



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

(21) **PI0609889-4 A2**



* B R P I 0 6 0 9 8 8 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 17/05/2006
(43) Data da Publicação: 11/10/2011
(RPI 2127)

(51) *Int.Cl.:*
H04L 1/16
H04L 1/18

(54) **Título:** MÉTODOS PARA CONTROLAR A RETRANSMISSÃO DE UNIDADES DE DADOS EM UM SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO SEM FIO, E PARA OPERAÇÃO DE UM RECEPTOR E DE UM TRANSMISSOR

(30) **Prioridade Unionista:** 23/05/2005 US 60/683621

(73) **Titular(es):** TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON

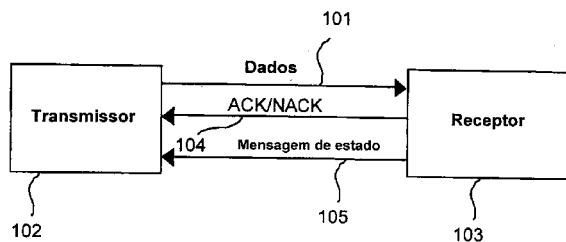
(72) **Inventor(es):** HENNING WIEMANN, Johan Torsner, Jung-fu Cheng, MATS SAGFORS, Michael Meyer

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT SE2006050130 de 17/05/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2006/126960 de 30/11/2006

(57) **Resumo:** MÉTODOS PARA CONTROLAR A RETRANSMISSÃO DE UNIDADES DE DADOS EM UM SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO SEM FIO, E PARA OPERAÇÃO DE UM RECEPTOR E DE UM TRANSMISSOR. Métodos para eficientemente controlar a retransmissão de unidades de dados em um sistema de telecomunicação sem fio. Um receptor tenta decodificar cada unidade de dados recebida. Se a unidade de dados é decodificada com sucesso, o receptor transmite realimentação positiva para o transmissor; se a unidade de dados não é decodificada com sucesso, o receptor transmite realimentação negativa para o transmissor. Em todos os casos, o transmissor emprega pelo menos um primeiro e segundo mecanismos de realimentação para transmitir a realimentação positiva e negativa. Em uma modalidade exemplar, mensagens de reconhecimento (ACK) e de não reconhecimento (NACK) são enviadas em resposta à recepção de cada unidade de dados em um primeiro canal não confiável e Mensagens de Estado identificando números de sequência de unidades de dados particulares são periodicamente transmitidas em um segundo canal confiável; o receptor preferencialmente remove unidades de dados da sua janela de transmissão somente após recepção de uma Mensagem de Estado indica decodificação com sucesso.





“MÉTODOS PARA CONTROLAR A RETRANSMISSÃO DE UNIDADES DE DADOS EM UM SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO SEM FIO, E PARA OPERAÇÃO DE UM RECEPTOR E DE UM TRANSMISSOR”

REFERÊNCIA CRUZADA PARA APLICAÇÕES RELACIONADAS

5 Esta aplicação reivindica os benefícios do Pedido de Patente U.S. Provisório nº 69/683621, depositado em 23 de Maio de 2005, a descrição da qual é incorporada aqui para referência.

CAMPO TÉCNICO DA INVENÇÃO

10 Esta invenção se refere, em geral, a comunicações sem fio e, em particular a protocolos de transmissão.

FUNDAMENTOS

Muitos protocolos de camada de enlace de comunicação suportam um transporte de dados confiável efetuando retransmissões para transmissões falhas. Transmissões falhas são reportadas através de mensagens de realimentação, tais como mensagens de reconhecimento (ACK) e de não reconhecimento (NACK) de acordo com os protocolos de (ARQ). Mecanismos de ARQ, são, em particular, importantes para transporte de mídia sem fio, mas também são aplicados para enlaces de comunicação com fio. Exemplos de mecanismos de ARQ operando através de canais sem fio incluem os protocolos de Controle de ligação por rádio (RLC) para Serviço de rádio de pacote geral (GPRS) e Acesso múltiplo por divisão de código de banda larga (WCDMA), assim como o protocolo de ARQ Híbrido (HARQ) em Alta velocidade de controle por acesso médio (MAC-hs) para Acesso por pacote de enlace descendente em alta velocidade (HSPDA). Um problema com tais protocolos é que eles não podem fornecer realimentação rápida e confiável, e uso eficiente dos recursos de rádio.

25 Alguns protocolos da técnica anterior usam um conceito simples e rápido de ACK/NACK que indica se um quadro de dados foi recebido com sucesso. Tais protocolos não fornecem números seqüenciais na

realimentação, mas em seu lugar, o transmissor e receptor, implicitamente, relacionam a realimentação à uma transmissão particular, explorando um relacionamento de tempo fixo. Isto é freqüentemente referenciado como realimentação síncrona. A vantagem de tal uma abordagem é que estes sinais curtos podem ser enviados freqüentemente já que o consumo de recursos de transmissão é relativamente baixo. Alcançar ganhos de codificação, contudo, é limitado, ou impossível, se cada ACK ou NAC é um bit único. Assim sendo, há o risco de erro de interpretação de tais bits únicos no receptor. Depressões de desvanecimento ainda aumentam a probabilidade de erro, e alcançar uma taxa de erro bem baixa pode consumir uma quantidade grande de recursos para cobrir depressões “ no pior caso ”. Assim sendo, tal sinalização também é custosa se taxas de erro bem baixas são exigidas, porque elas só podem ser alcançadas aumentando a potência de transmissão ou repetindo a informação. Contudo, uma atualização, ou retransmissão, de cada mensagem de realimentação não é possível, já que ela precisa ser alinhada no tempo com a transmissão dos dados correspondentes.

Uma outra classe de protocolos usa realimentação, ou unidades de controle (algumas vezes chamadas de Mensagens de Estado). Tais mecanismos são freqüentemente aplicados para protocolos de ARQ baseado em janelas. Unidades de realimentação podem explicitamente incluir números seqüenciais e uma verificação de soma e, por conseguinte, a confiabilidade das mensagens de realimentação pode ser confirmada. Realimentação incorretamente recebida não é usada, mas descartada no transmissor de dados. Retransmissões ou transmissões de atualizações da realimentação são usadas para assegurar que a realimentação é recebida corretamente. Deve ser notado que tais unidades de realimentação não exigem qualquer alinhamento de tempo com as unidades de dados correspondentes devido a numeração seqüencial das unidades de dados e a referência para aquelas nas unidades de realimentação. Estes tipos de mecanismos de realimentação têm a vantagem

de serem muito confiáveis; contudo, eles são, tipicamente, muito mais lentos, comparados com o mecanismo de realimentação de ACK/NACK síncrono.

Por conseguinte, o que é necessário na técnica são protocolos de retransmissão integrados que alcancem as eficiências dos protocolos de ACK/NACK convencionais, enquanto simultaneamente realizam a confiabilidade das mensagens de realimentação explícitas. Preferencialmente, tais protocolos de retransmissão integrados podem ser implementados em uma única entidade de protocolo e serem baseados nas mesmas unidades de dados de protocolo, estado e lógica de protocolo.

SUMÁRIO

Para resolver as deficiências da técnica anterior, a invenção fornece métodos, que podem ser incorporados em transmissores e receptores, para eficientemente controlar a retransmissão de unidade de dados em um sistema de telecomunicação sem fio. De acordo com os princípios da invenção, múltiplos mecanismos de realimentação complementares são usados para controlar a retransmissão. Em geral, em resposta a recepção de uma grande quantidade de unidades de dados, um receptor tenta decodificar cada unidade de dados. Se uma unidade de dados é decodificada com sucesso, o receptor transmite realimentação positiva para o transmissor; a realimentação positiva indica ao transmissor que a unidade de dados foi decodificada com sucesso pelo receptor. Se uma unidade de dados não é decodificada com sucesso, o receptor transmite realimentação negativa para o transmissor; a realimentação negativa indica ao transmissor que a unidade de dados não foi decodificada com sucesso pelo receptor. Em todos os casos, o receptor emprega pelo menos um primeiro e segundo mecanismos de realimentação para transmitir a realimentação.

O primeiro e segundo mecanismos de realimentação podem utilizar primeiro e segundo canais de rádio: o primeiro e segundo canais de rádio podem compartilhar uma frequência de portadora comum. O primeiro

canal de rádio pode ser um canal de largura de banda estreita e pode utilizar um método de transmissão não confiável; o segundo canal de rádio preferencialmente utiliza um método de transmissão confiável.

5 A realimentação positiva pode incluir uma mensagem de reconhecimento (ACK) e a realimentação negativa pode incluir uma mensagem de não reconhecimento (NACK). A realimentação positiva e negativa pode ainda incluir uma Mensagem de Estado que inclui um ou mais identificadores de posição ou números seqüências identificando umas de uma grande quantidade de unidades de dados. Uma Mensagem de Estado pode, 10 por exemplo, ser um único número seqüencial indicando a mais alta numerada de uma grande quantidade de unidade de dados recebida com sucesso, ou pode incluir o número seqüencial para cada unidade de dados que foi recebida corretamente, ou pode incluir o número seqüencial para cada unidade de dados que foi recebida corretamente, ou ambos. Mensagens de Estado podem, 15 por exemplo, ser automaticamente transmitida em resposta à recepção de um número predeterminado de unidade de dados. Alternativamente, Mensagens de Estado podem ser enviados em resposta a uma solicitação do transmissor; a solicitação pode, por exemplo, ser um marcador dentro de uma das unidades de dados.

20 Em uma modalidade exemplar, as mensagens de ACK e de NACK não incluem números seqüenciais e são transmitidas no primeiro canal de rádio usando um método de transmissão não confiável e Mensagens de Estado são transmitidas no segundo canal de rádio usando um método de transmissão confiável. As mensagens de ACK e de NACK podem ser, por 25 exemplo, únicos bits de dados e podem ser incondicionalmente transmitidas em resposta à recepção de cada uma da grande quantidade de unidade de dados. Preferencialmente, o transmissor retransmite uma unidade de dados em resposta à recepção de um NACK ou uma Mensagem de Estado indicando a não entrega ou falha em decodificar tal unidade de dados; o transmissor,

contudo, não remove a unidade de dados de sua área de armazenamento temporário de envio ao receber um ACK, mas somente em resposta a uma Mensagem de Estado indicando a decodificação com sucesso de tal unidade de dados pelo receptor. Mensagens de Estado podem incluir um valor de Verificação de redundância cíclica (CRC) através do qual o transmissor pode verificar que uma Mensagem de Estado foi corretamente recebida.

O método pode ainda incluir detectar, por um receptor, um erro na transmissão de realimentação negativa; um erro pode ser indicado pelo término de um contador de tempo antes da recepção esperada de uma unidade de dados retransmitida para a qual realimentação negativa foi enviada. No evento de detectar tal um erro, a realimentação positiva ou negativa pendente é preferencialmente retransmitida usando o segundo mecanismo de realimentação.

O precedente delineou, amplamente, os princípios da presente invenção de modo que aqueles com habilidade na técnica podem melhor entender a descrição detalhada das modalidades exemplares que seguem. Aqueles com habilidade na técnica devem apreciar que eles podem prontamente usar a concepção revelada e modalidades exemplares como uma base para projetar ou modificar outras estruturas e métodos para realizar o mesmo propósito da presente invenção. Aqueles com habilidade na técnica também devem realizar que tais construções equivalentes não fogem do espírito e escopo da invenção em sua forma mais ampla, como definido pelas reivindicações fornecidas daqui em diante.

BREVE DESCRIÇÃO DE VÁRIAS VISÕES DOS DESENHOS

Figura 1 ilustra uma representação esquemática de um protocolo de retransmissão integrado de acordo com os princípios da invenção;

Figura 2 ilustra um diagrama de fluxo de método geral do protocolo de retransmissão para um receptor;

Figura 3 ilustra um diagrama de fluxo de uma modalidade exemplar de um protocolo de retransmissão integrado, de acordo com os princípios da invenção, em um transmissor;

Figura 4 ilustra um diagrama de fluxo de uma modalidade exemplar de um protocolo de retransmissão integrado, de acordo com os princípios da invenção, em um receptor;

Figura 5 ilustra a operação da invenção com respeito a uma área de armazenamento temporário de envio de um transmissor;

Figura 6a e 6b ilustram um gráfico de seqüência de mensagens que ilustra a operação de um contador de tempo usado para detectar erros de realimentação; e

Figura 7a e 7b descrevem ainda, um gráfico de seqüência de mensagens que ilustra a operação de um contador de tempo.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A presente invenção combina as vantagens de múltiplos conceitos de sinalização de realimentação em um protocolo. Isto é, em particular, possível em uma arquitetura de rede de acesso distribuída, por exemplo, quando um protocolo de solicitação de Repetição automática (ARQ) é terminado em um estação base (ou ponto de acesso) e um terminal. em uma arquitetura de rede de acesso centralizada, a vantagem da invenção pode, por exemplo, ser alcançada em combinação como conceito de RelayARQ (ver: H. Wiemann, M. Meye, R. Ludwing, C. P. O., A Novel Multi-Hop ARQ Concept, IEEE 61st SEmiannual Vehicular Technology Convergence (VT), de 30 de maio – 1 de junho de 2005, incorporado aqui para referência). A invenção é preferencialmente implementada como um único protocolo usando dois (ou mais) formatos de realimentação específicos em dois (ou mais) mecanismos de realimentação específicos; como descrito daqui em diante, os mecanismos de realimentação podem ter características de canal diferentes em termos de confiabilidade, consumo de recursos e retardos. Além do mais,

dois (ou mais) formatos de realimentação podem usara meios diferentes para indicar o estado do receptor; por exemplo:

1. realimentação síncrona e binária (ACK/NACK) como em HS-DSCH ou E-DCH; este mecanismo se fundamenta em um relacionamento de tempo fixo entre a transmissão dos dados e a realimentação correspondente.
2. realimentação assíncrona e explícita como em RLC; uma mensagem de estado contém identificadores que explicitamente determinam as unidades de dados que a realimentação se refere, onde os identificadores podem ser números seqüenciais ou referências de tempo explícitas.

Ambos, os formatos de mensagem de realimentação indicam informação de receptor proveniente da mesma entidade de protocolo e se refere as mesmas unidade de dados de protocolo, estado de protocolo e lógica. Uma vantagem de usar dois mecanismos diferentes reportando realimentação é que a operação pode ser ajustada para as condições de rádio instantâneas e situações de erro de transmissão de modo a alcançara uma troca de realimentação eficiente de recursos de rádio, rápida e confiável.

Referenciando a FIGURA 1, é ilustrada uma representação esquemática de um protocolo de retransmissão integrado de acordo com os princípios da invenção. Unidades de dados são transmitidas 101 a partir de um transmissor 102 para um receptor 103, cada uma das quais define um parâmetro de protocolo que mantém seu próprio estado de protocolo: transmissão de dados bidirecional pode ser obtida usando um protocolo de retransmissão por par de transmissor/receptor em cada direção. Como ilustrado, dois tipos de mecanismos de realimentação são usados para indicar o estado de protocolo do receptor; um mecanismo (ARQ) de Solicitação de Repetição Automática de reconhecimentos (ACK)/não reconhecimento

(NACK) 104 e mecanismo de Mensagem de Estado 105. é assumido que o protocolo de retransmissão é um protocolo de ARQ baseado em janelas que atribui números seqüenciais para a unidade de dados de protocolo. Os números seqüenciais especificamente identificam cada unidade de dados de protocolo e podem ser usados para sinalizar que unidades de dados foram recebidas corretamente e quais devem ser retransmitidas.

Para o mecanismo de realimentação de ACK/NACK, pode haver cenários com mais do que uma unidade de dados por intervalo de tempo (e. g. MIMO). Em tais modalidades, pode haver um bit de realimentação por unidade de dados ou, alternativamente, um bit por um número pré-definido de unidades de dados. Uma alternativa é usar mais do que um bit por unidade de dados, mas ainda realimentação síncrona.

Referenciando agora à FIGURA 2, continuando com referência à FIGURA 1, é ilustrado um diagrama de fluxo do método geral do protocolo de retransmissão para o receptor 102. Em geral, em resposta à recepção de uma grande quantidade de unidades de dados (Etapa 201), o receptor 102 tenta decodificar cada unidade de dados (Etapa 202) e transmitir realimentação (Etapa 204), como uma função de tal decodificação, para o transmissor 102. Se a unidade de dados é decodificada com sucesso (Etapa 203), o receptor transmite realimentação positiva para o transmissor (Etapa 204a); a realimentação positiva indica para ao transmissor que a unidade de dados foi decodificada com sucesso pelo receptor. Se a unidade de dados não é decodificada com sucesso (Etapa 203), o receptor transmite realimentação negativa para o transmissor (Etapa 204b); a realimentação negativa indica para ao transmissor que a unidade de dados não foi decodificada com sucesso pelo receptor. em todos os caso, como descrito daqui em diante, o transmissor 102 seleciona um mecanismo de realimentação (Etapa 205) e transmite a realimentação usando um ou mais mecanismos de realimentação (Etapas 206a, 206b).

Referenciando agora à FIGURA 3 e 4 (continuando com referência às FIGURAS 1 e 2), são ilustrados os diagramas de fluxo de um modalidade exemplar de um protocolo de retransmissão integrado, de acordo com os princípios da invenção, para o transmissor 102 e receptor 103, respectivamente. De modo a reduzir retardos de transmissão, é desejável para o receptor 103 conhecer assim que possível se uma transmissão ocorreu com sucesso. Por conseguinte, em uma modalidade preferida, para cada unidade de dados transmitida (Etapa 101) pelo transmissor 102, o receptor 103 transmite realimentação (Etapa 204). Nesta modalidade, realimentação de ACK/NACK síncrona é transmitida (Etapa 401) pelo receptor 103 em resposta a recepção de cada unidade de dados. Após o receptor ter tentado decodificar um unidade de dados (Etapa 202), ele envia ou um ACK se ela foi decodificada com sucesso (Etapa 204a) ou um NACK indicando que a decodificação não foi com sucesso (Etapa 204b). Se o transmissor 102 recebe um NACK (Etapa 301), ele retransmite a unidade de dados correspondente (Etapa 302); contudo ele não remove a unidade de dados de c.

Alguns protocolos de ARQ sem fio não sinalizam explicitamente o número seqüencial de uma unidade de dados, mas se baseiam em uma estrutura de tempo fixo, significando que o transmissor sabe a que transmissão a realimentação pertence. Por exemplo, assumindo um comprimento de quadro fixo, o transmissor espera realimentação para uma unidade de dados enviada, em x quadro em $x + 4$ quadros. Contudo, já que a informação de realimentação é associada com o tempo de transmissão da realimentação, o estado para uma unidade de dados dada somente pode ser indicado uma vez e não é possível repetir a indicação para recuperar a partir dos sinais de realimentação errados ou perdidos.

De acordo com os princípios da invenção, um primeiro mecanismo de realimentação é usado para transmitir a realimentação de ACK/NACK, e pode utilizar um formato de realimentação bem estreito, baixo

custo (em termos de recursos de rádio), mas relativamente não confiável. Um segundo mecanismo de realimentação pode ser usado para enviar realimentação adicional baseado nas mensagens explícitas de realimentação (Mensagem de Estado) e, preferencialmente, utiliza um formato de realimentação mais confiável. Assim sendo, como mostrado na FIGURA 4, o receptor 103, em adição a transmitir mensagens de ACK/NACK para cada unidade de dados recebida, também transmite Mensagens de Estado periódicas (Etapa 402).

Cada Mensagem de Estado contém um ou mais identificadores de posição seqüencial, que pode ser um número seqüencial associado com cada unidade de dados particular ou uma referência de tempo explícita referenciando a um intervalo de tempo no qual uma tentativa de transmissão foi detectada pelo receptor; tais Mensagens de Estado informam ao transmissor sobre o estado de recepção dos dados identificados pelos mencionados identificadores de posição acima. A vantagem de usar um número seqüencial ou uma referência de tempo explícita como um ponto de referência é que não há requisitos de tempo rigorosos para a transmissão da realimentação. Mesmo se esta mensagem de estado assíncrona é atrasada por uns poucos quadros, ela pode ainda ser interpretada pelo transmissor 102 já que ela inclui um ponto de referência. Isto implica que Mensagens de Estado consecutivas podem conter informação sobre as mesmas unidades de dados, que aumenta a confiabilidade do protocolo já que a mensagem de estado perdida somente causa algum atraso adicional.

Uma Mensagem de Estado pode, por exemplo, indicar que até um número de seqüência dado explicitamente ou que tempo de transmissão, todas as unidades de dados tenham sido corretamente recebidas; tal uma Mensagem de Estado pode ser referenciada com um reconhecimento acumulativo. Alternativamente, uma Mensagem de Estado pode incluir uma lista de unidades de dados que tenham sido recebidas corretamente ou

incorretamente. A lista de unidades de dados pode ser comprimida na forma de um mapa de bits para mais eficiência de transmissão. Em adição, as Mensagens de Estado podem incluir um valor de Verificação Redundante Cíclica (CRC) para assegurar que somente informação de estado recebida
5 corretamente é usada para manipular a janela do transmissor. Quando o transmissor 102 recebe uma Mensagem de Estado indicando a decodificação com sucesso de uma ou mais unidades de dados (Etapa 303), ele então remove tais unidades de dados identificadas de sua área de armazenamento temporário de envio (Etapa 304).

10 Em uma modalidade exemplar, as Mensagens de Estado são transmitidas em um segundo canal de rádio o qual pode usar mais codificação eficiente já que as mensagens são maiores. Contudo, alinhamento de tempo não é necessário. Além do mais, a taxa de erro dessas mensagens pode ser diferente do que àquela transmitida sobre o primeiro canal.

15 Uma vantagem particular da invenção é que ambos os mecanismos de realimentação podem ser fornecidos por uma entidade de protocolo e baseadas no mesmo estado de protocolo. Isto significa que ambos baixo atraso e alta confiabilidade podem ser alcançados enquanto consumindo um mínimo de recurso para transmitir a realimentação. em adição, existe a
20 possibilidade de estratégias de realimentação adaptativa dependendo das condições de rádio e/ou padrões de erros. O protocolo de retransmissão integrado também pode produzir taxas de erro mais baixas comparadas com um protocolo de ARQ sincronizado e correção de erro mais rápida comparada com um protocolo baseado em janela assíncrono/ambos ganhos podem ser
25 alcançados com um baixo nível de consumo de recursos para a realimentação.

Já que ambas as mensagens de realimentação sinalizam informação pertencendo ao mesmo estado de protocolo, é possível que os sinais de NACK síncronos são exclusivamente usados para acionar retransmissões, mas ACKs não acionam a remoção de dados da área de

armazenamento temporário de envio do transmissor, Isto é devido ao fato que mensagens de ACK/NACK de 1 bit não são confiáveis, i. e., o transmissor 102 pode facilmente interpretar um NACK como sendo um ACK. Se o transmissor 102 avança sua janela de transmissão ou remove unidades de dados de sua área de armazenamento temporário de envio devido a tais erros de interpretação, o resultado seria a perda de dados irrecuperáveis. Por conseguinte, somente as Mensagens de Estado confiáveis devem ser usadas para acionar a remoção de unidades de dados da área de armazenamento temporário de envio do transmissor (FIGURA 3; Etapas 303, 304); isto é ilustrado na FIGURA 5.

Figura 5 ilustra a operação da invenção com respeito à área de armazenamento temporário de envio do transmissor. O transmissor 102 inclui uma área de armazenamento temporário de envio que mantém unidades de dados transmitidas. Como ilustrado, a unidade de dados D1 é transmitida primeiramente, seguida das unidades, D2, D3 e D4. Como cada unidade de dados é transmitida é armazenada na área de armazenamento temporário de envio; assim sendo, unidades de dados D1 até D4 estão armazenadas na área de armazenamento temporário de envio após a transmissão da unidade de dados D4. No receptor, cada unidade de dados é decodificada e um ACK ou NACK é transmitido de volta para o receptor. Por exemplo, como ilustrado na FIGURA 5, a unidade de dados D1 é decodificada com sucesso e, por conseguinte, um reconhecimento (ACK) A1 é transmitido de volta para o transmissor. A unidade de dados D2, contudo, não é decodificada com sucesso e um não reconhecimento (NACK) N2 é enviado para o transmissor, acionando a retransmissão da unidade de dados D2. As unidades de dados D3 e D4 também são decodificadas com sucesso e, por conseguinte, ACKs A3 e A4 são transmitidos de volta para o transmissor. Neste ponto, as unidades de dados D1 até D4 ainda estão na área de armazenamento temporário de envio. A seguir, uma Mensagem de Estado 501 é recebida; a mensagem de estado

identifica o estado de decodificação sem sucesso da unidade de dados D2 como não reconhecida (N). Por causa da natureza confiável da Mensagem de Estado, o transmissor agora pode remover as unidades de dados D1, D3 e D4 de sua área de armazenamento temporário de envio, deixando somente a
5 unidade de dados D2. No exemplo ilustrado, a decodificação da unidade de dados D2 retransmitida foi com sucesso e um ACK A2 é enviado para o transmissor. Contudo, a unidade de dados D2 não é removida de sua área de armazenamento temporário de envio até a recepção subsequente da Mensagem de Estado 502 indicando que a decodificação com sucesso da
10 unidade de dados D2; no exemplo ilustrado, a área de armazenamento temporário de envio então fica vazia.

Como descrito acima, a realimentação de ACK e NACK pode ser de 1 bit. Contudo, um problema potencial com uso de mensagens de reconhecimento de 1 bit é que um NACK pode ser recebido incorretamente
15 como sendo um ACK; i. e., o receptor 103 não recebe uma unidade de dados corretamente e responde com um sinal de NACK, mas o transmissor 102 interpreta este sinal com um ACK e incorretamente assume que os dados foram recebidos corretamente. Assumindo que o protocolo é operado de modo assíncrono (i. e., retransmissões não são enviadas com uma
20 compensação fixa para a recepção de um NACK), o receptor 103 agora irá saber quando esperar uma retransmissão da unidade de dados recebida incorretamente; assim sendo, é impossível para o receptor detectar imediatamente que um erro de NACK para ACK ocorreu. Para resolver esse problema, um contador de tempo no receptor pode ser usado, o qual é iniciado
25 na recepção de uma transmissão sem sucesso; alternativamente, o contador de tempo pode ser iniciado quando o NACK correspondente é transmitido ou em eventos relacionados similares. O contador de tempo é parado se a retransmissão esperada é recebida e os dados podem ser decodificados com sucesso. Contudo, o contador de tempo é reiniciado, se a retransmissão é

recebida e os dados ainda não são decodificados; i. e., os erros de transmissão persistem. Um erro na transmissão da realimentação é indicado se o contador de tempo expira antes da retransmissão esperada ser recebida. Quando desse tal erro, a realimentação é então retransmitida, usando um segundo mecanismo de realimentação. Além do mais, se novos dados são recebidos no lugar da retransmissão esperada, o receptor retransmite a realimentação usando um segundo formato de realimentação e para o contador de tempo.

Mostrados nas FIGURAS 6a e 6b estão os gráficos de seqüência de mensagem que ilustra a operação do contador de tempo. FIGURA 6a descreve o caso quando um erro de transmissão ocorre mas o NACK é corretamente recebido; o contador de tempo é iniciado mas a retransmissão chega como esperado e o contador de tempo é cancelado. FIGURA 6b descreve o caso quando um erro de transmissão ocorre e o NACK não é corretamente recebido no transmissor; i. e., o transmissor interpreta o NACK como sendo um ACK. Porque o transmissor acredita que nenhuma ação adicional é requerida, ele não retransmite a unidade de dados como esperado pelo receptor e o contador de tempo eventualmente expira. Quando o contador de tempo expira, uma outra mensagem de realimentação é enviada para o transmissor para solicitar uma retransmissão. Esta mensagem de realimentação deve ser enviada usando um método confiável; a mensagem deve incluir informação sobre que unidade de dados retransmitir e também um mecanismo, tal como um valor de CRC, para assegurar que seja corretamente interpretada no transmissor. Um vez que a mensagem de realimentação é recebida e o transmissor sabe que uma unidade de dados não foi entregue com sucesso, ele retransmite a unidade de dados identificada. Sintonizando agora nas FIGURAS 7a e 7b, descritas estão ainda os gráficos de seqüência de mensagem que ilustram a operação do contador de tempo. 7a ilustra um caso onde nenhum erro de NACK para ACK ocorre, mas a retransmissão não é suficiente para decodificar com sucesso a unidade de

dados de dados e um segundo NACK é transmitido. O contador de tempo é reiniciado e uma nova retransmissão é esperada; uma vez que a transmissão é feita com sucesso, o contador de tempo é cancelado. Finalmente, FIGURA 7b ilustra um caso onde um erro de NACK para ACK ocorre para uma primeira
5 unidade de dados. Por que o transmissor acredita que a primeira unidade de dados foi recebida com sucesso, uma segunda unidade de dados é transmitida. Neste caso, o receptor detecta que uma nova unidade de dados foi enviada no lugar da retransmissão esperada. Neste caso, porque o receptor não pode esperar uma retransmissão para a primeira unidade de dados, ele parará o
10 contador de tempo e uma mensagem de realimentação confiável é enviada para solicitar retransmissão da primeira unidade de dados.

Os princípios da invenção podem ser modificados de acordo com certas características adicionais. Em uma modalidade alternativa, o segundo formato de realimentação pode somente ser enviado para dados
15 (fluxos) que require alta confiabilidade. Em uma outra modalidade, a transmissão de Mensagens de Estado pode ser acionada dependendo da confiabilidade da realimentação de ACK/NACK. Baseada na decodificação da realimentação de ACK/NACK, o transmissor pode determinar a confiabilidade das mensagens de ACK/NACK. Para ACKs (‘ certos ’) bem
20 confiáveis, pode não haver necessidade de enviar qualquer Mensagens de Estado; em tais casos, a janela do transmissor e do receptor podem se avançadas sem qualquer Mensagens de Estado de nível mais alto. Contudo, quando da recepção de um ACK/NACK “ incerto ”, o transmissor pode enviar um solicitação de Mensagem de Estado para atualizar seu estado de protocolo
25 com mais realimentação confiável. Em uma modalidade, um “ enquête ” por uma Mensagem de Estado é realizada dentro da sinalização para o ARQ (e. g., usando sinalização fora de banda), para alcançar uma solicitação rápida de estado. Como uma alternativa, a enquête poderia ser indicada com um marcador em uma unidade de dados.

Quando um NACK é recebido, uma unidade de dados correspondente é preferencialmente retransmitida imediatamente para minimiza retardos. Contudo, no caso em que a confiabilidade da mensagem de NACK é baixa (que pode ser determinada das métricas de decodificação), há um risco que a retransmissão seja desnecessária, levando a uma eficiência reduzida. Para tratar esse problema, o receptor pode efetuar retransmissões imediatas somente se os NACKs recebidos tiverem uma confiabilidade cima de um certo limite. Se a confiabilidade estiver abaixo do limite, a unidade de dados pode ser armazenada temporariamente até a recepção de uma Mensagem de Estado confiável contendo uma indicação de confiável de se a unidade de dados deve ser retransmitida. Esta característica pode de forma vantajosa ser combinada com a característica de enquete descrita anteriormente para ACKs não confiáveis para alcançar transmissão dentro do tempo de uma Mensagem de Estado. O limite para efetuar uma retransmissão baseada na realimentação “ incerta ” pode ser adaptada para aa carga do sistema de modo que um limite de confiabilidade mais alto é usado durante carga de sistema alta quando os recursos são limitados.

Considerando que ambas as mensagens de realimentação de ACK/NACK e de Mensagem de Estado fornecem informação sobre as mesmas unidades de dados, há um risco de múltiplas retransmissões da mesma unidade de dados. Se a realimentação de ACK/NACK faz com que certas unidades de dados sejam retransmitidas, é possível que a retransmissão não seja completada pelo transmissor quando uma Mensagem de Estado é enviada para ao receptor (ou unidades de dados foram retransmitidas mas ainda não recebidas e processadas pelo receptor). Neste caso, as mesmas unidades de dados de protocolo podem ser solicitadas para retransmissão em uma segunda vez pela Mensagem de Estado, levando a retransmissões desnecessárias. Este problema pode ser solucionado incluindo uma referência de tempo (e. g. número de quadro) na Mensagem de Estado; a referência de

tempo indica até que ponto no tempo (i. e., que quadros), unidades de dados recebidas foram consideradas quando a Mensagem de Estado foi transmitida. Quando o transmissor recebe a Mensagem de Estado, ele pode determinar que quaisquer unidades de dados que foram retransmitidas (ou solicitadas, para serem retransmitidas, através da realimentação de ACK/NACK) após o tempo 5 indicado (i. e., quadro) não devem ser retransmitidas se elas são solicitadas no Status Relatório de Estado.

Finalmente, considerando que ambos os tipos de mensagens de realimentação se referem ao mesmo estado de protocolo, é possível avaliar a taxa de erro da realimentação de ACK/NACK comparando-a com a realimentação de Mensagem de Estado recebida completamente com sucesso. A taxa de erro determinada para a realimentação de ACK/NACK pode ser usada com um indicador de se a sinalização deve ser modificada, por exemplo, adaptando parâmetros de transmissão como potência de 10 transmissão, diversidade, etc. Para este propósito, um sinal pode ser enviado do transmissor para o receptor para informá-lo que tais parâmetros de 15 transmissão devem ser adaptados.

Embora a presente invenção tenha sido descrita em detalhe, aqueles com habilidade na técnica irão conceber várias trocas, substituições e 20 alterações nas modalidades exemplares descritas aqui sem fugir do espírito e escopo da invenção em sua forma mais ampla. As modalidades exemplares aqui apresentadas ilustram os princípios da invenção e não são pretendidas de serem exaustivas ou de limitar a invenção para a forma revelada; é pretendido que o escopo da invenção seja definido pelas reivindicações aqui anexadas, e 25 seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar a retransmissão de unidades de dados em um sistema de telecomunicação sem fio, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 receber uma grande quantidade de unidades de dados provenientes de um transmissor em um receptor;

 em resposta a recepção de cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados, tentar decodificar mencionada unidade de dados no mencionado receptor, e

10 se mencionada unidade de dados é decodificada com sucesso, transmitir realimentação positiva proveniente do mencionado receptor para o mencionado transmissor, a mencionada realimentação positiva indicando para o mencionado transmissor que a mencionada unidade de dados foi decodificada com sucesso pelo mencionado receptor; ou,

15 se mencionada unidade de dados não é decodificada com sucesso, transmitir realimentação negativa proveniente do mencionado receptor para o mencionado transmissor, a mencionada realimentação negativa indicando para o mencionado transmissor que a mencionada unidade de dados foi decodificada com sucesso pelo mencionado receptor; e,

20 selecionar um primeiro ou um segundo mecanismo de realimentação para transmitir mencionada realimentação positiva ou negativa, onde mencionados mecanismos de realimentação diferem pelo menos em termos de características de canal.

25 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que mencionada realimentação positiva compreende uma mensagem de reconhecimento (ACK) e que realimentação negativa compreende uma mensagem de não reconhecimento (NACK).

 3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que mencionadas mensagens de ACK e NACK consistem de um único

bit de dados como realimentação síncrona.

4. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que uma das mencionadas mensagens de ACK e NACK é transmitida incondicionalmente em resposta à recepção de cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que primeiro e segundo mecanismos de realimentação utilizam primeiro e segundo canais de rádio.

6. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa de transmitir uma Mensagem de Estado proveniente do mencionado receptor para o mencionado transmissor, mensagem de estado compreendendo informação explícita identificando uma da mencionada grande quantidade de mencionadas unidades de dados.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionada informação explícita compreende uma ou mais referências de tempo explícitas.

8. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionada informação explícita compreende uma ou mais números seqüenciais de unidade de dados.

9. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionadas mensagens de ACK e NACK são transmitidas em um primeiro canal de rádio e mencionada Mensagem de Estado é transmitida em um segundo canal de rádio.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que mencionado primeiro mecanismo de realimentação utiliza um método de transmissão não confiável.

11. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que mencionado segundo mecanismo de realimentação utiliza um método de transmissão confiável.

12. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que mencionados primeiro e segundo canais de rádio utilizam uma frequência de portadora comum.

5 13. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado é transmitida em resposta à recepção de um número predeterminado da mencionada grande quantidade de unidades de dados ou após um predeterminado intervalo de tempo.

10 14. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado é enviada em resposta a uma solicitação proveniente do mencionado transmissor.

15 15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que mencionada solicitação proveniente do mencionado transmissor compreende um marcador dentro de uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados.

16 16. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um único identificador de posição seqüencial indicando a mais alta numerada de uma grande quantidade de mencionada unidade de dados recebida com sucesso na seqüência.

20 17. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um identificador de posição seqüencial para cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados que foi recebida corretamente.

25 18. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um identificador de posição seqüencial para cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados que foi recebida incorretamente.

19. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um valor de

Verificação de redundância cíclica (CRC) através do qual mencionado transmissor pode verificar que mencionada Mensagem de Estado é corretamente recebida.

5 20. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado
pelo fato de que mencionado transmissor não remove a unidade de dados de sua área de armazenamento temporário de envio em resposta à recepção de uma mensagem de reconhecimento (ACK), mas remove tal unidade de dados transmitida de sua área de armazenamento temporário de envio em resposta a uma Mensagem de Estado indicando a decodificação com sucesso da
10 mencionada unidade de dados pelo mencionado receptor.

21. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que mencionado transmissor retransmite uma unidade de dados em resposta à recepção de mencionada realimentação negativa.

15 22. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de compreender a etapa de detectar, pelo mencionado receptor, um erro na transmissão de mencionada realimentação negativa.

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que mencionada detecção é baseada na recepção de uma unidade de dados outra do que uma unidade de dados retransmitida esperada.

20 24. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que mencionada detecção é baseada no término de um contador de tempo antes da recepção de uma unidade de dados retransmitida esperada para a qual mencionada realimentação negativa foi enviada.

25 25. Método de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que mencionada realimentação positiva e negativa é transmitida usando segundo mecanismo de realimentação em resposta ao término do mencionado contador de tempo.

26. Método para operação de um receptor para uso em um sistema de telecomunicação sem fio, mencionado receptor operativo para

controlar a retransmissão de unidades de dados recebidas, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 receber uma grande quantidade de unidades de dados provenientes de um transmissor, cada uma das mencionadas unidades de dados compreendendo um número seqüencial;

tentar, em resposta a recepção de cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados, decodificar cada mencionada unidade de dados, e

10 se mencionada unidade de dados é decodificada com sucesso, transmitir uma mensagem de reconhecimento (ACK) para mencionado transmissor, mencionada ACK indicando para o mencionado transmissor que a mencionada unidade de dados foi decodificada com sucesso pelo mencionado receptor; ou,

15 se mencionada unidade de dados não é decodificada com sucesso, transmitir uma mensagem de não reconhecimento (NACK) para mencionado transmissor, mencionada NACK indicando para o mencionado transmissor que a mencionada unidade de dados não foi decodificada com sucesso pelo mencionado receptor;

20 onde mencionada ACK ou NACK é transmitida para mencionado transmissor em um primeiro canal de rádio; e

25 transmitir uma Mensagem de Estado para mencionado transmissor em um segundo canal de rádio, mencionada mensagem de estado compreendendo um ou mais identificadores de posição seqüencial correspondendo a mencionada grande quantidade de mencionadas unidades de dados.

27. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionadas mensagens de ACK e NACK consistem de um bit único.

28. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado

pelo fato de que mencionado primeiro canal de rádio utiliza um método de transmissão não confiável.

5 29. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionado segundo canal de rádio utiliza um método de transmissão confiável.

30. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado é automaticamente transmitida em resposta a recepção de um número predeterminado da mencionada grande quantidade de unidades de dados.

10 31. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado é enviada em resposta a uma solicitação proveniente do mencionado transmissor.

15 32. Método de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que mencionada solicitação proveniente do mencionado transmissor compreende um marcador dentro de uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados.

20 33. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um único identificador de posição seqüencial indicando a mais alta numerada de uma mencionada grande quantidade de unidades de dados recebida com sucesso na seqüência.

25 34. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende os identificadores de posição seqüencial para cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados que foi recebida corretamente.

35. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende os identificadores de posição seqüencial para cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados que foi recebida incorretamente.

36. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um valor de Verificação de redundância cíclica (CRC) através do qual mencionado transmissor pode verificar que mencionada Mensagem de Estado é corretamente recebida.

37. Método para operação de um transmissor para uso em um sistema de telecomunicação sem fio, mencionado transmissor operativo para seletivamente retransmitir unidades de dados, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

10 temporariamente armazenar uma grande quantidade de unidades de dados a serem transmitidos para um receptor em uma área de armazenamento temporário de envio;

15 transmitir mencionada grande quantidade de unidades de dados para mencionado receptor, cada uma das mencionadas unidades de dados compreendendo um número seqüencial;

20 receber mensagens de reconhecimento mensagem de reconhecimento (ACK) e de não reconhecimento (NACK) provenientes do mencionado receptor em um primeiro canal de rádio, onde mencionado receptor, em resposta a recepção de cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados, tenta decodificar mencionadas unidades de dados no mencionado receptor, e:

25 se mencionada unidade de dados é decodificada com sucesso, transmite uma mensagem de reconhecimento (ACK), mencionada ACK indicando para o mencionado transmissor que a mencionada unidade de dados foi decodificada com sucesso pelo mencionado receptor; ou,

se mencionada unidade de dados não é decodificada com sucesso, transmitir uma mensagem de não reconhecimento (NACK), mencionada NACK indicando para o mencionado transmissor que a mencionada unidade de dados não foi decodificada com sucesso pelo

mencionado receptor;

receber uma Mensagem de Estado proveniente do mencionado receptor em um segundo canal de rádio, mensagem de estado compreendendo um ou mais identificadores de posição seqüencial correspondendo a mencionada grande quantidade de mencionadas unidades de dados.

onde mencionado transmissor remove uma unidade de dados transmitida de sua mencionada área de armazenamento temporário de envio somente em resposta a uma Mensagem de Estado indicando a decodificação com sucesso de mencionada unidade de dados pelo mencionado receptor.

10 38. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionadas mensagens de ACK e NACK consistem de um bit único.

15 39. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionadas mensagens de ACK e NACK não incluem mencionados identificadores de posição seqüencial.

40. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionado primeiro canal de rádio utiliza um método de transmissão não confiável.

20 41. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionado segundo canal de rádio utiliza um método de transmissão confiável.

42. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado é recebida em resposta à solicitação proveniente do mencionado transmissor.

25 43. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que mencionado transmissor compreende um marcador dentro de uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados.

44. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um único

identificador de posição seqüencial indicando a mais alta numerada de uma mencionada grande quantidade de unidades de dados recebida com sucesso na seqüência.

5 45. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende os identificadores de posição seqüencial para cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados que foi recebida corretamente.

10 46. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende os identificadores de posição seqüencial para cada uma da mencionada grande quantidade de unidades de dados que foi recebida incorretamente.

15 47. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionada Mensagem de Estado compreende um valor de Verificação de redundância cíclica (CRC) através do qual mencionado transmissor pode verificar que mencionada Mensagem de Estado é corretamente recebida.

20 48. Método de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de que mencionado receptor retransmite uma unidade de dados em resposta a recepção de uma mensagem de NACK correspondente ou uma Mensagem de Estado indicando a não entrega ou falha em decodificar tal unidade de dados.

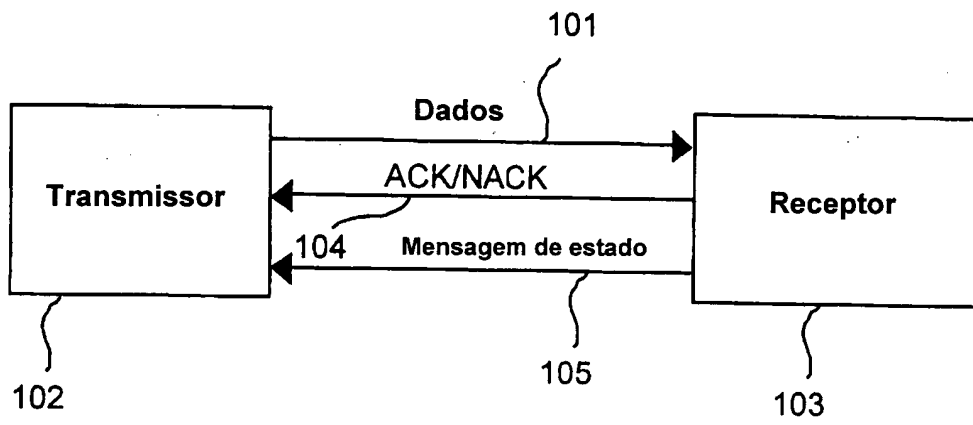


Fig. 1

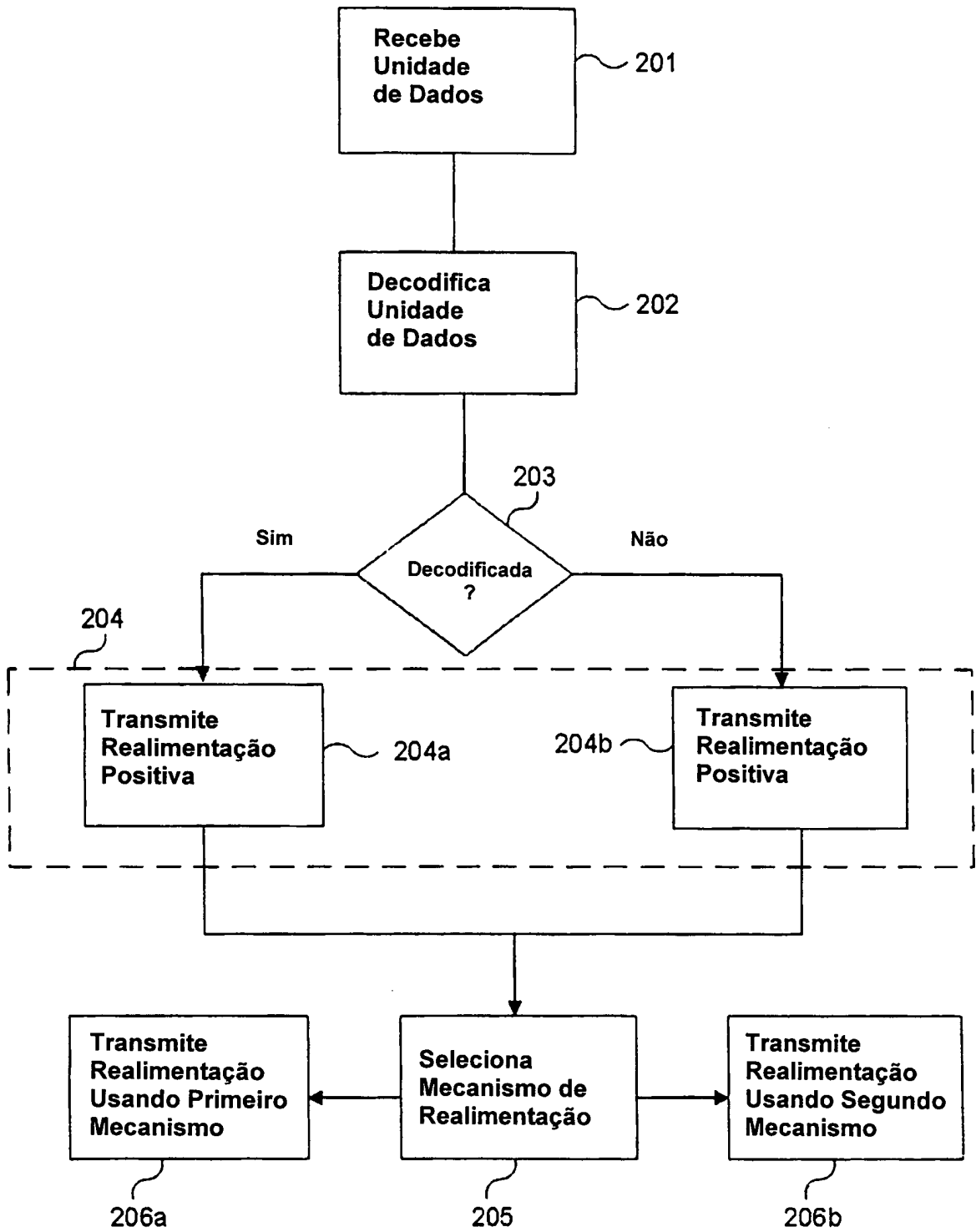


Fig 2

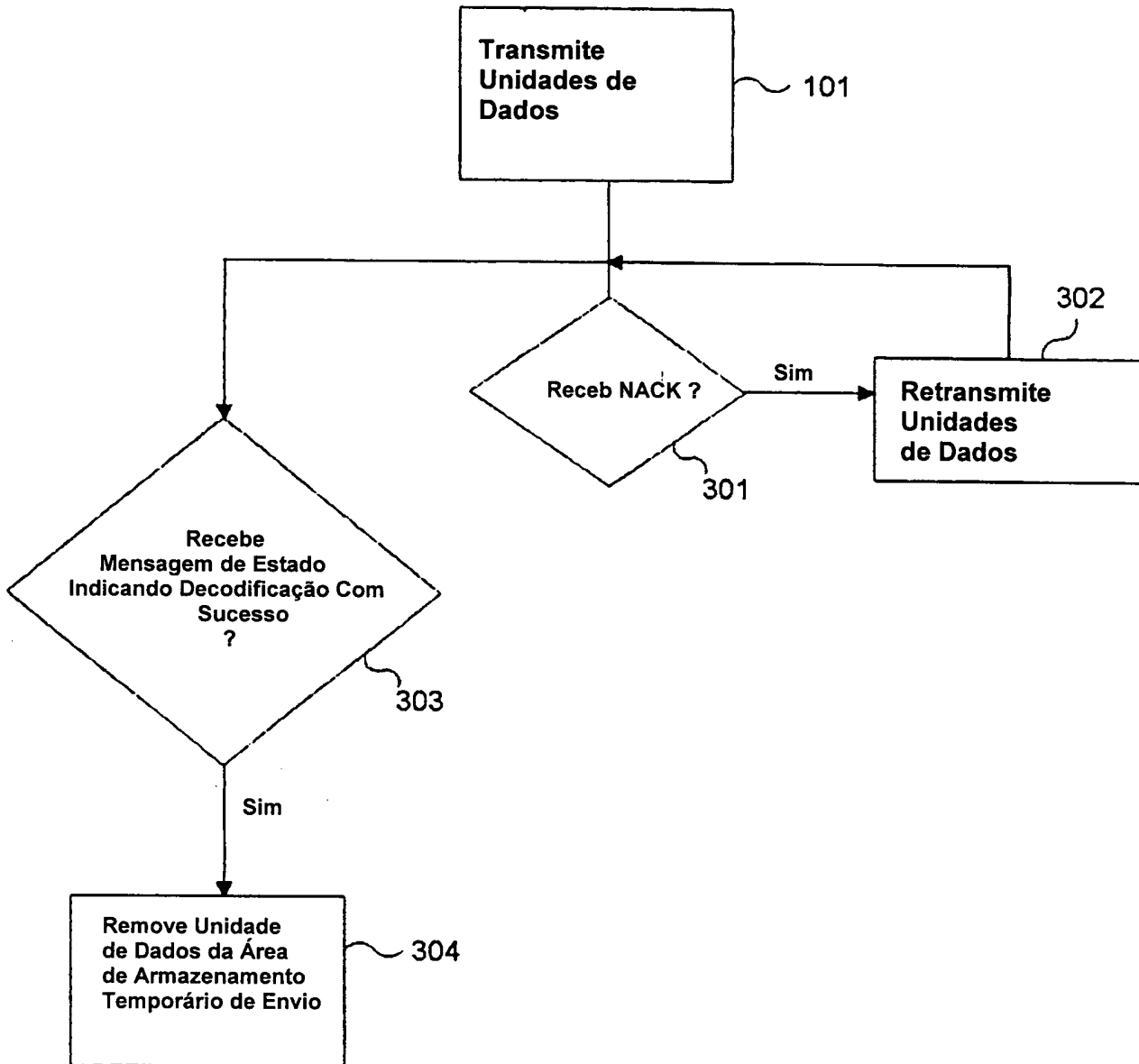


Fig 3

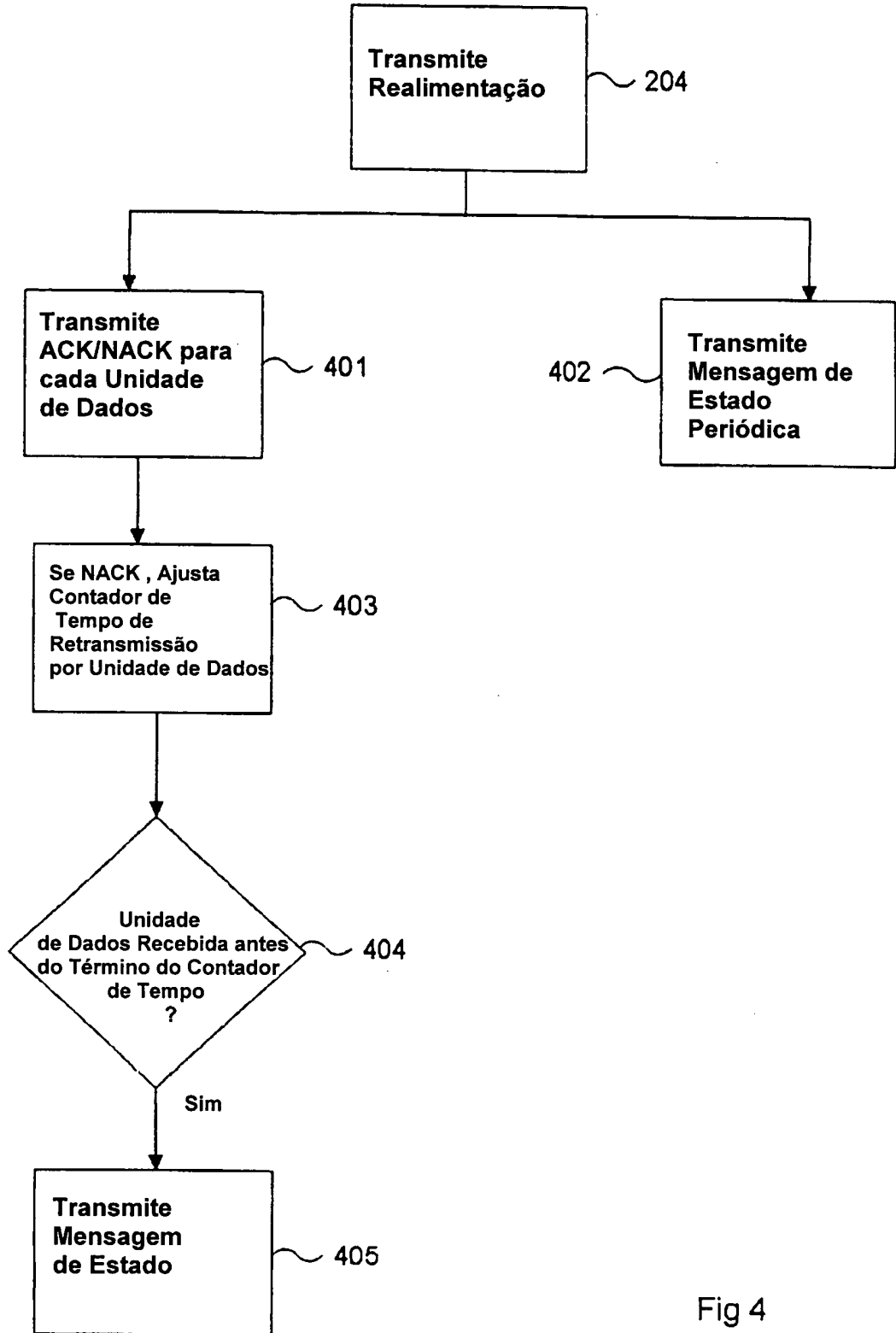


Fig 4

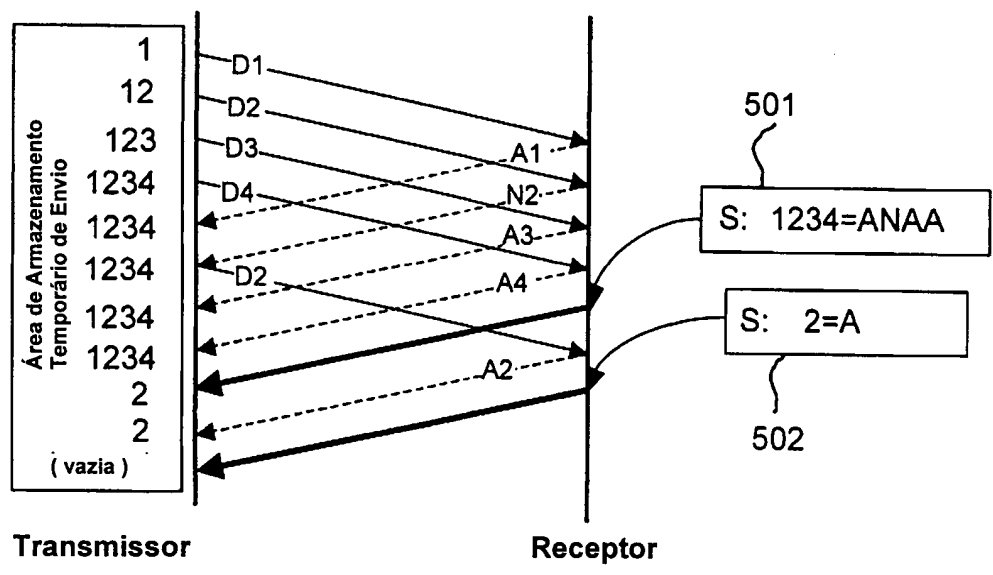


Fig. 5

Fig 6a

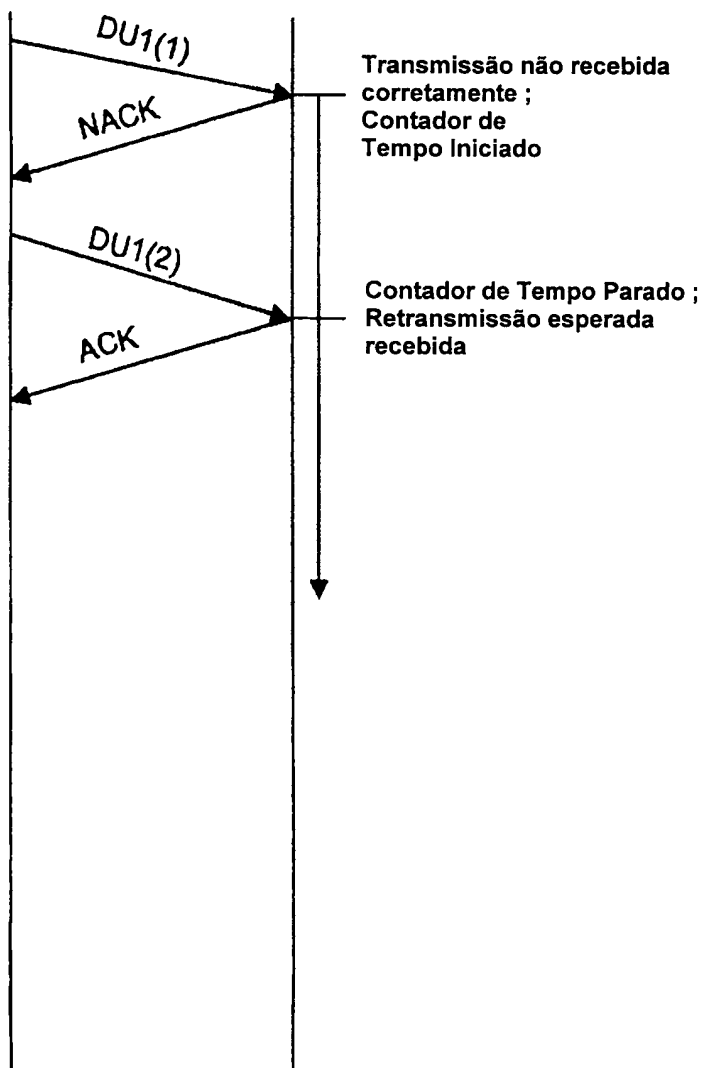


Fig 6b

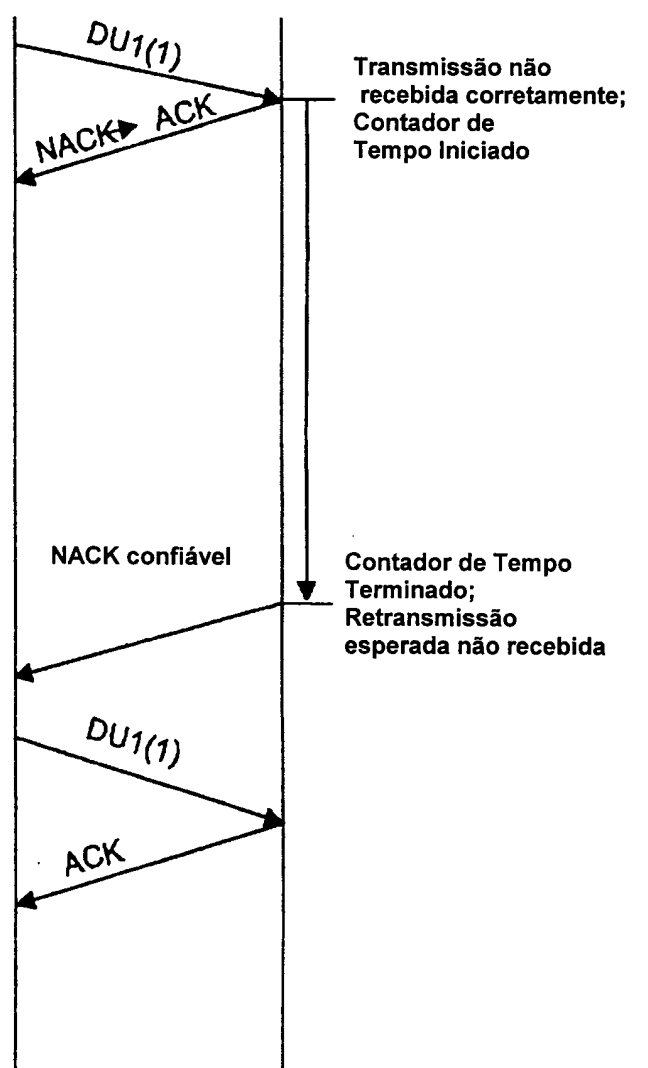


Fig 7a

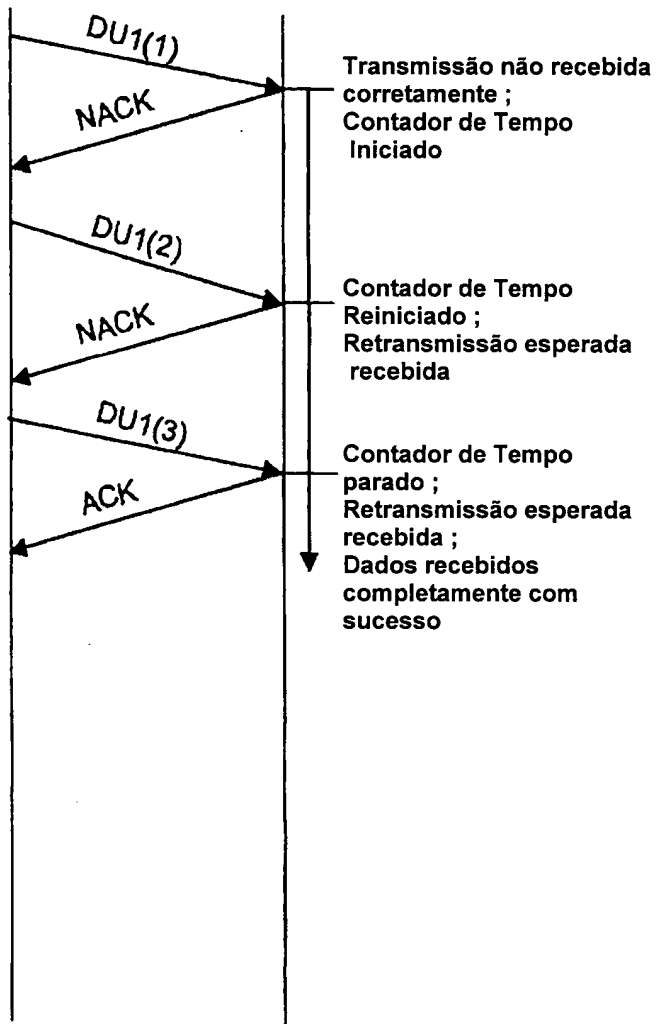
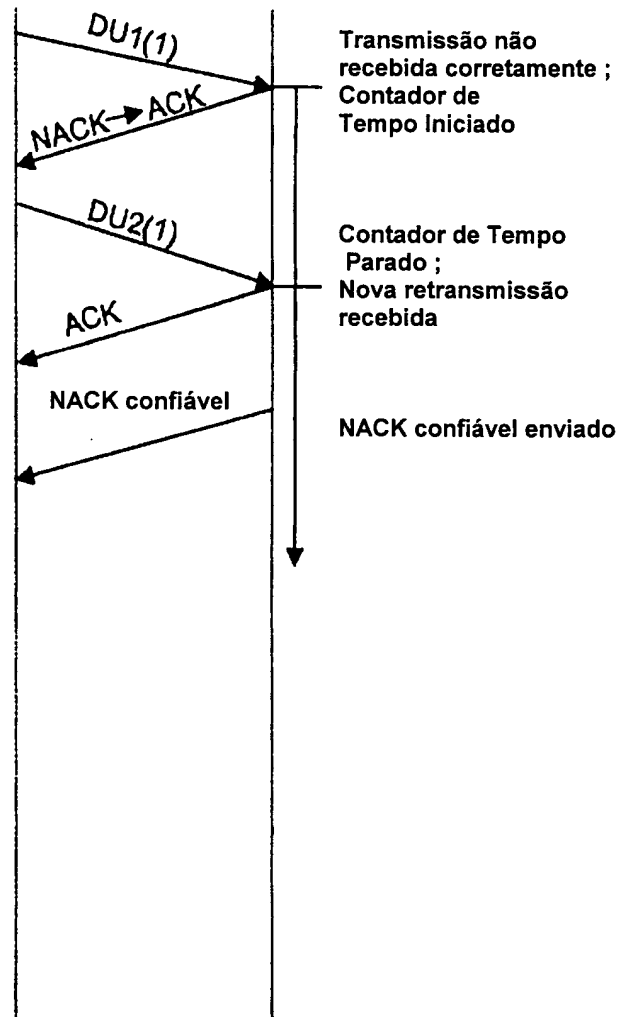


Fig 7b



RESUMO

“MÉTODOS PARA CONTROLAR A RETRANSMISSÃO DE UNIDADES DE DADOS EM UM SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÃO SEM FIO, E PARA OPERAÇÃO DE UM RECEPTOR E DE UM TRANSMISSOR”

5 Métodos para eficientemente controlar a retransmissão de unidades de dados em um sistema de telecomunicação sem fio. Um receptor tenta decodificar cada unidade de dados recebida, Se a unidade de dados é decodificada com sucesso, o receptor transmite realimentação positiva para o transmissor; se a unidade de dados não é decodificada com sucesso, o receptor transmite realimentação negativa para o transmissor. Em todos os casos, o transmissor emprega pelo menos um primeiro e segundo mecanismos de realimentação para transmitir a realimentação positiva e negativa. Em uma modalidade exemplar, mensagens de reconhecimento (ACK) e de não reconhecimento (NACK) são enviadas em resposta à recepção de cada unidade de dados em um primeiro canal não confiável e Mensagens de Estado identificando números de seqüência de unidades de dados particulares são periodicamente transmitidas em um segundo canal confiável; o receptor preferencialmente remove unidades de dados da sua janela de transmissão somente após recepção de uma Mensagem de Estado indica decodificação com sucesso.

10

15

20