecido, respectivamente.

Durante a fase de configuração a unidade central 10 determina a ordem na qual as unidades terminais T são endereçadas. Essa ordem não é necessariamente uma ordem consecutiva. Consequentemente cada unidade terminal T deve armazenar um valor contador individual que é recuperado do campo de dados de configuração 53 pela unidade terminal T.

Em seguida a unidade central 10 pode iniciar a fase de dados de carga útil com um endereço de unidade terminal predeterminado (que, contudo, não é mais transmitido por via do barramento) e um campo de dados de configuração especial. Isso significa que na sequência Sync seguinte são iniciados os contadores de laço internos 24 das unidades terminais T. Devido o valor contador individual que é armazenado em cada unidade terminal

T cada unidade terminal T irá enviar sua própria estrutura de dados no barramento compartilhado 12 em um tempo predeterminado. A ordem do acesso para o barramento é ajustada pela unidade central 10 por meio de vários valores contadores que são armazenados em cada unidade terminal T.

5 A fase de configuração acima é seguida pela fase de carga útil. As estruturas de fase de carga útil nos barramentos 12 e 14, respectivamente, diferem das estruturas correspondentes na fase de configuração em que as mesmas não são mais carregadas com qualquer código extra de endereço. As estruturas respectivas nos barramentos 12 e 14 estão ilustradas na

10 figura 5A e na figura 5B. A estrutura 70 da unidade central 10 para quaisquer unidades terminais T na figura 5A compreende apenas as sequências sync e as sequências de carga útil. A mesma é finalizada por uma sequência de relógio e bits sync com um intervalo interposto, se necessário. O período entre dois trens de bit sync subsequentes determina o tempo de amostra de

15 áudio. Consequentemente, a estrutura de dados 80 da unidade terminal T para a unidade central 10 na figura 5B e compreende apenas as sequências sync e as sequências de carga útil, sendo finalizadas por uma sequência de relógio e bits sync com um intervalo interposto, se necessário. O período entre dois trens de bit sync subsequentes determina o tempo de estrutura

20 dependendo das configurações do sistema.

 Consequentemente, devido aos arranjos diferentes na fase de configuração e nas estruturas de dados na fase de carga útil 70, 80 diferem das estruturas correspondentes 50 e 60, respectivamente, no barramento mestre 14 e no barramento compartilhado 12. Com a ordem do acesso de

25 barramento sendo fixado apenas o número dos sinais Sync da unidade central determina o acesso de barramento no barramento compartilhado. Isso significa que não há mais código extra de protocolo dentro das estruturas de dados e é usado quase o tempo de acesso de barramento completo para os dados de carga útil.

30 Para a realização da invenção podem ser usados os componentes de acordo com IEEE 802.3 (camada física IEEE 802.3).

 Para aplicações relevantes de segurança podem ser usados os

barramentos mestres múltiplos 14 em vez de apenas um.

Para a transmissão de dados de áudio rápida a recuperação do relógio mestre pode ser concebida por um PLL de áudio que seja sincronizado com os bits de extremidade de rastreamento do sinal sync. A informação de cronometragem de bit do sinal Sync pode ser derivada do padrão PLLs integrado de acordo com IEEE 802.3 (camada física IEEE 802.3).

A permuta de dados entre as unidades terminais T que são conectadas ao sistema 1 pode ser realizada pela escala do volume dos dados.

A permuta de dados entre as unidades terminais T pode ser prontamente realizada pelo reflexo dos dados respectivos no buffer de permuta 37 de acordo com um protocolo disparado deterministicamente.

Em resumo, o sistema de comunicação, isto é, o sistema aviônico de acordo com a invenção é dotado de uma arquitetura modular na qual a transferência de dados não é mais bloqueada por uma unidade terminal individual no caso de uma falha. Devido a estrutura de barramento separada podem ser usados os componentes Ethernet padrões para a camada física, por exemplo, de acordo com a especificação da Camada Física 10Base-T:IEEE 802.3 para um rede de área local 10 Mb/s CSMA/CD, IEEE 802.3 Cláusula 14; especificação de Camada Física 100Base-T:IEEE 802.3 para uma rede de área local 100 Mb/s CSMA/CD, IEEE 802.3 Clausula 22 e 28 sem detectar auto-colisão, conforme necessário para sistemas de barramento único.

Além disso, a estrutura de barramento dupla permite uma difusão de dados contínua da unidade central para as unidades terminais individuais, e são proporcionados dispositivos simples para um sistema de comunicação síncrona que pode ser prontamente adaptado para as transmissões de dados de áudio.

Além disso, é possível a permuta de dados entre as unidades terminais individuais. Isso será explicado a seguir com relação à figura 6 ilustrando um sistema de comunicação de laço duplo multiplexado. Seu componente central é a matriz de controle de comutação de dados acima mencionada 38 compreendendo um buffer de permuta escalável 37 em seu lado de

entrada e um buffer de permuta escalável 37 em seu lado de saída. A dita matriz de controle de comutação de dados 38 é proporcionada para comunicação direta entre as unidades terminais T. A largura de banda de dados é escalável e depende do número das estruturas de dados atribuídas ao par de unidades terminais T. A quantidade de estruturas de dados disponíveis é fixada e se aplica a todos os pares das unidades terminais T que são supostos a participar na comunicação. A quantidade dos dados de carga útil a ser permutada entre as unidades terminais T é ajustada por uma CPU principal (não ilustrada) da unidade central 10. Devido à taxa de atualização determinada do sistema de barramento é aberto um canal de dados com uma taxa de transmissão garantida. Os dados de saída vigente na unidade terminal pode então ser alimentados para outras ligações de dados com taxa de atualização mais baixa tipo "CAN", "RS485", "RS232" etc. que estão exemplificados na figura 6 como interface de unidade terminal 91. A matriz de controle de comutação de dados 38 é preferivelmente "hard-wired", isto é, sem o envolvimento de nenhum componente de software. Assim, é viável a transferência de dados rápida; a permuta de dados com a estrutura de estrutura fixa permite um projeto inteiramente com base em hardware da matriz de controle de comutação de dados 38 e buffers de saída. O tempo de transferência dos dados entre as duas unidades terminais T pode ser reduzido para durar tanto quanto algumas estruturas.

Opcionalmente, é possível usar a unidade central 10 como um ponto de acesso da rede existente das unidades terminais T. Nesse caso a interface da unidade central 10 pode ser governada por um protocolo específico para aplicações em aeronave tipo AFDX (Aviônica Duplos Cheios X Ethernet Comutada), também conhecido como um padrão ARINC N° 664 e relacionado a uma rede de computador e protocolo para comunicações entre as unidades de aeronave. O mesmo é baseado na Ethernet com "serviço de qualidade" adicional (QoS) e definição de caminho determinístico. Essa interface está exemplificada na figura 6 como interface de unidade central 92.

Listagem de Referências

10 unidade central

	12 barramento de dados (barramento compartilhado)
	14 barramento mestre
	21 módulo de reconhecimento de endereço
	22 relógio mestre
5	24 contador de laço
	25 buffer de entrada de dados
	26 interface I/O
	27 buffers de dados de saída
	28 controle de transmissão
10	31 bloco de controle de configuração de unidade terminal
	32 memória de dados transmissora
	33 unidade transmissora
	34 gerador de relógio de sistema
	35 módulo receptor
15	36 memória de dados receptora
	37 buffer de permuta
	38 arranjo de controle de comutação de dados
	39 unidade de configuração receptora
	40 unidade de controle de barramento mestre
20	50 estrutura de dados na fase de configuração
	51 sinal (Sync) de sincronização
	52 endereço
	53 dados de configuração
	54 dados de carga útil
25	55 sequência de verificação
	56 intervalo
	60 estrutura de dados na fase de configuração
	61 campo sync
	62 campo identificador
30	63 campo de dados de carga útil
	64 sequência de verificação
	65 intervalo

	70 estruturas de dados na fase de carga útil
	80 estruturas de dados na fase de carga útil
	91 interface de unidade terminal
	92 interface de unidade central
5	RX unidade receptora
	T, T1, T2, e T3 unidades terminais

REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar um sistema de comunicação (1) para comunicar dados de áudio entre cada de uma pluralidade de unidades terminais, em que o dito sistema de comunicação (1) compreende:

5 uma pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3) para utilização da memória intermediária de dados de áudio;

 um barramento mestre (14) para transmitir sinais de controle para as ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3);

 um barramento de dados (12) para transmitir dados de áudio das
10 ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3); e

 uma unidade central (10) solicitando dados de áudio da dita pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3) por via do dito barramento mestre (14) e recebendo dados de áudio através do dito barramento de dados (12);

 caracterizado pelas etapas de

15 examinar a identidade das ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3) pela dita unidade central (10) durante uma fase de inicialização;

 transmitir uma estrutura de dados predeterminada incluindo um primeiro sinal de sincronização (51), um endereço de unidade terminal (52) de uma unidade terminal respectiva (T; T1, T2, T3), um campo de carga útil
20 (54) e um segundo sinal de sincronização (51) pela dita unidade central (10) por via do dito barramento mestre (14) durante uma fase de configuração; e

 transmitir dados de áudio através do dito barramento de dados (12) por uma da dita pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3) dentro de um intervalo de tempo de amostra de áudio que corresponda ao intervalo
25 entre o dito primeiro sinal de sincronização e o dito segundo sinal de sincronização.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita unidade terminal (T; T1, T2, T3) transmite uma estrutura de dados (60) através do dito barramento de dados (12) ao reconhecer seu
30 próprio endereço durante a dita fase de configuração.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada da dita pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3)

transmite uma estrutura de dados em um tempo predeterminado através do dito barramento de dados (12) cujo tempo é determinado pela dita unidade central (10).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a ordem das transmissões pelas ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3) durante a dita fase de carga útil é determinada antecipadamente pela dita unidade central (10).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito sinal de sincronização (51) é gerado por um gerador de relógio mestre (34).

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o dito sinal de sincronização (51) é um sinal IEEE 802.3 padrão.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3) executam uma recuperação de relógio do dito sinal de sincronização (51) usando um laço bloqueado de fase (PLL).

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a dita permuta de dados entre as unidades terminais (T; T1, T2, T3) é executada pelo reflexo dos ditos dados em um buffer de permuta (37) na unidade central (10).

9. Sistema de comunicação (1) para comunicar dados de áudio entre cada de uma pluralidade de unidades terminais, em que o sistema de comunicação (1) compreende:

uma pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3) para utilização da memória intermediária de dados de áudio;

um barramento mestre (14) para transmitir sinais de controle para as ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3);

um barramento de dados (12) para transmitir dados de áudio das ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3); e

uma unidade central (10) solicitando dados de áudio da dita pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3) por via do dito barramento mestre

(14) e recebendo dados de áudio através do dito barramento de dados (12);
caracterizado pelo fato de que

a dita unidade central (10) examina uma identidade das ditas unidades terminais (T; T1, T2, T3) durante uma fase de inicialização;

5 a dita unidade central (10) transmite uma estrutura de dados predeterminada incluindo um primeiro sinal de sincronização (51), um endereço de unidade terminal (52) de uma unidade terminal respectiva (T; T1, T2, T3), um campo de carga útil (54) e um segundo sinal de sincronização (51) por via do dito barramento mestre (14) durante uma fase de configuração; e

10 os dados de áudio são transmitidos através do dito barramento de dados (12) por uma da pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3) dentro de um intervalo de tempo de amostra de áudio que corresponde ao intervalo entre o dito primeiro sinal de sincronização e o dito segundo sinal de sincronização.

15 10. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a dita unidade central (10) compreende uma unidade de configuração terminal (31) contendo uma lista da dita pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3).

20 11. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a dita unidade de configuração terminal (31) está conectada a uma unidade de transferência (33) para gerar a dita estrutura de dados.

25 12. Sistema de comunicação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado pelo fato de que cada da dita pluralidade de unidades terminais (T; T1, T2, T3) compreende um laço de fase bloqueado para recuperação de relógio do dito sinal de sincronização (51).

30 13. Sistema de comunicação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado pelo fato de que na dita unidade central (10) é proporcionado um buffer de permuta (37) para permuta de dados entre as unidades terminais que possibilita o refletir os dados recebido e emitir os mesmos para uma unidade transceptora da dita unidade central (10).

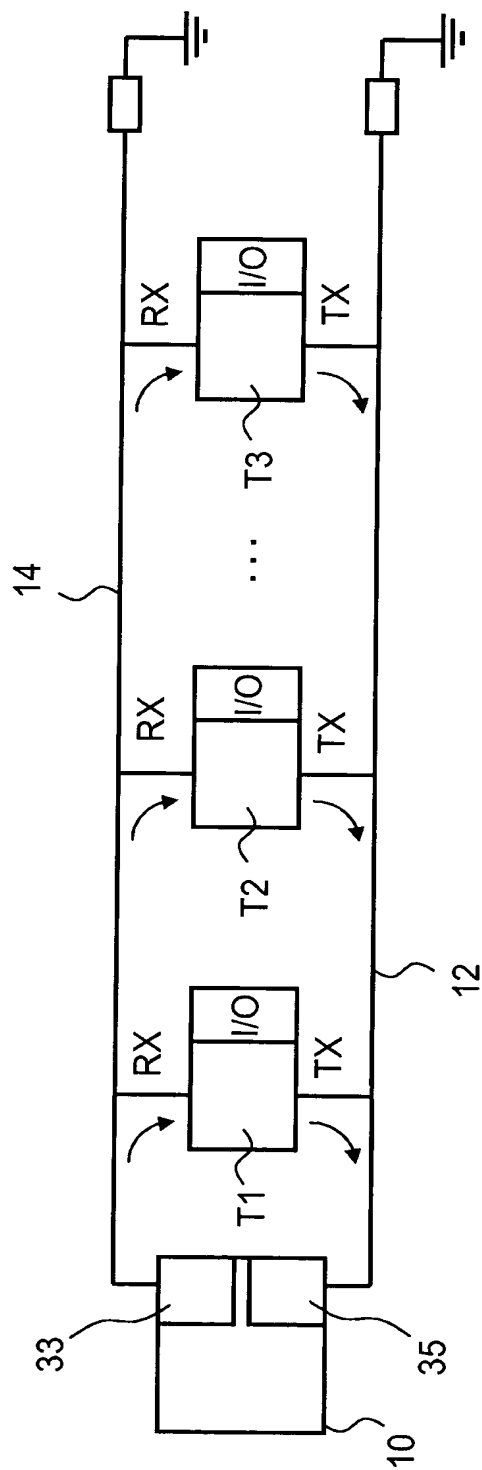


FIG. 1

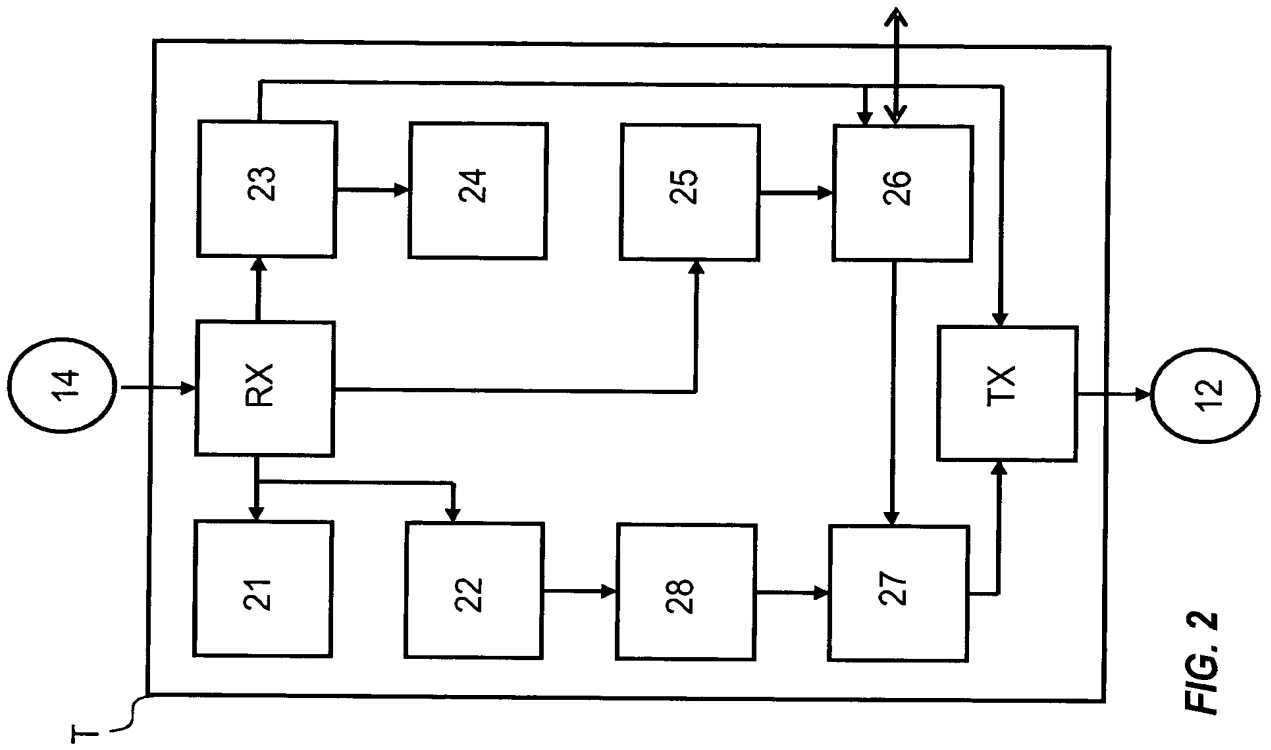


FIG. 2

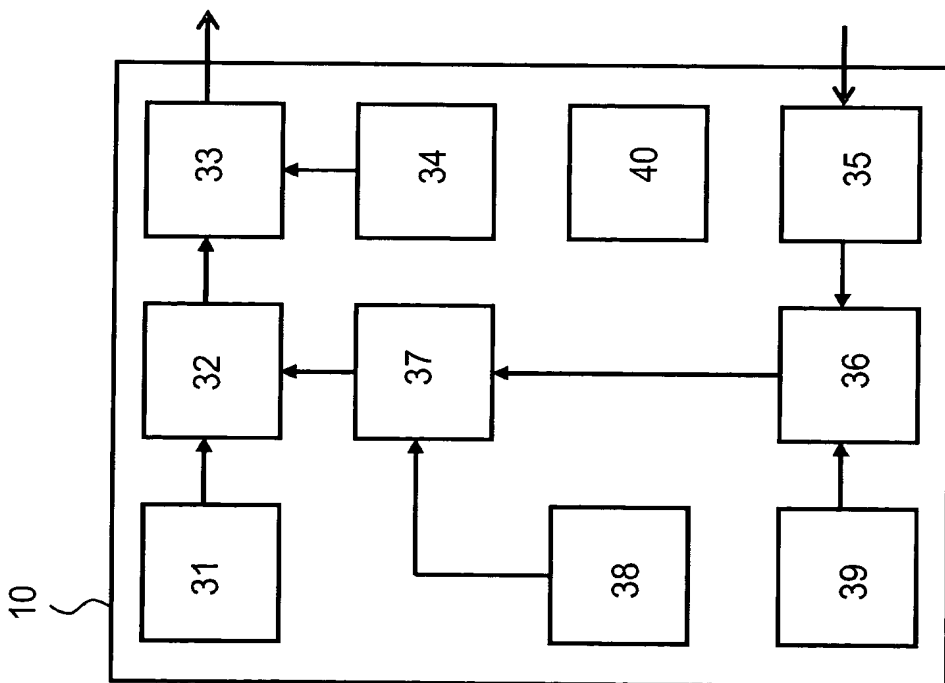


FIG. 3

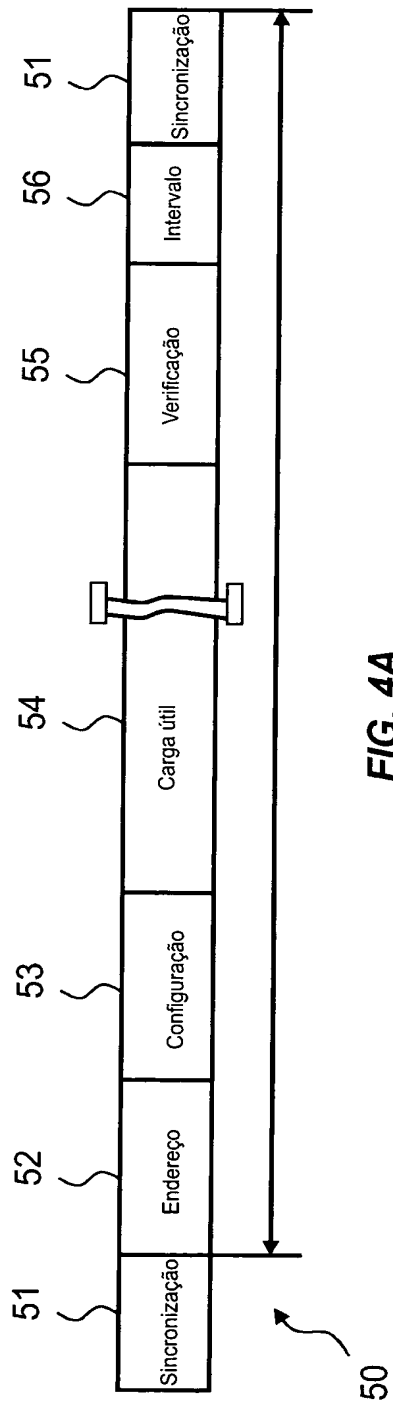


FIG. 4A

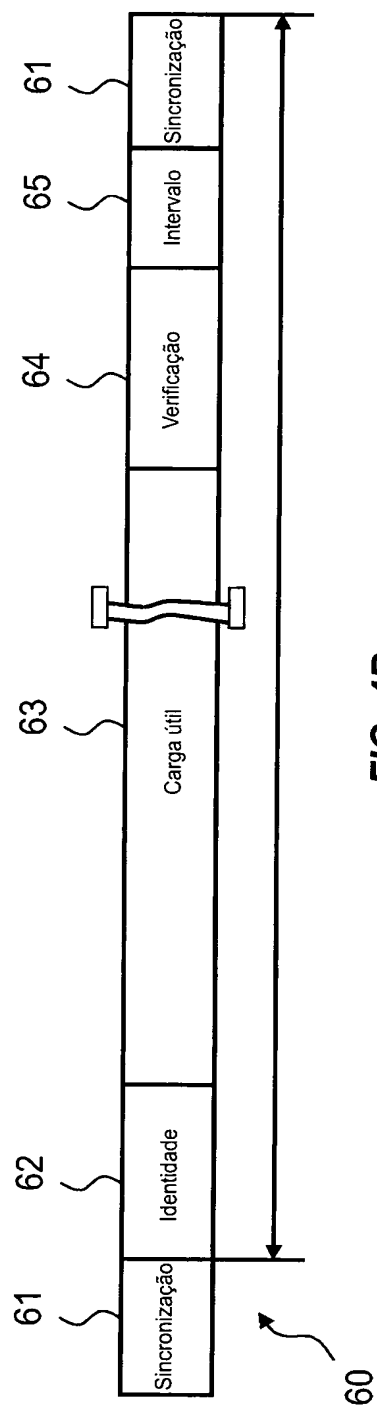


FIG. 4B

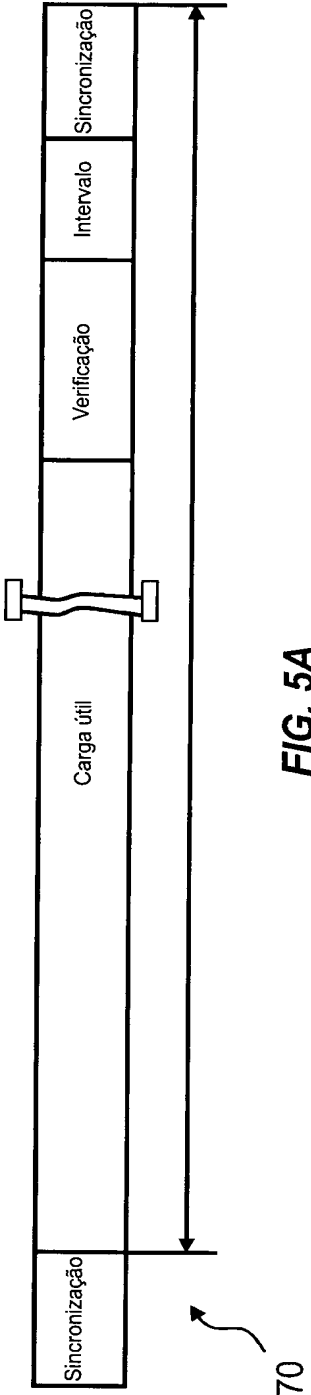


FIG. 5A

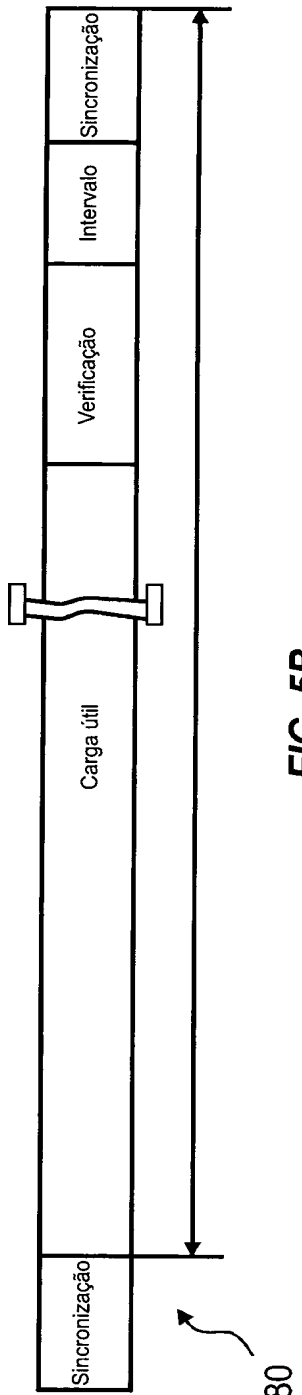
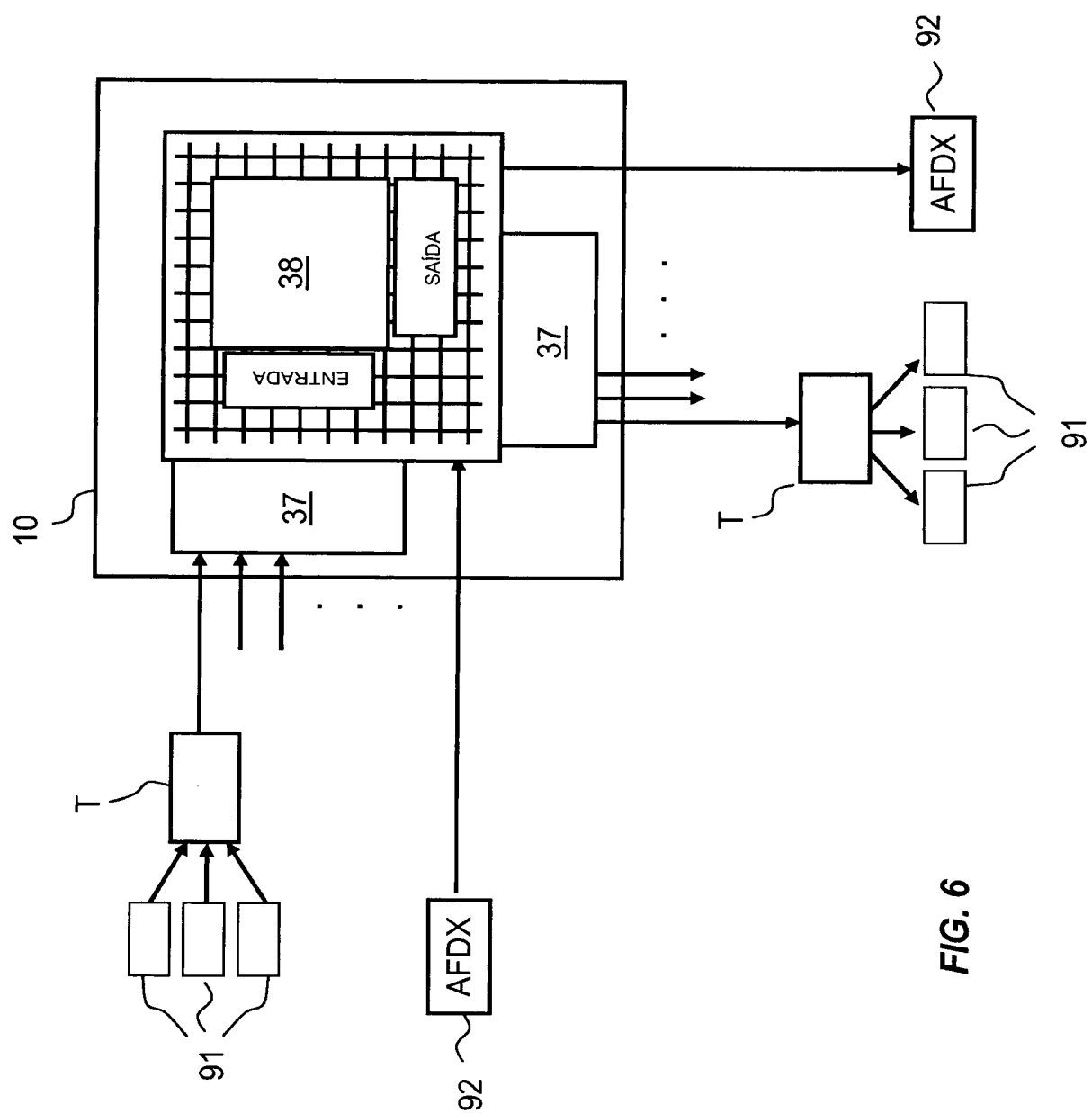


FIG. 5B



RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA DETERMINÍSTICO DE COMUNICAÇÃO"**.

A presente invenção refere-se a um sistema de comunicação e a um método para controlar um sistema de comunicação para comunicar dados de áudio entre cada de uma pluralidade de unidades terminais (T1 a T3). Para proporcionar um protocolo de comunicação determinística com código extra o mais baixo possível e um sistema para implementar o mesmo, o dito método é caracterizado pelas etapas de: examinar uma identidade das ditas unidades terminais (T1 a T3) pela dita unidade central (10) durante uma fase de inicialização, transmitir uma estrutura de dados predeterminada incluindo um primeiro sinal de sincronização, um endereço de unidade terminal de uma respectiva unidade terminal, um campo de carga útil e um segundo sinal de sincronização pela dita unidade central (10) por via do dito barramento mestre (14) durante uma fase de configuração; e transmitir dados de áudio através do dito barramento de dados (12) por uma da dita pluralidade de unidades terminais (T1 a T3) dentro de um intervalo de tempo de amostra de áudio que corresponda ao intervalo entre o dito primeiro sinal de sincronização e o dito segundo sinal de sincronização.