

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

(21) **PI0609338-8 A2**



(22) Data de Depósito: 21/03/2006
(43) Data da Publicação: 16/03/2010
(RPI 2045)

(51) *Int.Cl.:*
H04L 1/18 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA MELHORAR SEGURANÇA EM TRANSMISSÃO DE DADOS EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO**

(30) Prioridade Unionista: 21/03/2005 US 11/086.957

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED

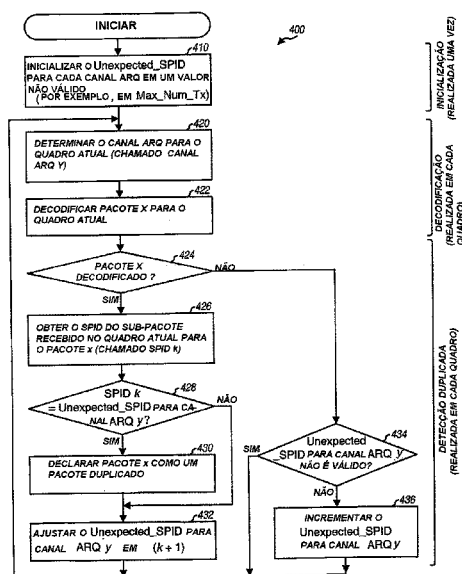
(72) Inventor(es): Avinash Jain, Stein A. Lundby

(74) Procurador(es): Montaury Pimenta, Machado & Lioce S/C Ltda

(86) Pedido Internacional: PCT US2006010501 de 21/03/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/102469 de 28/09/2006

(57) Resumo: MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA MELHORAR SEGURANÇA EM TRANSMISSÃO DE DADOS EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO. São descritas técnicas para realizar detecção duplicada e reordenamento para uma transmissão HARQ. Para detecção duplicada, um receptor determina se um pacote decodificado x para um canal ARQ y é um pacote duplicado com base no pacote x e em um pacote decodificado anterior para o canal ARQ y . Para reordenamento, o receptor determina se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer outro canal ARQ com base nos pacotes decodificados anteriores para os canais ARQ e emite o pacote x somente se não houver pacotes anteriores pendentes. Não há pacotes anteriores pendentes em outro canal z se (1) um pacote decodificado tiver sido recebido no canal ARQ z em um tempo designado ou posteriormente ou se (2) um pacote decodificado não tiver sido recebido no canal ARQ z dentro de uma janela de tempo do tempo atual.



"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA MELHORAR SEGURANÇA EM TRANSMISSÃO DE DADOS EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO"

FUNDAMENTOS

I. CAMPO

5 A presente invenção refere-se de maneira geral a comunicações sem fio e, mais especificamente, a técnicas para melhorar a segurança na transmissão de dados.

II. FUNDAMENTOS

 Muitos sistemas de comunicação sem fio utilizam
10 uma HARQ para melhorar a segurança na transmissão de dados. Com a HARQ, cada pacote de dados pode ser transmitido uma ou várias vezes por um transmissor até que o pacote seja decodificado corretamente por um receptor ou o número máximo de transmissões tenha sido enviado pelo pacote. Uma
15 entidade HARQ no transmissor (que é frequentemente chamada entidade HARQ de transmissor) recebe pacotes aos quais foram atribuídos números de seqüência, codifica cada pacote em um ou vários sub-pacotes e transmite estes sub-pacotes em uma ordem seqüencial.

20 Uma entidade HARQ correspondente no receptor (que é frequentemente chamada entidade HARQ de receptor) recebe as transmissões do transmissor e combina os sub-pacotes que pertencem ao mesmo pacote. Os sub-pacotes combinados para cada pacote transmitido são então decodificados em uma
25 tentativa de recuperar o pacote transmitido. Entretanto, devido à deterioração causada pelos efeitos deletérios em um link sem fio, alguns dos pacotes recebidos podem ser decodificados incorretamente e são chamados pacotes apagados. O receptor pode enviar ao transmissor uma
30 confirmação (ACK) para cada pacote decodificado corretamente de modo a terminar a transmissão de outros sub-pacotes para este pacote e/ou uma confirmação negativa (NAK) para cada pacote apagado de modo a iniciar a

transmissão de outro sub-pacote pelo pacote. O transmissor pode receber incorretamente as ACKs e/ou NAKs enviadas pelo receptor. Cada ACK que é detectada incorretamente como uma NAK pelo transmissor resulta na transmissão de um outro sub-pacote por um pacote que já foi decodificado corretamente pelo receptor. A transmissão redundante pode ser decodificada corretamente pelo receptor e resultar em um pacote duplicado. A taxa de erros para as transmissões de ACK pode ser elevada e, conseqüentemente, o receptor pode obter frequentemente pacotes duplicados.

A entidade HARQ de receptor é também encarregada de fornecer pacotes decodificados corretamente a camadas superiores. Em muitos sistemas, as camadas superiores esperam receber dados na ordem apropriada, conforme determinado pelos números de seqüência dos pacotes. Com a HARQ, embora a entidade HARQ de transmissor envie os primeiros sub-pacotes em ordem seqüencial, a entidade HARQ de receptor pode recuperar os pacotes fora de ordem por causa das transmissões de sub-pacotes adicionais pelos pacotes apagados. Conseqüentemente, a entidade HARQ de receptor tipicamente armazena em buffer os pacotes que foram corretamente decodificados, reordena estes pacotes conforme necessário e envia os pacotes reordenados às camadas superiores. Se os pacotes forem recuperados fora de ordem, então a entidade HARQ de receptor pode "estabular" ou retardar a entrega dos pacotes corretamente decodificados às camadas superiores sempre que se detectar que os pacotes anteriores estão faltando, até que ou (1) os pacotes faltantes sejam decodificados corretamente pela entidade HARQ de receptor ou (2) a entidade HARQ de receptor confie em que os pacotes faltantes estão perdidos e não serão recebidos. Se a entidade HARQ de receptor declarar um pacote como estando perdido quando este não for

o caso, então as camadas superiores podem (1) iniciar a retransmissão do pacote perdido, embora com um longo retardo, ou (2) tratar o pacote como estando perdido, sendo ambos indesejáveis.

5 Em um esquema de reordenamento simples, o receptor armazena cada pacote decodificado corretamente em um buffer até que a duração de tempo máxima para a transmissão de todos os pacotes anteriores tenha expirado. O receptor em seguida fornece o pacote decodificado
10 corretamente às camadas superiores depois de expirada esta duração de tempo máxima, confiando em que quaisquer pacotes anteriores que estão ainda faltando não serão recebidos. Entretanto, o retardo na entrega de pacotes às camadas superiores pode ser excessivamente longo para este esquema
15 de reordenamento simples.

Há, portanto, necessidade na técnica de técnicas para efetuar de maneira eficaz a detecção duplicada e o reordenamento para uma transmissão HARQ.

SUMÁRIO

20 São aqui descritas técnicas para efetuar detecção duplicada e reordenamento para uma transmissão HARQ. Para um sistema HARQ síncrono, vários canais ARQ são utilizados para a transmissão HARQ, e o tempo no qual cada canal ARQ é enviado é conhecido *a priori* tanto pelo transmissor quanto
25 pelo receptor para uma transmissão HARQ. Para um sistema WARQ assíncrono, o tempo entre as transmissões de sub-pacotes subseqüentes no mesmo canal ARQ é variável e é determinado por uma entidade de escalonamento com base nas características de canal e/ou outras. Se a entidade de
30 escalonamento reside no transmissor, o que é tipicamente o caso para o link direto (ou downlink), então um mecanismo de controle seguro pode ser utilizado para informar ao receptor o tempo no qual cada canal ARQ é enviado. Para um

sistema com um link reverso (ou uplink) completamente escalonado, a entidade de escalonamento fica no receptor, que estão então ciente do tempo no qual cada canal ARQ é enviado. Para sistemas HARQ tanto síncronos quanto
5 assíncronos, presume-se que tanto o transmissor quanto o receptor conhecem o tempo no qual cada canal ARQ é enviado.

Para a transmissão HARQ, o transmissor recebe uma sequência de pacotes de dados aos quais podem ser atribuídos números de sequência para indicar sua ordem na
10 sequência. O transmissor processa cada pacote e gera vários sub-pacotes aos quais são atribuídos identificadores de sub-pacote (SPIDs) numerados sequencialmente. O transmissor transmite os pacotes em uma ordem sequencial (com base em seus números de sequência ou na ordem de chegada das
15 camadas superiores) nos canais ARQ à medida que estes canais se tornam disponíveis. Cada pacote é enviado em um canal ARQ. Para cada pacote, os sub-pacotes para esse pacote são enviados em uma ordem sequencial baseada em seus SPIDs, um pacote de uma vez, até que uma ACK seja recebida
20 por esse pacote ou todos os pacotes tenham sido enviados.

Para a detecção duplicada, o receptor determina se um dado pacote decodificado corretamente x para um dado canal ARQ é um pacote duplicado com base no pacote decodificado corretamente x e no pacote decodificado
25 corretamente anterior para o canal ARQ y . Ao obter o pacote decodificado corretamente anterior, o receptor fixa um SPID inesperado para o canal ARQ y no SPID L do último sub-pacote recebido pelo pacote decodificado corretamente anterior mais um, isto é, $\text{SPID inesperado} = L + 1$. O SPID
30 inesperado é o SPID para um sub-pacote que não se espera seja recebido no canal ARQ y . Por exemplo, o receptor pode enviar uma ACK pelo pacote decodificado corretamente anterior, que pode ser detectado incorretamente como uma

NAK pelo transmissor, que pode então transmitir o sub-pacote seguinte com SPID de $l + 1$. O receptor obtém o SPID do último sub-pacote recebido pelo pacote decodificado corretamente x , compara o SPID deste sub-pacote com o SPID inesperado e declara o pacote x como sendo um pacote duplicado se os dois SPIDs corresponderem um ao outro. O receptor incrementa o SPID inesperado cada vez que um sub-pacote pode ser enviado no canal ARQ y , de modo que o SPID inesperado rastreie o SPID do sub-pacote que não se espera seja recebido no canal ARQ y . Este incremento é feito mesmo se o receptor não tiver detectado uma transmissão. Por exemplo, o receptor pode decodificar um pacote com SPID = l no canal ARQ y e enviar uma ACK que é detectada incorretamente como uma NAK pelo transmissor. O receptor pode não detectar a transmissão de sub-pacote subsequente de SPID = $l + 1$ no canal ARQ y , mas detectar a transmissão depois dessa que tem SPID = $l + 2$. Ao incrementar sempre o SPID inesperado, o receptor assegura sempre detectar pacotes duplicados, mesmo que não detecte alguns sub-pacotes.

Para o reordenamento, o receptor obtém o pacote decodificado corretamente x para o canal ARQ y , determina se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer outro canal ARQ com base nos pacotes decodificados corretamente anteriores (se existentes) para os canais ARQ e emite o pacote x para as camadas superiores se não houver pacotes anteriores pendentes. Cada pacote anterior pendente é um pacote que foi enviado antes do pacote x e que pode ser ainda recebido. Não há pacotes anteriores pendentes em outro canal ARQ z se (1) um pacote decodificado corretamente tiver sido recebido no canal ARQ z em um tempo designado ou posteriormente ou (2) um pacote decodificado corretamente não tiver sido recebido corretamente no canal

ARQ z dentro de uma janela de tempo do quadro atual. O tempo designado é determinado pelo tempo de partida para o pacote x e pelo número de canais ARQ disponíveis para a transmissão ARQ. Para a HARQ síncrona, a janela de tempo é
5 determinada pelo número máximo de sub-pacotes para cada pacote e pelo número de canais ARQ. Para a HARQ assíncrona em um sistema escalonado, a janela de tempo para transmissão em cada canal ARQ é conhecida da entidade de escalonamento.

10 Diversos aspectos e modalidades da invenção são descritos mais detalhadamente a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 mostra o processamento de pacotes para um sistema HARQ.

15 A Figura 2 mostra uma transmissão HARQ síncrona em um canal ARQ.

A Figura 3A mostra uma transmissão HARQ síncrona em quatro canais ARQ.

20 A Figura 3B mostra um armazenador de dados para a transmissão HARQ mostrada na Figura 3A;

A Figura 4 mostra um processo para efetuar detecção duplicada;

25 As Figuras 5A e 5B mostram duas condições para determinar se um pacote anterior está ainda pendente em outro canal ARQ;

A Figura 6 mostra um processo para reordenar pacotes;

A Figura 7 mostra um processo para determinar se há um pacote anterior pendente;

30 A Figura 8 mostra um processo para processar pacotes recebidos para uma transmissão HARQ;

A Figura 9 mostra um processo para reordenar e emitir pacotes para camadas superiores;

A Figura 10 mostra o processamento para a transmissão HARQ mostrada na Figura 3A; e

A Figura 11 mostra um diagrama de blocos de um dispositivo sem fio e uma estação base.

5

DESCRIÇÃO DETALHADA

A palavra "exemplar" é aqui utilizada para significar "que serve como exemplo, ocorrência ou ilustração". Qualquer modalidade aqui descrita como "exemplar" não deve ser necessariamente interpretada como preferida ou vantajosa comparada com outras modalidades.

As técnicas de detecção duplicada e reordenamento aqui descritas podem ser utilizadas em diversos sistemas de comunicação, tais como um sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA), um sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), um sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência (FDMA), um sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDMA), um Ultra Sistema de Banda Larga (UWB) e assim por diante. Um sistema CDMA pode implementar o cdma2000, o CDMA de Banda Larga (W-CDMA) ou algumas outras tecnologias de rádio-acesso (RATS) CDMA. Um sistema TDMA pode implementar o Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) ou alguma outra RAT. Um sistema OFDM pode implementar o IEEE 802.11, o IEEE 802.16 ou o IEEE 802.20. Um sistema UWB pode implementar o 802.15. O cdma2000 cobre o IS-95, o IS-2000 e o IS-856 e é descrito em documentos de um consórcio chamado "Projeto de Parcerias de 3ª Geração 2" (3GPP2). O W-CDMA e o GSM são descritos em documentos de um consórcio chamado "Projeto de Parcerias de 3ª Geração" (3GPP). Os documentos 3GPP e 3GPP2 estão disponíveis ao público. As técnicas de detecção duplicada e reordenamento podem ser utilizadas para o link direto (ou downlink) e para o link reverso (ou uplink). Para maior

clareza, estas técnicas são descritas para o link reverso no cdma2000 Revisão D.

A Figura 1 mostra o processamento de pacotes para um sistema HARQ. Um dispositivo sem fio processa cada
5 pacote de dados de modo a gerar um pacote codificado e também particiona o pacote codificado em três sub-pacotes. Os dados/pacotes codificados recebem números de sequência sequenciais atribuídos e são rotulados como Pac0, Pac1, Pac2 e assim por diante na Figura 1. Os três sub-pacotes
10 para cada pacote codificado recebem identificadores de sub-pacote (SPIDs) atribuídos de '0', '1' e '2' e são rotulados como SP0, SP1 e SP2 na Figura 1. Cada sub-pacote contém informações suficientes para permitir que uma estação base receptora decodifique o sub-pacote em condições de canal
15 favoráveis e recupere o pacote. Os três sub-pacotes para cada pacote contêm informações de redundância diferentes para o pacote. Os três sub-pacotes para um pacote podem ser vistos como versões diferentes do pacote ou transmissões diferentes para o pacote.

20 Os pacotes codificados são transmitidos começando em ordem sequencial. Assim, o primeiro pacote 0 (Pac0) é transmitido antes do pacote 1 (Pac1), que é transmitido antes do pacote 2 (Pac2), que é transmitido antes do pacote 3 (Pac3) e assim por diante. Para cada pacote, os três sub-
25 pacotes são transmitidos em ordem sequencial no mesmo canal ARQ. Assim, o sub-pacote 0 (SP0) é transmitido primeiro, seguido do sub-pacote 1 (SP1) se necessário, e seguido do sub-pacote 2 (SP2) se necessário. Um, dois ou todos os três sub-pacotes podem ser transmitidos para cada pacote. O
30 processamento e a transmissão dos pacotes descritos acima podem ser utilizados para canais de dados/tráfego em diversos sistemas, tais como, por exemplo, um Canal de Dados em Pacote Reverso (R-PDCH) no cdma2000 Revisão D.

Para maior clareza, determinados detalhes são descritos a seguir para o R-PDCH.

A Figura 2 mostra a estrutura de um canal de dados em um sistema HARQ síncrono. A linha de tempo de transmissão para o canal de dados é particionada em quadros, com cada quadra tendo uma duração fixa (como, por exemplo, 10 milissegundos (ms) para o R-PDCH no cdma2000). Um sub-pacote pode ser enviado em cada quadro. A linha de tempo de transmissão é também particionada em quatro canais ARQ, aos quais são atribuídos identificadores de canal ARQ (ACIDs) de '0', '1', '2' e '3'. Os quatro canais ARQ são entrelaçados de modo que o canal ARQ 0 com ACID = 0 ocupe cada quarto quadro começando em um quadro pré-definido, o canal ARQ 1 com ACID = 1 ocupe cada quarto quadro que se segue imediatamente ao canal ARQ 0, o canal ARQ 2 com ACID = 2 ocupe cada quarto quadro que se segue imediatamente ao canal ARQ 1, e o canal ARQ 3 com ACID = 3 ocupe cada quarto quadro que se segue imediatamente ao canal ARQ 2. Os quadros utilizados para todos os quatro canais ARQ são definidos com base no tempo do sistema (SYSTEM TIME) e são conhecidos pelo dispositivo sem fio e a estação base. Os quatro canais ARQ são também referidos como ocorrências ARQ e podem ser vistos como quatro canais lógicos ou quatro sub-canais do canal de dados no sistema HARQ síncrono.

A Figura 2 mostra também uma transmissão HARQ síncrona exemplar em um canal ARQ. Cada pacote é transmitido e possivelmente retransmitido em um único canal ARQ. Para um dado pacote, o dispositivo sem fio primeiro transmitiu o sub-pacote 0 em um quadro para um canal ARQ, em seguida o sub-pacote 1 (se necessário) no quadro disponível seguinte para o mesmo canal ARQ, e finalmente o sub-pacote 2 (se necessário) no quadro disponível seguinte

para o canal ARQ. À medida que cada sub-pacote é recebido, a estação base tenta decodificar o pacote com base em todos os pacotes que foram recebidos pelo pacote. Se a decodificação é bem sucedida, então a estação base envia
5 uma ACK em um Canal de Confirmação Direto (F-ACKCH), e o dispositivo sem fio pára de enviar sub-pacotes por este pacote. Inversamente, se a decodificação é mal sucedida, então a estação base envia uma NAK no F-ACKCH, e o dispositivo sem fio envia o sub-pacote seguinte pelo
10 pacote. O retardo no envio da NAK ou ACK é de um quadro. Em um sistema HARQ assíncrono, a transmissão de cada sub-pacote também ocorre seqüencialmente no mesmo canal ARQ, mas não há duração de tempo fixa entre transmissões consecutivas do mesmo canal ARQ.

15 Para o exemplo mostrado na Figura 2, o dispositivo sem fio transmite o sub-pacote 0 do pacote 0, que é decodificado incorretamente pela estação base. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 1 do pacote 0, que é decodificado corretamente e, portanto, uma
20 ACK foi enviada de volta. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 0 do pacote 1 seguinte, que é decodificado incorretamente pela estação base. O dispositivo sem fio em seguida transmite o sub-pacote 1 do pacote 1. A transmissão de dados continua desta maneira
25 para outros pacotes.

Para maior clareza, a Figura 2 mostra a transmissão tanto de NAKs quanto de ACKs. Muitos sistemas enviam apenas ACKs ou apenas NAKs de modo a reduzirem a quantidade de sinalização. Para um esquema baseado em ACK,
30 um receptor envia uma ACK somente se um pacote for decodificado corretamente e não envia nenhuma NAK. As ACKs são assim explicitamente enviadas, e as NAKs são implicitamente enviadas (isto é, presumidas pela ausência

de ACKs ou indicadas de algumas outras maneiras). Para um esquema baseado em NAK, o receptor envia uma NAK somente se um pacote for decodificado incorretamente e não envia nenhuma ACK. As técnicas aqui descritas podem ser
5 utilizadas com qualquer espécie de realimentação.

Um receptor pode determinar se um dado pacote é decodificado corretamente ou incorretamente com base em um código de detecção de erros utilizado para o pacote. Por exemplo, um pacote é decodificado corretamente se uma
10 verificação de redundância cíclica (CRC) para o pacote for aprovada e decodificado incorretamente se a CRC fracassar. Conforme utilizado aqui, um pacote decodificado é um pacote que é decodificado corretamente pelo receptor (isto é, a CRC é aprovada), e um pacote apagado é um pacote que é
15 decodificado incorretamente pelo receptor (isto é, a CRC fracassa)

Conforme mostrado na Figura 2, incorre-se em alguns retardos para se transmitir um sub-pacote, decodificar um pacote e enviar de volta uma ACK ou NAK. As
20 transmissões de sub-pacotes para cada canal ARQ são separadas por quatro quadros de modo a se dar conta dos retardos de processamento e transmissão. O dispositivo sem fio pode transmitir até quatro pacotes em paralelo nos quatro canais ARQ. Em qualquer dado momento, pode haver até
25 quatro transmissões de pacotes importantes. Cada transmissão de pacote importante é para um pacote que não foi confirmado como sendo decodificado pela estação base.

A Figura 3A mostra uma transmissão HARQ síncrona exemplar em todos os quatro canais ARQ. O dispositivo sem
30 fio envia o sub-pacote 9 dos pacotes 0, 1, 2 e 3 nos canais ARQ 0, 1, 2 e 3, respectivamente, nos quadros 0, 1, 2 e 3, respectivamente. A estação base recebe os quatro sub-pacotes, decodifica os pacotes 0, 1 e 3 incorretamente e

decodifica o pacote 2 corretamente. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 1 dos pacotes 0, 1 e 3 nos canais ARQ 0, 1 e 3, respectivamente, nos quadros 4, 5 e 7, respectivamente, e transmite o sub-pacote 0 do pacote 4
 5 seguinte no canal ARQ 2 no quadro 6. A estação base recebe os sub-pacotes, decodifica os pacotes 0 e 3 corretamente e decodifica os pacotes 1 e 4 incorretamente. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 0 do pacote 5 seguinte no canal ARQ 0 no quadro 8, o sub-pacote 2 do pacote 1 no
 10 canal ARQ 1 no quadro 9, o sub-pacote 1 do pacote 4 no canal ARQ 2 no quadro 10 e o sub-pacote 0 do pacote 6 seguinte no canal ARQ 3 no quadro 11. A estação base recebe os sub-pacotes, decodifica os pacotes 1, 5 e 6 incorretamente e decodifica o pacote 4 corretamente. O
 15 dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 1 do pacote 5 no canal ARQ 0 no quadro 12, o sub-pacote 0 do pacote 7 seguinte no canal ARQ 1 no quadro 13, o sub-pacote 0 do pacote 8 seguinte no canal ARQ 2 no quadro 14 e o sub-pacote 1 do pacote 6 no canal ARQ 3 no quadro 15. O
 20 dispositivo sem fio transmite um novo pacote no canal ARQ 1, embora o pacote 1 não tenha sido decodificado, uma vez que todos os três sub-pacotes foram enviados pelo pacote 1. O dispositivo sem fio continua a transmitir um novo pacote sempre que um canal ARQ se torna disponível.

25 A Figura 3B mostra o conteúdo de um armazenador de dados utilizado para armazenar pacotes decodificados na estação base. O armazenador de dados é comumente chamado armazenador de reordenamento. Cada pacote decodificado pode ser temporariamente armazenado no armazenador de dados até
 30 que o pacote esteja pronto para ser enviado às camadas superiores. A Figura 3B mostra cada pacote decodificado e o quadro no qual o pacote foi decodificado. O pacote 2 foi decodificado no quadro 2, o pacote 0 foi decodificado no

quadro 4, o pacote 3 foi decodificado no quadro 7, o pacote 4 foi decodificado no quadro 10, o pacote 5 foi decodificado no quadro 12 e o pacote 8 foi decodificado no quadro 14. O pacote 1 é detectado como faltante no quadro 9. Conforme mostrado nas Figuras 3A e 3B, embora o dispositivo sem fio transmita os pacotes começando em ordem seqüencial, a estação base recupera os pacotes fora de seqüência devido às transmissões adicionais para pacotes apagados.

Por simplificação, a Figura 3A supõe a inexistência de erros de detecção para as ACKs e NAKs enviadas pela estação base ao dispositivo sem fio. Para cada ACK que é detectada como uma NAK, o dispositivo sem fio transmite o sub-pacote seguinte por um pacote que já está decodificado pela estação base. Para cada NAK que é detectada como uma ACK, o dispositivo sem fio transmite o pacote seguinte embora o pacote anterior não tenha sido decodificado pela estação base. A taxa de erros de NAK para ACK é tipicamente pequena (0,1%, por exemplo) para se obter transmissão de dados segura. Entretanto, a taxa de erros de ACK para NAK pode ser elevada e variável (de 1 a 10%, por exemplo). Por causa dos erros de ACK para NAK, a estação base pode receber pacotes duplicados.

A estação base pode efetuar detecção duplicada para identificar e descartar pacotes duplicadas. A detecção duplicada pode ser efetuada com base nas seguintes suposições: (1) a estação base (ou receptor) tem conhecimento do canal ARQ enviado em cada quadro com base na temporização do sistema, (2) os sub-pacotes para cada pacote são enviados em ordem seqüencial e (3) a estação base só pode verificar o SPID de um sub-pacote se um pacote for decodificado.

A Figura 4 mostra um diagrama de fluxo de um processo 400 para efetuar detecção duplicada dos pacotes recebidos por meio de uma transmissão HARQ. A estação base mantém um SPID Inesperado variável para cada canal ARQ.

5 Esta variável indica o SPID de um sub-pacote que não se esperava fosse recebido no canal ARQ. A estação base inicializa o SPID Inesperado para cada canal ARQ como um valor não válido no início da transmissão HARQ (bloco 410). Por exemplo, o SPID Inesperado pode ser fixado em Max-Num-

10 Tx, que é o número máximo de sub-pacotes para cada pacote, onde Max-Num-Tx = 3 para o R=PDCH no cdma2000 Revisão D. A inicialização no bloco 410 é efetuada uma vez para a transmissão HARQ.

A estação base efetua detecção duplicada para

15 cada quadro com transmissão. A estação base determina o canal ARQ para o quadro atual (que é chamado canal ARQ y) com base em seu conhecimento do tempo do sistema (bloco 420). A estação base tenta então decodificar o pacote para o quadro atual (bloco 422). Determina-se então se o pacote

20 foi decodificado (bloco 424). Se o pacote tiver sido decodificado, então a estação base obtém o SPID do sub-pacote recebido no quadro atual (que é chamado SPID k) (bloco 426). Para o cdma2000 Revisão D, cada sub-pacote porta o SPID atribuído ao sub-pacote, mas a estação base só

25 pode verificar com segurança o SPID se o pacote for decodificado.

A estação base em seguida determina se o SPID k é igual ao SPID Inesperado para o canal ARQ y (bloco 428). Se o SPID k não for igual ao SPID Inesperado para o canal ARQ

30 y, que seria o caso para o primeiro pacote enviado no canal ARQ y porque o SPID Inesperado foi inicializado como um valor não válido, então o SPID inesperado é fixado em $k + 1$ (bloco 432). A estação base não espera receber um sub-

pacote com um SPID de $k + 1$ no quadro seguinte para o canal ARQ y, uma vez que o pacote x já está decodificado. Se um sub-pacote com um SPID de $k + 1$ for recebido no quadro seguinte para o canal ARQ, então este sub-pacote deve ser

5 enviado devido a um erro de ACK para NAK e é um pacote duplicado. Assim, de volta ao bloco 428, se o SPID k for igual ao SPID Inesperado, então o pacote x é declarado um pacote duplicado e é descartado (bloco 430). Após o bloco 430, o SPID Inesperado é fixado em $k + 1$ (bloco 432).

10 Se o pacote para o quadro atual tiver sido apagado, conforme determinado no bloco 424, então se determina se o SPID Inesperado para o canal ARQ y é não válido (igual a Max-Num-Tx, por exemplo) (bloco 434). Se a resposta for 'Não', então a estação base incrementa o SPID

15 Inesperado para o canal ARQ y em um (bloco 436). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 434 e também após o bloco 436, o processo volta ao bloco 420 para processar o quadro seguinte.

A detecção duplicada na Figura 4 fixa o SPID

20 Inesperado com base no SPID do último sub-pacote recebido para um pacote decodificado. A detecção duplicada incrementa o SPID Inesperado em um no bloco 436 (1) sempre que um pacote apagado for recebido uma vez que os sub-pacotes sejam enviados em ordem seqüencial e (2) se o SPID

25 Inesperado não tiver atingido o Max-Num-Tx e não for o valor não válido atribuído no bloco 410. Se o SPID Inesperado atingir o Max-Num-Tx no bloco 436, então o SPID Inesperado pode ser mantido no Max-Num-Tx ou fixado em algum outro valor não válido. A detecção duplicada pode ser

30 também efetuada de outras maneiras com base na presente descrição.

Conforme mostrado nas Figuras 3A e 3B, a entidade HARQ de receptor na estação base pode recuperar pacotes

fora de seqüência, embora estes pacotes possam ser enviados em ordem seqüencial. É desejável emitir cada pacote decodificado para as camadas superiores assim que possível para reduzir os retardos. Entretanto, se as camadas superiores esperam receber pacotes em ordem seqüencial, então a entidade HARQ de receptor tipicamente armazena em buffer os pacotes decodificados, reordena os pacotes que estão fora de seqüência e em seguida envia os pacotes reordenados às camadas superiores.

Para um dado pacote decodificado x , a estação base pode emitir o pacote x para as camadas superiores se nenhum pacote tiver sido enviado antes do pacote x e puder ser ainda recebido. Outro pacote b é enviado antes do pacote x se a transmissão do pacote b tiver começado antes da transmissão do pacote x . Se os pacotes forem enviados em ordem seqüencial, se outro pacote b tiver sido então enviado antes do pacote x , então o pacote b deve ser emitido para as camadas superiores antes do pacote x se as camadas superiores esperam receber pacotes em ordem seqüencial. Se o pacote b não for decodificado depois do número máximo possível de transmissões ARQ, então o pacote b é perdido e o pacote x pode ser enviado às camadas superiores.

A estação base pode manter um indicador para cada canal ARQ e pode liberar este indicador para o pacote x se não houver pacotes anteriores pendentes no canal ARQ. Um pacote anterior pendente é um pacote que é enviado em um canal ARQ antes do pacote x e que pode ser ainda recebido pela estação base. A estação base pode enviar o pacote x às camadas superiores se os indicadores para todos os canais ARQ forem liberados. A Tabela 1 enumera diversas variáveis utilizadas na descrição a seguir e uma breve descrição de cada variável. Os valores pré-definidos para algumas das

variáveis são dados na terceira coluna da Tabela 1 para o R-PDCH no cdma200.

Tabela 1

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	PRÉ-DEFINIÇÃO
Num_Canais	Número de canais ARQ disponíveis para transmissão de dados.	4
Max_Num_Tx	Número máximo de sub-pacotes para cada pacote.	3
Espera_Max	Quantidade máxima de tempo (em quadros) para esperar um pacote em outro canal ARQ.	8 quadros
Quadro_Atual	O quadro atual que está sendo processado.	
Tempo_Inicial	O tempo no qual um pacote é transmitido primeiro. O Tempo_Inicial é mantido para cada pacote e é dado em unidades de quadros.	
Último_Tempo_Decod	O tempo no qual um pacote decodificado foi recebido a última vez em um canal ARQ. O Último_Tempo_Decod é mantido para cada canal ARQ e é dado em unidades de quadros.	

Para HARQ síncrona, a Espera_Max pode ser
5 computada da seguinte maneira:

$$\text{Espera_Max} = \text{Num_Canais} \times (\text{Max_Num_Tx} - 1) \quad \text{Eq (1)}$$

Espera_Max = 8 quadros para o R-PDCH no cdma2000 Revisão D. É possível ter transmissões autônomas no R-PDCH para a HARQ síncrona.

10 Para uma HARQ assíncrona, cada transmissão no R-PDCH pode ser escalonada. A Espera_Max por um canal ARQ é o tempo entre a primeira e a última transmissão de sub-pacotes nesse canal ARQ e pode ter uma duração variável. A Espera_Max por cada canal ARQ é conhecida do receptor se a
15 entidade de escalonamento residir no receptor. Isto é verdadeiro para links reversos completamente escalonados, tais como o IEEE 802.16. Se a entidade de escalonamento estiver no transmissor, então a Espera_Max por um canal ARQ

pode ser determinada se o transmissor tiver uma maneira segura para transmitir o sub-pacote e o identificador de canal ARQ ao receptor.

Para o canal ARQ z , onde $z \in C$ e C denota o conjunto de todos os canais ARQ, a estação base pode liberar o indicador para o canal ARQ z se for satisfeita uma ou a outra das duas condições seguintes:

1. Um pacote foi enviado no canal ARQ z após o Tempo_Inicial para o pacote x ou, de maneira equivalente, o Último_Tempo_Decod para o canal ARQ z é posterior ao Tempo_Inicial para o pacote x menos Num_Canais.

2. Pelo menos $(\text{Max_Num_Tx} - 1)$ sub-pacotes foram enviados o canal ARQ z desde o Tempo_Inicial para o pacote x .

Para uma transmissão HARQ não escalonada, mas síncrona, o número de sub-pacotes que foram enviados em um canal ARQ pode ser determinado a partir do tempo decorrido desde a última decodificação. Para uma transmissão HARQ escalonada, seja síncrona, seja assíncrona, o receptor está ciente do sub-pacote que está sendo escalonado. Nesse caso, o receptor sabe quando $(\text{Max_Num_Tx}-1)$ são enviados em cada canal ARQ.

As condições 1 e 2 são descritas em detalhe a seguir para uma WARQ síncrona, onde cada sub-pacote consecutivo em um canal ARQ é enviado após um retardo fixo. Isto simplifica a descrição da temporização do algoritmo apresentada a seguir. O algoritmo pode ser também utilizado em uma HARQ síncrona se o receptor conhecer o Tempo_Inicial de cada canal ARQ.

A Figura 5A mostra a liberação dos indicadores para os canais ARQ com base na primeira condição. Para o exemplo mostrado na Figura 5A, o pacote x é enviado no canal ARQ $y = 1$ que começa no Tempo_Inicial mostrado na

Figura 5 A e é decodificado no quadro atual. Todos os quadros que começam após o $\text{Tempo_Inicial} - 4$ (que é o tempo designado e é igual a $\text{Tempo_Inicial} - \text{Num_Canais}$) até o quadro atual são mostrados por hashing diagonal. Se um pacote para qualquer canal ARQ z tiver sido decodificado em qualquer um dos quadros com hashing, então qualquer pacote que possa ser enviado depois deste pacote decodificado no mesmo canal ARQ z teria um tempo inicial posterior ao Tempo_Inicial para o pacote x . Portanto, este canal ARQ z não pode portar um pacote anterior ao pacote x , e o indicador para este canal ARQ z pode ser liberado. A inclusão do $\text{Tempo_Inicial} - 4$ do quadro para a primeira condição é opcional, uma vez que a decodificação do pacote x no tempo permite que o indicador para o canal ARQ seja liberado para o pacote x .

A Figura 5B mostra a liberação dos indicadores para os canais ARQ com base na segunda condição. Para o exemplo mostrado na Figura 5B, $\text{Max_Num_Tx} = 3$ e até três sub-pacotes são enviados para cada pacote. O pacote x é enviado no canal ARQ $y = 1$, começando no Tempo_inicial mostrado na Figura 5B, e é decodificado corretamente no quadro $T_c - 3$, que é quadro quadros posterior ao Tempo_Inicial para o pacote x . Um canal ARQ z que tenha portado $\text{Max_Num_Tx} - 1$ sub-pacotes desde o Tempo_Inicial para o pacote x não pode portar um pacote que foi enviado antes do Tempo_Inicial para o pacote x . Por exemplo, o canal ARQ $z = 2$ porta um sub-pacote no quadro $T_c - 2$, que é dois quadros anterior ao quadro atual, e um outro sub-pacote no quadro $T_c - 6$, que é seis quadros anterior ao quadro atual. Ambos os sub-pacotes são enviados no canal ARQ 2 após o Tempo_Inicial para o pacote x . Após o processamento do sub-pacote para o canal ARQ 2 no quadro $T_c - 2$, não é possível que o canal ARQ 2 ainda porte um

pacote que foi enviado antes do Tempo_Inicial para o pacote x. Isto é porque, se um pacote foi enviado no canal ARQ 2 antes do Tempo_Inicial para o pacote x, então este pacote teria que ter sido enviado começando no quadro $T_c - 10$ e
5 seria terminado no quadro $T_c - 2$, independentemente de o pacote ter sido decodificado ou apagado, porque o número máximo de sub-pacotes foi enviado pelo pacote. Para a segunda condição, o indicador para o canal ARQ z pode ser liberado se nenhum pacote tiver sido decodificado para o
10 canal ARQ z dentro dos últimos quadros de Num_Espera a partir do quadro atual, que pode ser visto como uma janela de tempo deslizando. O exemplo acima seria igualmente aplicável se o pacote x fosse decodificado no quadro $T_c - 7$ em vez do quadro $T_c - 3$.

15 A Figura 6 mostra um diagrama de fluxo de um processo 600 para reordenar pacotes recebidos por meio de uma transmissão HARQ. A estação base efetua reordenamento para cada quadro com a transmissão. A estação base determina o canal ARQ para o quadro atual (que é chamado
20 canal ARQ y) (bloco 620). A estação base tenta então decodificar o pacote x para o quadro atual (bloco 622). Determina-se em seguida se o pacote x foi decodificado (bloco 624). Se o pacote x foi decodificado, então a estação base determina se outro pacote pode ter sido
25 enviado em outro canal ARQ antes do pacote x e pode ser ainda recebido, isto é, se há um pacote anterior que ainda está pendente em outro canal ARQ (bloco 626). Se houver um pacote anterior pendente e for necessário que a estação base aguarde este pacote, conforme determinado no bloco
30 628, então a estação base armazena o pacote x no armazenador de dados (bloco 632). Caso contrário, se não houver pacotes anteriores pendentes, então a estação base emite o pacote x e/ou todos os pacotes que foram

decodificados e estão aguardando o pacote x (bloco 630). Pode haver casos em que o pacote x não pode ser emitido, mas a decodificação do pacote x permite que outros pacotes que aguardam no armazenador de dados sejam emitidos. O
5 processo volta então ao bloco 620 para processamento do quadro seguinte.

A Figura 7 mostra um diagrama de fluxo de uma modalidade do bloco 626 na Figura 6. Inicialmente, o Tempo_Inicial para o pacote x é computado conforme descrito
10 a seguir (bloco 710), e os indicadores para todos os canais ARQ são fixados em uma lógica elevada (bloco 712). Um índice i para os canais ARQ é fixado em zero para que o primeiro canal ARQ seja avaliado (bloco 714). Determina-se então se o pacote x, que foi decodificado no quadro atual,
15 foi recebido no canal ARQ i (bloco 720). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 720, então o indicador para o canal ARQ 1 é liberado (bloco 726). Caso contrário, é determinado se um pacote decodificado foi obtido para o canal ARQ i após o Tempo_Inicial - Num_Canais, onde o Tempo_Inicial é o tempo
20 inicial para o pacote x (bloco 722). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 722, então o indicador para o canal ARQ i é liberado (bloco 726). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 722, então o indicador para o canal ARQ i é liberado (bloco 726). Caso contrário, é determinado se nenhum pacote
25 decodificado foi obtido para o canal ARQ i nos últimos Espera_Max - 1 quadros (bloco 724). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 724, então o indicador para o canal ARQ i é liberado (bloco 726). Os blocos 720 e 722 são para a primeira condição descrita acima na Figura 5A, que é
30 mostrada como dois blocos separados na Figura 7 para maior clareza. O bloco 724 é para a segunda condição descrita acima na Figura 5B. Se a resposta for 'Não' para todos os três blocos 720, 722 e 724, então há pelo menos um pacote

pendente que foi enviado antes do pacote x e que pode ser ainda recebido. É fornecida então uma indicação de que o pacote x está aguardando um outro pacote (bloco 734), e o processamento para o bloco 626 termina.

5 Se o indicador para o canal ARQ i for liberado no bloco porque não há pacote anterior pendente neste canal ARQ, então é determinado se todos os canais ARQ foram avaliados (bloco 728). Se a resposta for 'Não', então o índice i é incrementado (bloco 730) e o processo volta ao
10 bloco 720 para avaliação do canal ARQ seguinte. Caso contrário, se a resposta for 'Sim' para o bloco 728, o que significa que os indicadores para todos os canais ARQ foram liberados, então é fornecida uma indicação de que o pacote x pode ser emitido para as camadas superiores (bloco 732),
15 e o processamento para o bloco 626 termina.

É descrita a seguir uma modalidade específica para processar pacotes e efetuar reordenamento. Para esta modalidade, uma única variável Último_Tempo_Decod é mantida para cada canal ARQ e é utilizada para avaliar tanto a
20 condição 1 quanto a condição 2 para o canal ARQ. O Último_Tempo_Decod para cada canal ARQ indica o quadro no qual um pacote decodificado foi obtido por último para o canal ARQ e é fixado no quadro atual (Quadro_Atual) sempre que um pacote decodificado for obtido no canal ARQ. O
25 Último_Tempo_Decod para cada canal ARQ é também fixado de modo a ser não anterior ao Quadro_Atual - Espera_Max sempre que o canal ARQ for processado, de modo que a condição 2 possa ser avaliada com a mesma variável. No início da transmissão HARQ, o Último_Tempo_Decod para os canais ARQ
30 1, 2 e 3 é inicializado para o Primeiro_Quadro - 4, o Primeiro_Quadro - 3, o Primeiro_Quadro - 2 e o Primeiro_Quadro - 1, respectivamente, onde o

Primeiro_Quadro é o quadro no qual exatamente o primeiro sub-pacote é enviado para a transmissão HARQ.

A Figura 8 mostra um diagrama de fluxo de um processo 800 para processar pacotes recebidos para uma transmissão HARQ. O processo 800 é executado para cada quadro com transmissão. A estação base determina o canal ARQ para o quadro atual, que é chamado canal ARQ y (bloco 820), decodifica o pacote x para o quadro atual (bloco 822) e determina se o pacote x foi decodificado (bloco 824). Se o pacote tiver sido decodificado, então a estação base fixa o Último_Tempo_Decod para o canal ARQ y no Quadro_Atual (bloco 826), determina o SPID do sub-pacote recebido no quadro atual para o pacote x (bloco 828) e computa o Tempo_Inicial para o pacote x (bloco 830), da seguinte maneira:

$$\text{Tempo_Inicial} = \text{Quadro_Atual} - \text{Num_Canais} \times \text{SPID} \quad \text{Eq (2)}$$

O tempo inicial para cada pacote é verificado apenas se o pacote for decodificado e é também computado com base no número de sub-pacotes que foram transmitidos pelo pacote, que é indicado pelo SPID do sub-pacote recebido no quadro atual para o pacote x. O pacote x é então armazenado no armazenador de dados juntamente com seu Tempo_Inicial (bloco 832).

Se o pacote x foi apagado, conforme determinado no bloco 824, a estação base então determina se o Último_Tempo_Decod para o canal ARQ y é anterior à Espera_Max do quadro atual (bloco 834). Se a resposta for 'Sim', então a estação base fixa o Último_Tempo_Decod para o canal ARQ y (bloco 836), da seguinte maneira:

$$\text{Último_Tempo_Decod} = \text{Quadro_Atual} - \text{Espera_Max} \quad \text{Eq (3)}$$

Se a resposta for 'Não' para o bloco 834, e também após os blocos 832 e 836, o processo termina.

A Figura 9 mostra um diagrama de fluxo de um processo 900 para reordenar e emitir pacotes para camadas superiores. O processo 900 pode ser executado após o processo 800 e sempre que um pacote decodificado for obtido em um canal ARQ. Uma variável Tempo_Decod_Mais_Antigo é fixado no Último_Tempo_Decod mais antigo entre todos os canais ARQ (bloco 910).

Determina-se então se o armazenador de dados está vazio (bloco 920). Se a resposta for 'Sim', então o processo termina. Caso contrário, o pacote mais antigo (que é chamado pacote z) armazenado no armazenamento de dados é identificado (bloco 922). O pacote z tem o tempo inicial mais antigo entre todos os canais armazenados no armazenador de dados. Os pacotes decodificados podem ser armazenados no armazenador de dados classificados com base em seus tempos iniciais. Por exemplo, o pacote com o tempo inicial mais antigo pode ser armazenado no topo do armazenador, seguido do pacote com o tempo mais antigo seguinte e assim por diante. Seja como for, o Tempo_Inicial do pacote z é obtido (bloco 924).

Determina-se em seguida se o Tempo_Decod_Mais_Antigo é posterior ao Tempo_Inicial do pacote s menos Num_Canais (bloco 926). Conforme mostrado na Figura 5A, se um pacote decodificado foi obtido para outro canal ARQ z no Tempo_Inicial do quadro - Num_Canais ou posteriormente, então o canal ARQ z não está portando um pacote anterior pendente. Uma vez que o pacote x só é emitido se não houver pacotes anteriores pendentes em qualquer canal ARQ, com a utilização do Tempo_Decod_Mais_Antigo é avaliada a condição 1 para todos os canais ARQ com uma única comparação no bloco 926. Além

disto, pela fixação do `Último_Tempo_Decod` para cada canal ARQ como sendo não posterior ao `Quadro_Atual - Espera_Max` no bloco 836 da Figura 8, a condição 2 é também avaliada pela comparação no bloco 926.

5 Se a resposta for 'Sim' para o bloco 926, o que indica que não há pacotes anteriores pendentes, então o pacote z é removido do armazenador de dados e emitido para as camadas superiores (bloco 928). O processo volta então ao bloco 920 para avaliação do pacote mais antigo (se
10 existente) no armazenador de dados. Caso contrário, se a resposta for 'Não' para o bloco 926, o que indica que há pelo menos um pacote anterior pendente, então o pacote z é retido no armazenador de dados e o processo é concluído.

A Figura 10 mostra o processamento para a
15 transmissão HARQ exemplar da Figura 3A com a utilização dos processos 800 e 900 das figuras 8 e 9, respectivamente. A primeira transmissão de sub-pacote ocorre no quadro 0, e o `Último_Tempo_Decod` para os canais ARQ 0, 1, 2 e 3 é inicializado em -4, -3, -2 e -1, respectivamente, no início
20 da transmissão HARQ. O `Último_Tempo_Decod` para cada canal ARQ é atualizado sempre que um canal ARQ for processado. Esta atualização acarreta a fixação do `Último_Tempo_Decod` (1) no quadro atual se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ, que é o caso para os quadros 2, 4, 7, 10,
25 12 e 14 na Figura 10 e (2) no quadro atual menos `Espera_Max` se o `Último_Tempo_Decod` for posterior a este valor, que é o caso para os quadros 9, 13 e 15. A estação base reordena e emite pacotes sempre que um pacote decodificado for obtido, como, por exemplo, nos quadros 2, 4, 7, 9, 10, 12, 13 e 14
30 na Figura 10. Para cada quadro com um pacote decodificado, a Figura 10 mostra (1) o `Último_Tempo_Decod` computado para o quadro, (2) os pacotes armazenados no armazenador de dados e o tempo inicial para cada pacote armazenado, que é

dado entre parênteses, e (3) os pacotes, se existentes, que são emitidos para as camadas superiores. Para o exemplo mostrado na Figura 10, o pacote 4 no quadro 10 é mantido em cima porque um pacote não foi decodificado no canal ARQ 1.

- 5 Se o número de seqüência do pacote estiver disponível para reordenamento, então o pacote 4 pode ser emitido se o pacote 3 já tiver sido emitido.

10 Pseudo-códigos exemplares para os processos 800 e 900 das Figuras 8 e 9, respectivamente, são mostrados abaixo:

ATUALIZANDO AS VARIÁVEIS:

```

100     Se (CRC para Pacotex no ACIDy for aprovada) Então {
110         Último_Tempo_Decod (ACIDy) = Tempo_Sist;
120         Tempo_Inicial [Pacotex] = Tempo_Sist – 4*SPID[Pacotex];
130         Pôr Pacotex no Armazenador classificado com base nos valores
            crescentes do Tempo_Inicial do pacote;          }
140     Senão {

150         Último_Tempo_Decod[ACIDy] = max(último_Tempo_Decod[ACIDy],
            Tempo_Sist – 4*(Max_Num_Tx -1)); }

```

REORDENANDO E EMITINDO PACOTES:

```

200     aval_pacote_seguinte = verdadeiro;
210     Tempo_Decod_Mais_Antigo = menos(último_Tempo_Decod [ACID0],
            Último_Tempo_Decod[ACID1], Último_Tempo_Decod[ACID2],
            Último_Tempo_Decod[ACID3];
220     Enquanto ((aval_pacote_seguinte = verdadeiro) && (Armazenador não
            vazio) executar
230     {
240     Pacote_Seguinte = Obter pacote mais antigo do Armazenador
250     Se (Tempo_Decod_Mais_Antigo > Tempo_Inicial[Pacote_Seguinte] – 4)
260         Então emitir Pacote_Seguinte para camadas superiores
270         Caso contrário aval_pacote_seguinte = falso;
280     }

```

A Figura 11 mostra um diagrama de blocos de uma modalidade de um dispositivo sem fio 1110 e uma estação base 1150 em um sistema de comunicação sem fio. Um dispositivo sem fio pode ser também chamado estação móvel, terminal de usuário/acesso, equipamento de usuário, aparelho telefônico, unidade de assinante ou alguma outra terminologia. Uma estação base é uma estação fixa e pode ser também chamada estação transceptora base (BTS), ponto de acesso, Nó B ou alguma outra terminologia.

Para o link reverso, um codificador 1112 recebe dados de tráfego a serem enviados pelo dispositivo sem fio 1110 para uma transmissão HARQ e processa cada pacote de dados de modo a gerar um pacote codificado correspondente. O codificador 1112 pode também particionar cada pacote codificado em vários sub-pacotes. O processamento pelo codificador 1112 pode incluir formatar, codificar, intercalar e assim por diante e é determinado pelo padrão aplicável ao sistema. Por exemplo, os dados podem ser enviados no R-PDCH e o processamento pode ser executado de acordo com o cdma2000 Revisão D. Um modulador (Mod) 1114 recebe os sub-pacotes e processa cada sub-pacote para transmissão. O processamento pelo modulador 1114 pode incluir mapeamento em símbolos, canalização, espalhamento espectral e assim por diante e é também determinado pelo padrão aplicável ao sistema. Uma unidade transmissora (TMTR) 1116 processa a saída do modulador 1114 e gera um sinal de link reverso, que é roteado através de um duplexador (D) 1118 e transmitido por meio de uma antena 1120.

Na estação base 1150, o sinal de link reverso é recebido por uma antena 1152, roteado através de um duplexador 1154 e processado por uma unidade receptora (RCVR) 1156 de modo a se gerarem amostras recebidas. Um

demodulador (Demod) 1158 em seguida processa (isto é, desespalha, desfaz a canalização, e demodula dados) as amostras recebidas e gera símbolos demodulados. Um decodificador 1160 decodifica os símbolos demodulados para
 5 cada pacote enviado pelo dispositivo sem fio 1110, verifica o pacote, fornece a condição do pacote a um controlador 1170 e envia o pacote (se decodificado) a um armazenador de dados 1174. O processamento pelo demodulador 1158 e pelo decodificador 1160 na estação base 1150 é complementar ao
 10 processamento pelo modulador 114 e pelo codificador 1112, respectivamente, no dispositivo sem fio 1110.

O codificador 1112 e o decodificador 1160 executam o processamento para a camada física. A HARQ é tipicamente implementada em uma camada de Controle de
 15 Acesso a Meio (MAC), que reside no topo da camada física. Em uma modalidade, o codificador 1112 implementa toda ou uma parte de uma entidade HARQ de transmissor para a transmissão HARQ do dispositivo sem fio 1110 para a estação base 1150. O decodificador 1160 implementa toda ou uma
 20 parte de uma entidade HARQ de receptor para a transmissão HARQ. Em outra modalidade, um controlador 1130 implementa toda ou uma parte da entidade HARQ de transmissor, e o controlador 1170 implementa toda ou uma parte da entidade HARQ de receptor. Por exemplo, o decodificador 1160 pode
 25 fornecer a condição de cada pacote recebido e o tempo de decodificação para cada pacote decodificado, e o controlador 1170 pode efetuar detecção duplicada, reordenamento e emissão de pacotes decodificados para as camadas superiores. O controlador 1170 pode também fornecer
 30 a realimentação ACK/NAK adequada para cada sub-pacote recebido do dispositivo sem fio 1110.

Para o link direto, os dados a serem enviados pela estação base 1150 e a ACK/NAK para o dispositivo sem

fio 1110 são processados (isto é, formatados, codificados e assim por diante) por um codificador 1180, adicionalmente processados (isto é, canalizados, espalhados e assim por diante) por um modulador 1182 e condicionados por uma
5 unidade transmissora 1184 para gerar um sinal de link direto, que é roteado através do duplexador 1154 e transmitido por meio da antena 1152. No dispositivo sem fio 1110, o sinal de link direto é recebido pela antena 1120, roteado através do duplexador 1118 e processado por um
10 unidade receptora 1140, de modo a se gerarem amostras de entrada. Um demodulador 1142 processa as amostras de entrada e gera símbolos demodulados, e um decodificador 1114 também processa os símbolos demodulados e fornece dados decodificados a um armazenador de dados 1134.

15 O controlador 1130 recebe do decodificador 1144 a realimentação ACK/NAK enviada pela estação base 1150 e orienta a transmissão de sub-pacotes para pacotes apagados e novos. Os controladores 1130 e 1170 também orientam o funcionamento de diversas unidades de processamento no
20 dispositivo sem fio 1110 e na estação base 1150, respectivamente. Os controladores 1130 e 1110 podem implementar todas ou uma parte das técnicas de detecção e reordenamento aqui descritas para transmissão HARQ no link direto e no link reverso, respectivamente. Por exemplo,
25 cada controlador pode implementar os processos mostrados nas Figuras 4, 6, 7, 8 e 9. As unidades de memória 1132 e 1172 armazenam os códigos de programa e dados utilizados pelos controladores 1130 e 1170, respectivamente.

30 Para maior clareza, as técnicas de detecção duplicada e reordenamento foram descritas para o R-PDCH no cdma2000 Revisão D. Em geral, estas técnicas podem ser utilizadas para HARQ com qualquer número de canais ARQ,

qualquer número de transmissões de sub-pacotes para cada pacote e assim por diante.

As técnicas de detecção duplicada e reordenamento aqui descritas podem ser implementadas por diversos elementos. Por exemplo, estas técnicas podem ser implementadas em hardware, software ou uma combinação deles. Para uma implementação em hardware, as unidades de processamento utilizadas para efetuar detecção duplicada e/ou reordenamento podem ser implementadas dentro de um ou mais circuitos integrados específicos (ASICs), processadores de sinais digitais (DSPs), dispositivos de processamento de sinais digitais (DSPDs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), arranjos de portas programáveis no campo (FPGAs), processadores, controladores, microcontroladores, microprocessadores, outras unidades eletrônicas projetadas para executar as funções aqui descritas ou uma combinação deles.

Para uma implementação em software, as técnicas de detecção duplicada e reordenamento podem ser implementadas com módulos (isto é, procedimentos, funções e assim por diante) que executem as funções aqui descritas. Os códigos de software podem ser armazenados em uma unidade de memória (a unidade de memória 1132 ou 1172 da Figura 11, por exemplo) e executados por um processador (o controlador 1130 ou 1170, por exemplo). A unidade de memória pode ser implementada dentro do processador ou fora do processador.

A descrição anterior das modalidades reveladas é apresentada para permitir que qualquer pessoa versada na técnica fabrique ou utilize a presente invenção. Diversas modificações nestas modalidades serão prontamente evidentes aos versados na técnica, e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outras modalidades sem que se abandone o espírito ou alcance da invenção. Assim, a

presente invenção não pretende estar limitada às modalidades aqui mostradas, mas deve receber o mais amplo alcance compatível com os princípios e aspectos inéditos aqui revelados.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para efetuar detecção duplicada para uma transmissão de Solicitação de Repetição Automática Híbrida (HARQ), o qual compreende:

5 decodificar um pacote atual recebido em um canal ARQ de modo a se obter um pacote decodificado ou um pacote apagado para o canal ARQ; e

 se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ, determinar se o pacote decodificado é um pacote
10 duplicado com base em um identificador do pacote atual e um identificador do último pacote sub-pacote recebido para um pacote decodificado anterior obtido para o canal ARQ.

 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, no qual determinar se o pacote decodificado é um pacote
15 duplicado compreende determinar um identificador inesperado para o canal ARQ com base no identificador do último sub-pacote recebido para o pacote decodificado anterior, o identificador inesperado sendo um identificador para um sub-pacote que não se esperava fosse recebido no canal ARQ,
20 comparar o identificador do sub-pacote atual com o identificador inesperado e declarar o pacote decodificado como um pacote duplicado se o identificador do sub-pacote atual for igual ao identificador inesperado.

 3. Método, de acordo com a reivindicação 2, no
25 qual determinar o identificador inesperado compreende fixar o identificador inesperado no identificador do último sub-pacote recebido para o pacote decodificado anterior mais um para cada sub-pacote recebido no canal ARQ desde o último sub-pacote.

30 4. Método, de acordo com a reivindicação 2, que compreende também:

fixar o identificador inesperado no identificador do pacote atual mais um se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ; e

incrementar o identificador inesperado em um se
5 um pacote apagado for obtido para o canal ARQ.

5. Equipamento para receber uma transmissão de solicitação de repetição automática híbrida (HARQ), o qual compreende:

um decodificador para decodificar um sub-pacote
10 atual recebido em um canal ARQ e para fornecer um pacote decodificado ou um pacote apagado para o canal ARQ; e

um controlador para, se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ, determinar se o pacote decodificado é um pacote duplicado com base em um
15 identificador do sub-pacote atual e um identificador do último sub-pacote recebido para um pacote decodificado anterior obtido para o canal ARQ.

6. Equipamento, de acordo com a reivindicação 5, no qual o controlador determina um identificador inesperado
20 para o canal ARQ com base no identificador do último sub-pacote recebido para o pacote decodificado anterior, compara o identificador do sub-pacote atual com o identificador inesperado e declara o pacote decodificado como sendo um pacote duplicado se o identificador do sub-
25 pacote atual for igual ao identificador inesperado.

7. Equipamento, de acordo com a reivindicação 6, no qual o controlador fixa o identificador inesperado no identificador do pacote atual mais um se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ e incrementa o
30 identificador inesperado em um se um pacote apagado for obtido para o canal ARQ.

8. Equipamento, de acordo com a reivindicação 5, no qual o decodificador decodifica os pacotes recebidos em um Canal de Dados em Pacote Reverso (R-PDCH) no cdma2000.

5 9. Equipamento para receber uma transmissão de solicitação de repetição automática híbrida (HARQ) em um sistema de comunicação sem fio, o qual compreende:

um elemento para decodificar um sub-pacote atual recebido em um canal ARQ de modo a obter um pacote decodificado ou um pacote apagado para o canal ARQ; e

10 um elemento para, se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ, determinar se o pacote decodificado é um pacote duplicado com base em um identificador do sub-pacote atual e em um identificador do último sub-pacote recebido para um pacote decodificado
15 anterior obtido para o canal ARQ.

10. Equipamento, de acordo com a reivindicação 9, no qual o elemento para determinar se o pacote decodificado é um pacote duplicado compreende um elemento para determinar um identificador inesperado para o canal ARQ com
20 base no identificador do último sub-pacote recebido para o pacote decodificado anterior, um elemento para comparar o identificador do sub-pacote atual com o identificador inesperado e um elemento para declarar o pacote decodificado como sendo um pacote duplicado se o
25 identificador do sub-pacote atual for igual ao identificador inesperado.

11. Equipamento, de acordo com a reivindicação 10, no qual o elemento para determinar um identificador inesperado para o canal ARQ compreende um elemento para
30 fixar o identificador inesperado no identificador do pacote atual mais um se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ e um elemento para incrementar o identificador

inesperado em um se um pacote apagado for obtido para o canal ARQ.

12. Meio passível de leitura por processador para armazenar instruções acionáveis para:

5 decodificar um pacote atual recebido em um canal ARQ de modo a obter um pacote decodificado ou um pacote apagado para o canal ARQ; e

se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ, determinar se o pacote decodificado é um pacote duplicado com base em um identificador do sub-pacote atual e um identificador do último sub-pacote recebido para um pacote decodificado anterior, comparar o identificador do sub-pacote atual com o identificador inesperado e declarar o pacote decodificado como sendo um pacote duplicado se o
10 identificador do sub-pacote atual for igual ao identificador inesperado.

13. Meio passível de leitura por processador, de acordo com a reivindicação 12, e também para armazenar instruções acionáveis para:

20 determinar um identificador inesperado para o canal ARQ com base no identificador do último sub-pacote recebido para o pacote decodificado anterior, c

comparar o identificador do sub-pacote atual com o identificador inesperado; e

25 declarar o pacote decodificado como sendo um pacote duplicado se o identificador do sub-pacote atual for igual ao identificador inesperado.

14. Método para efetuar reordenamento para uma transmissão de solicitação de repetição automática híbrida (HARQ), o qual compreende:
30

obter um pacote decodificado para um canal ARQ;

determinar se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer um do pelo menos um outro canal ARQ

com base nos pacotes decodificados para o pelo menos um outro canal ARQ, cada pacote anterior sendo um pacote que foi enviado antes do pacote decodificado e pode ser ainda recebido; e

5 emitir o pacote decodificado se não houver pacotes anteriores pendentes.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, que compreende também:

 armazenar o pacote decodificado se houver pelo
10 menos um pacote anterior pendente.

16. Método, de acordo com a reivindicação 14, no qual determinar se um pacote anterior ainda está pendente em um qual um do pelo menos um outro canal ARQ compreende, para cada um do pelo menos um outro canal ARQ, indicar que
15 não há pacotes anteriores pendentes se um pacote decodificado tiver sido recebido no outro canal ARQ em um tempo designado ou posteriormente.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, que compreende também:

20 determinar o tempo designado com base no tempo inicial para o pacote decodificado e no número de canais ARQ disponíveis para a transmissão HARQ.

18. Método, de acordo com a reivindicação 14, no qual determinar se um pacote anterior ainda está pendente
25 em um do pelo menos um outro canal ARQ compreende, para cada um do pelo menos um outro canal ARQ, indicar que não há pacotes anteriores pendentes se um pacote decodificado não tiver sido recebido no outro canal ARQ dentro de uma janela de tempo.

30 19. Método, de acordo com a reivindicação 18, que compreende também:

determinar a janela de tempo com base no número máximo de sub-pacotes para cada pacote e no número de canais ARQ disponíveis para a transmissão HARQ.

20. Método, de acordo com a reivindicação 14, no qual determinar se um pacote anterior está ainda pendente em qual um do pelo menos um outro canal ARQ compreende determinar o último tempo de decodificação para cada um do pelo menos um outro canal ARQ, determinar o tempo de decodificação mais antigo para o pelo menos um outro canal ARQ e determinar se um pacote anterior está ainda pendente em qualquer um do pelo menos um outro canal com base no tempo de decodificação mais antigo.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, no qual determinar o último tempo de decodificação para cada um do pelo menos um outro canal ARQ compreende fixar o último tempo de decodificação para cada um do pelo menos um outro canal ARQ como estando dentro de uma janela de tempo a partir do tempo no qual o outro canal ARQ é recebido.

22. Método, de acordo com a reivindicação 16, que compreende também:

receber a transmissão HARQ por meio de uma série de canais ARQ que incluem o canal ARQ e o pelo menos um outro canal ARQ, a série de canais ARQ sendo enviada em uma ordem predeterminada em uma linha de tempo.

23. Equipamento para receber uma transmissão de solicitação de repetição automática híbrida (HARQ) em um sistema de comunicação sem fio, o qual compreende:

um decodificador para obter um pacote decodificado para um canal ARQ;

um controlador para determinar se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer um do pelo menos um outro canal ARQ com base nos pacotes decodificados para o pelo menos um outro canal ARQ e para emitir o pacote

decodificado se não houver pacotes anteriores pendentes para o pacote decodificado, cada pacote anterior pendente sendo um pacote que foi enviado antes do pacote decodificado e pode ainda ser recebido.

5 24. Equipamento, de acordo com a reivindicação 23, no qual, para cada um do pelo menos um outro canal ARQ, o controlador indica que não há pacotes anteriores pendentes se um pacote decodificado tiver sido recebido no outro canal ARQ em um tempo designado ou posteriormente, o
10 tempo designado sendo determinado no tempo inicial para o pacote decodificado e no número de canais ARQ para a transmissão HARQ.

 25. Equipamento, de acordo com a reivindicação 23, no qual, para cada um do pelo menos um outro canal ARQ,
15 o controlador indica que não há pacotes anteriores pendentes se um pacote decodificado não tiver sido recebido no outro canal ARQ dentro de uma janela de tempo determinada com base no número máximo de sub-pacotes para cada pacote e no número de canais ARQ disponíveis para a
20 transmissão HARQ.

 26. Equipamento, de acordo com a reivindicação 23, que compreende também:

 um armazenador para armazenar o pacote decodificado se houver pelo menos um pacote anterior
25 pendente.

 27. Equipamento, de acordo com a reivindicação 23, no qual o decodificador decodifica pacotes recebidos em um Canal de Dados em Pacote Reverso (R-PDCH) no cdma2000.

 28. Equipamento para receber uma transmissão de
30 solicitação de repetição automática híbrida (HARQ) em um sistema de comunicação sem fio, o qual compreende:

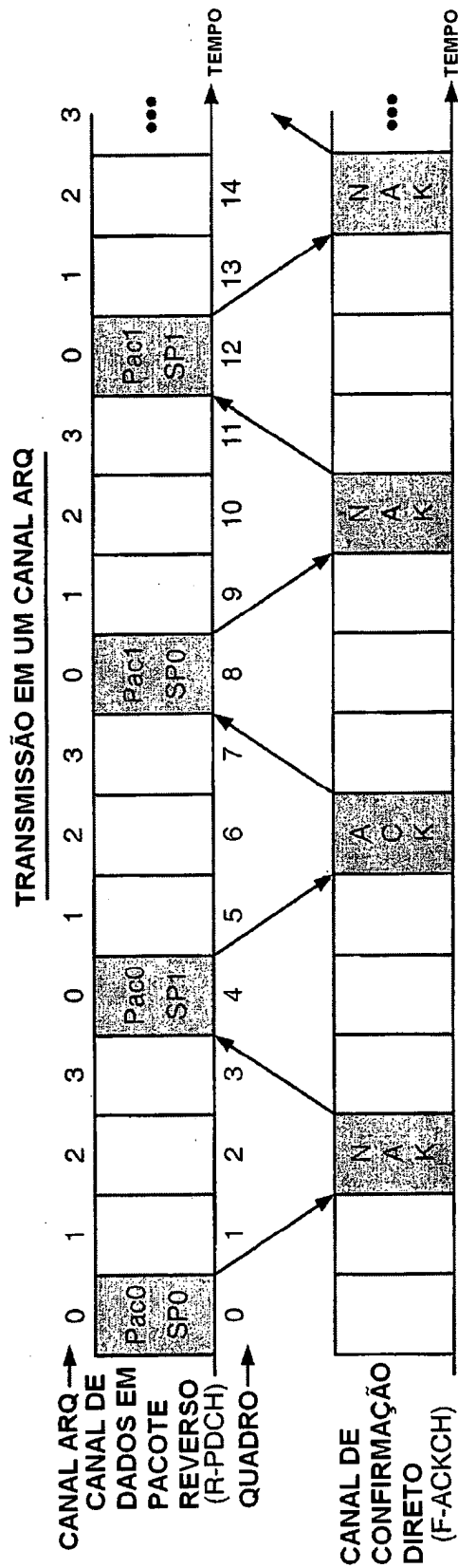
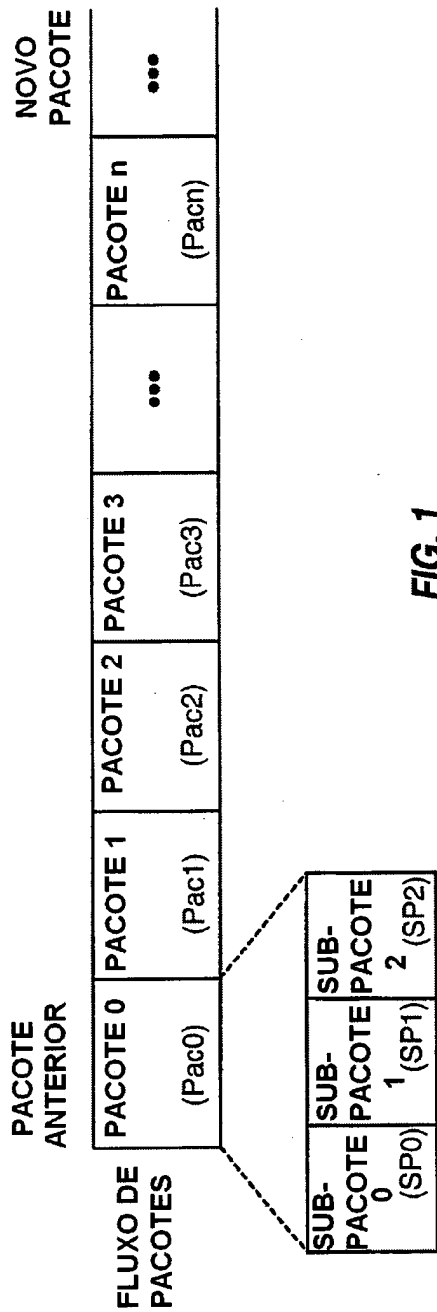
 um elemento para obter um pacote decodificado para um canal ARQ;

um elemento para determinar se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer um do pelo menos um outro canal ARQ com base nos pacotes decodificados para o pelo menos um outro canal ARQ, cada pacote anterior pendente
5 sendo um pacote que foi enviado antes do pacote decodificado e pode ainda ser recebido; e

um elemento para emitir o pacote decodificado se não houver pacotes anteriores pendentes.

29. Equipamento, de acordo com a reivindicação
10 28, no qual o elemento para determinar se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer um do pelo menos um outro canal ARQ compreende um elemento para indicar que não há pacotes anteriores pendentes para cada um do pelo menos um outro canal ARQ se um pacote decodificado tiver
15 sido recebido no outro canal ARQ em um tempo designado ou posteriormente, o tempo designado sendo determinado com base no tempo inicial para o pacote decodificado e no número de canais ARQ disponíveis para a transmissão HARQ.

30. Equipamento, de acordo com a reivindicação
20 28, no qual o elemento para determinar se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer um do pelo menos um outro canal ARQ compreende um elemento para indicar que não há pacotes anteriores para cada um do pelo menos um outro canal ARQ se um pacote decodificado não tiver sido
25 recebido no outro canal ARQ dentro de uma janela de tempo determinada com base no número máximo de sub-pacotes para cada pacote e no número de canais ARQ disponíveis para a transmissão HARQ.



TRANSMISSÃO EM QUATRO CANAIS ARQ

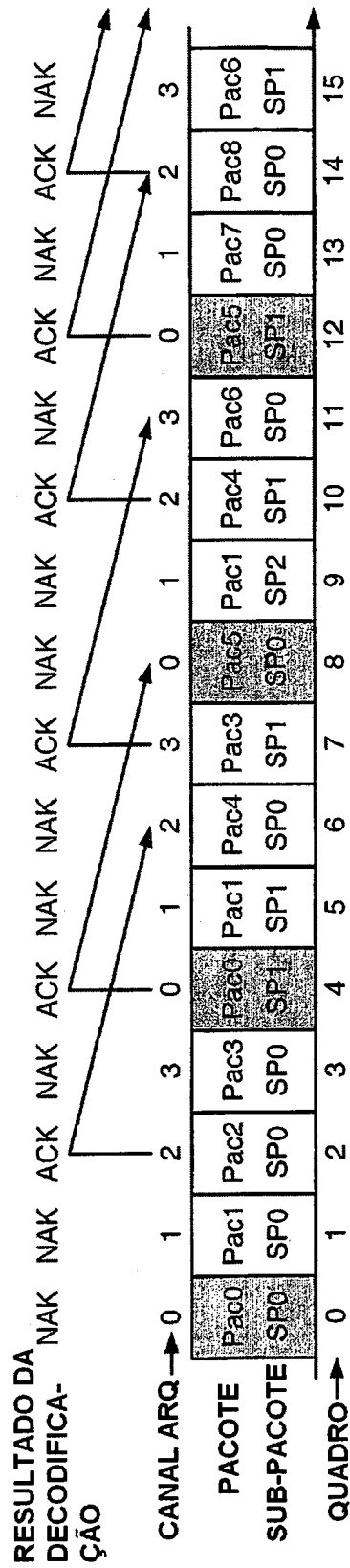


FIG. 3A

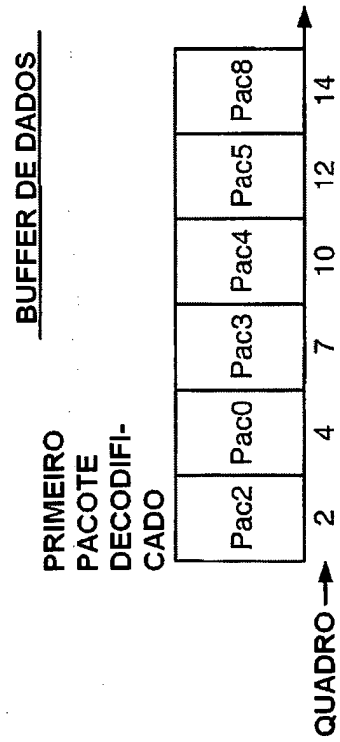


FIG. 3B

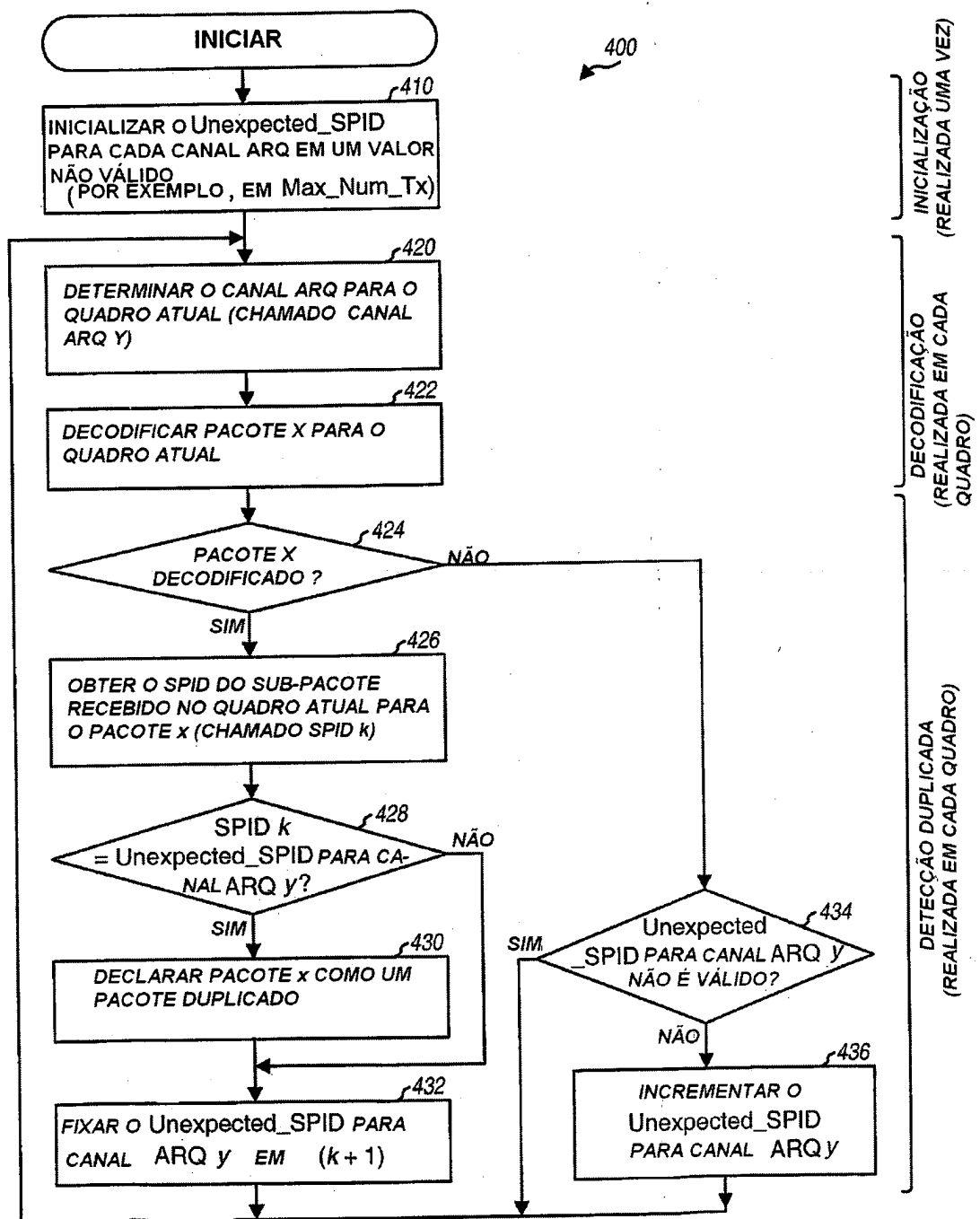


FIG. 4

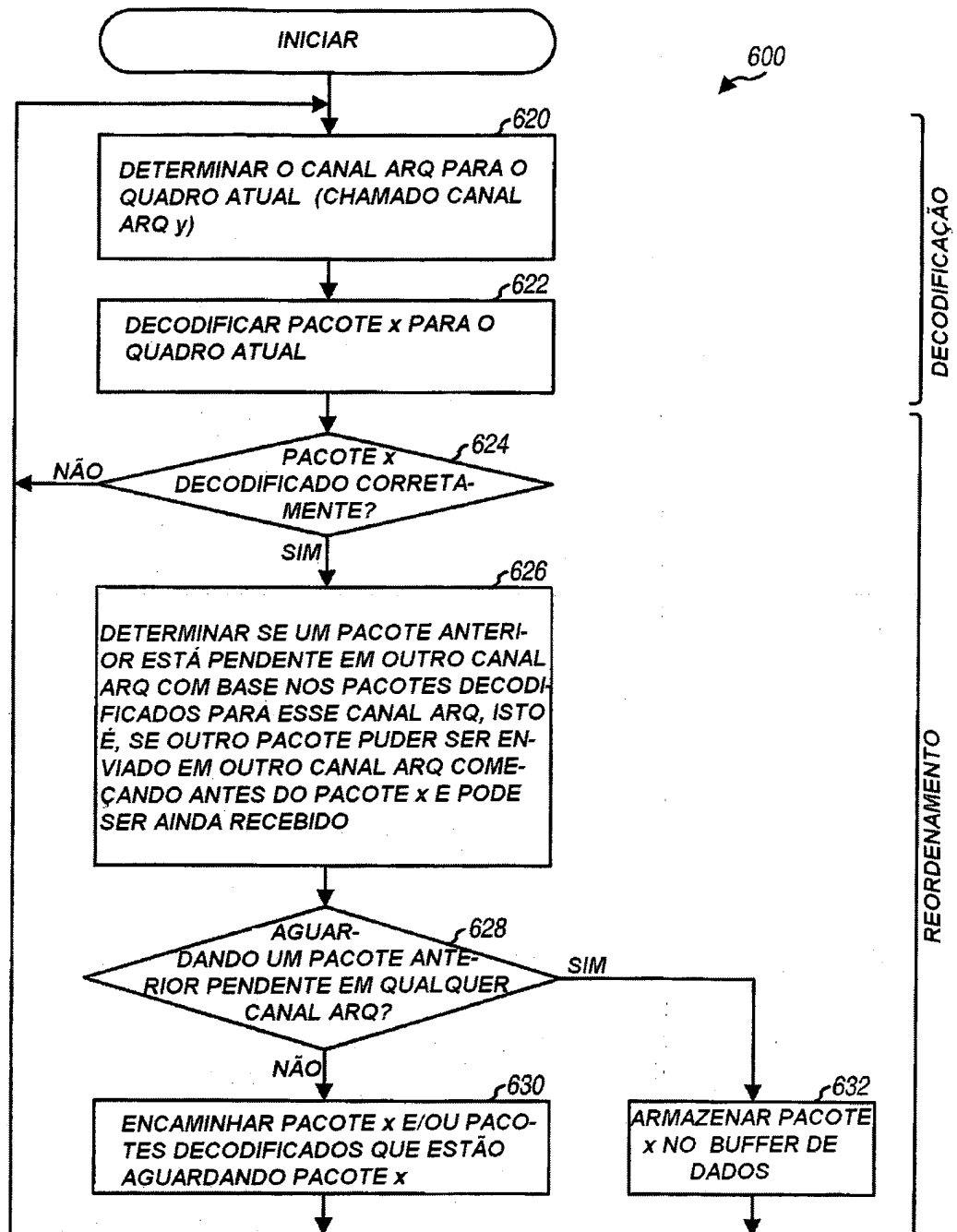
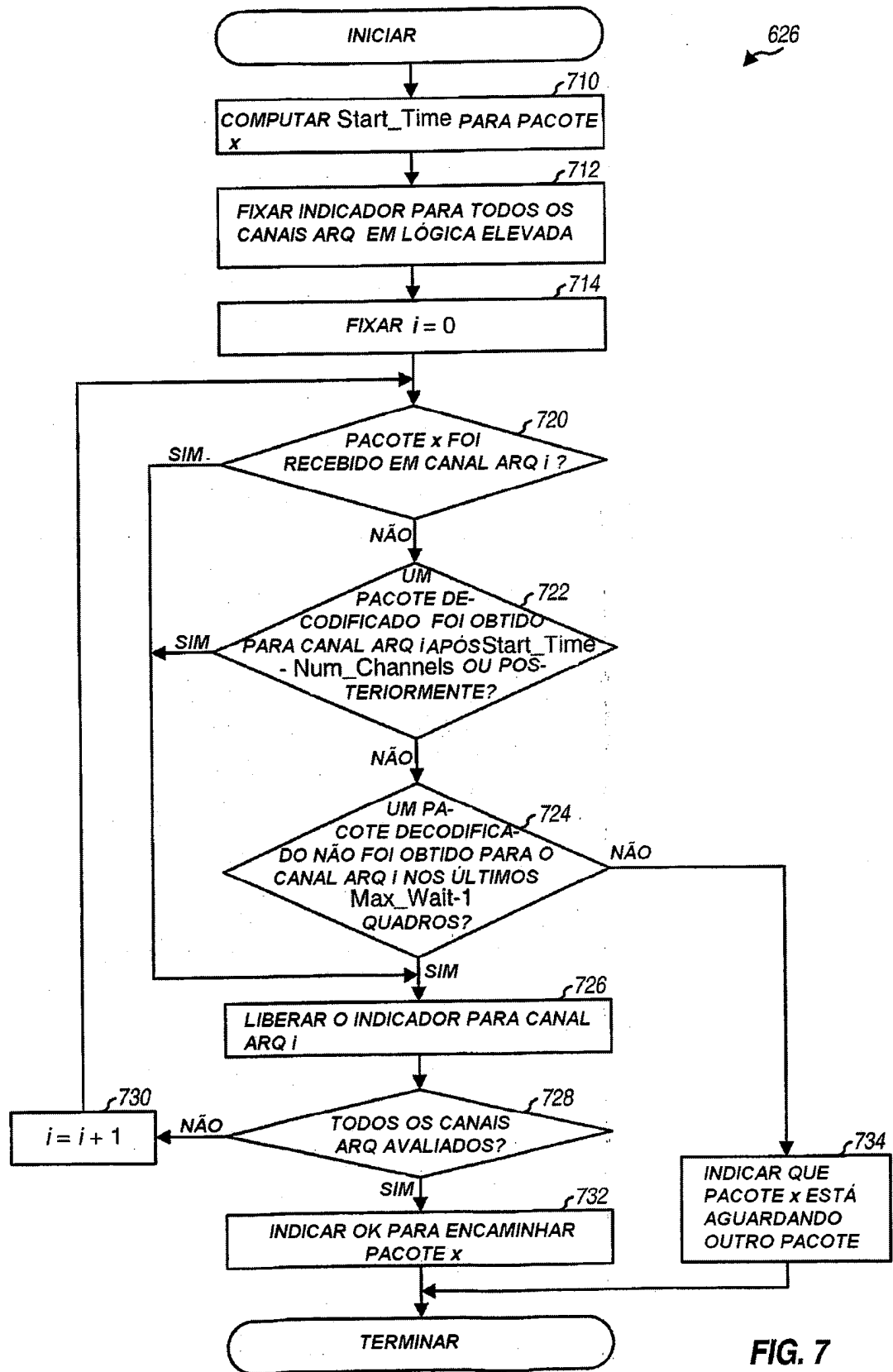


FIG. 6



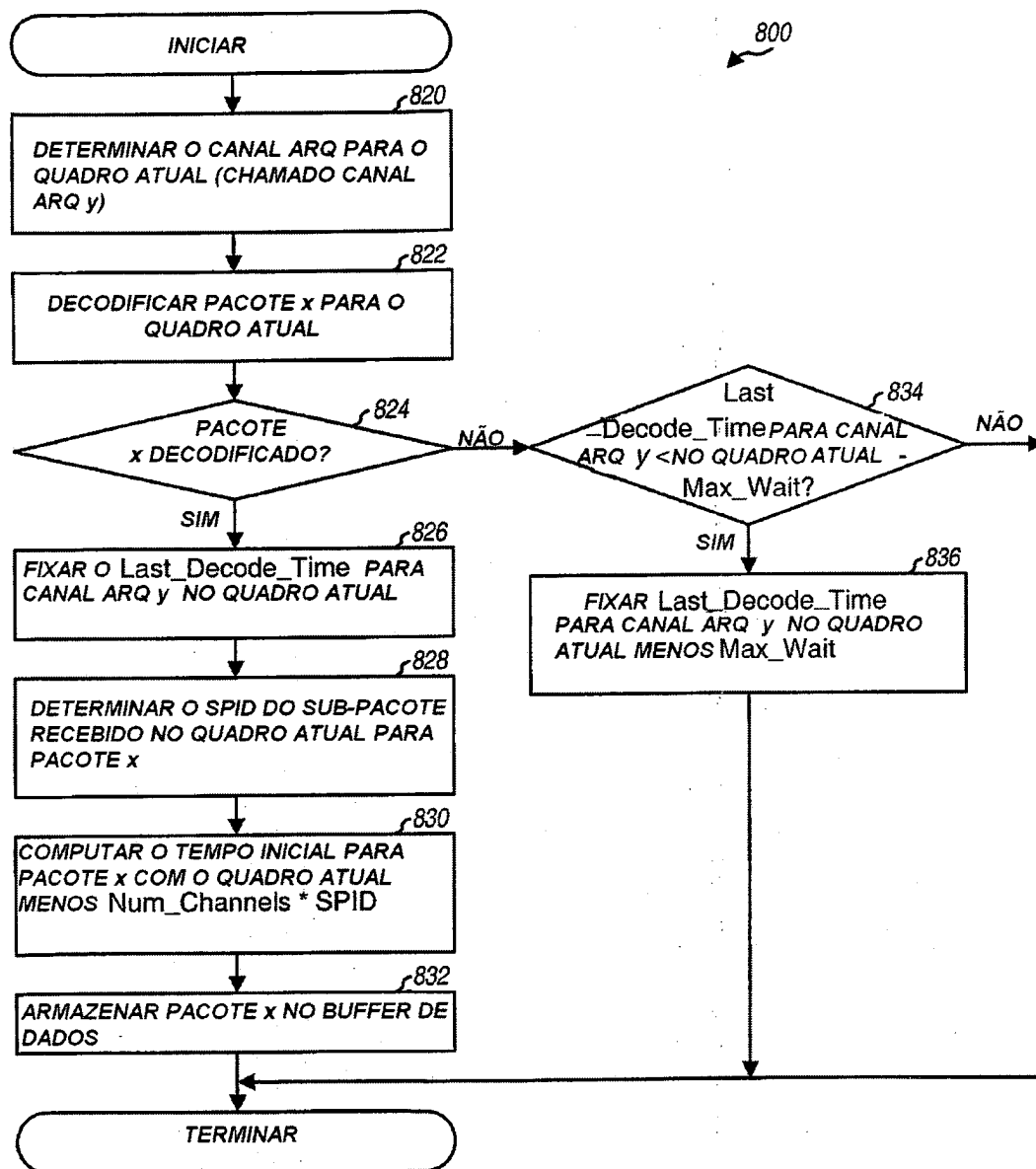


FIG. 8

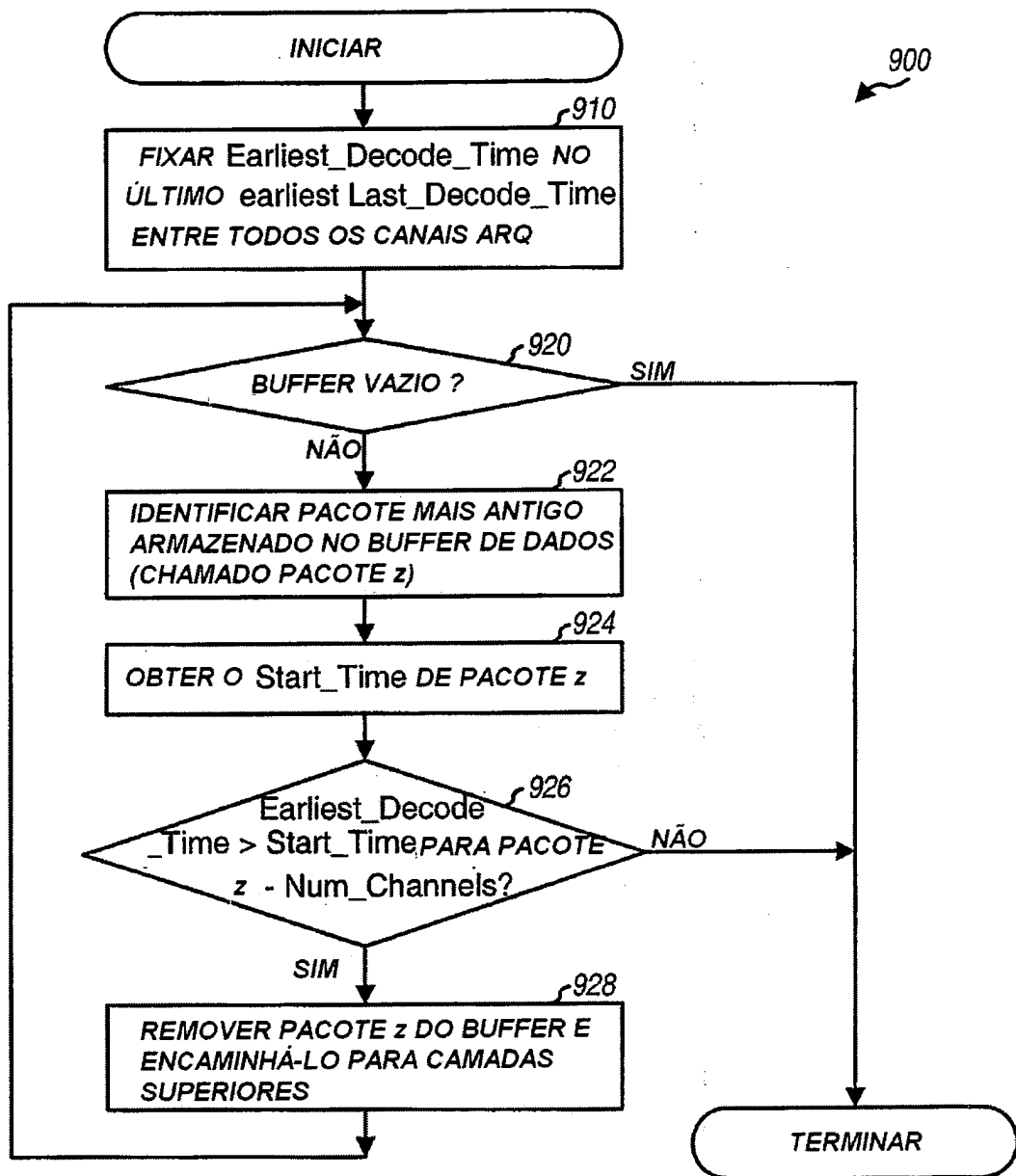
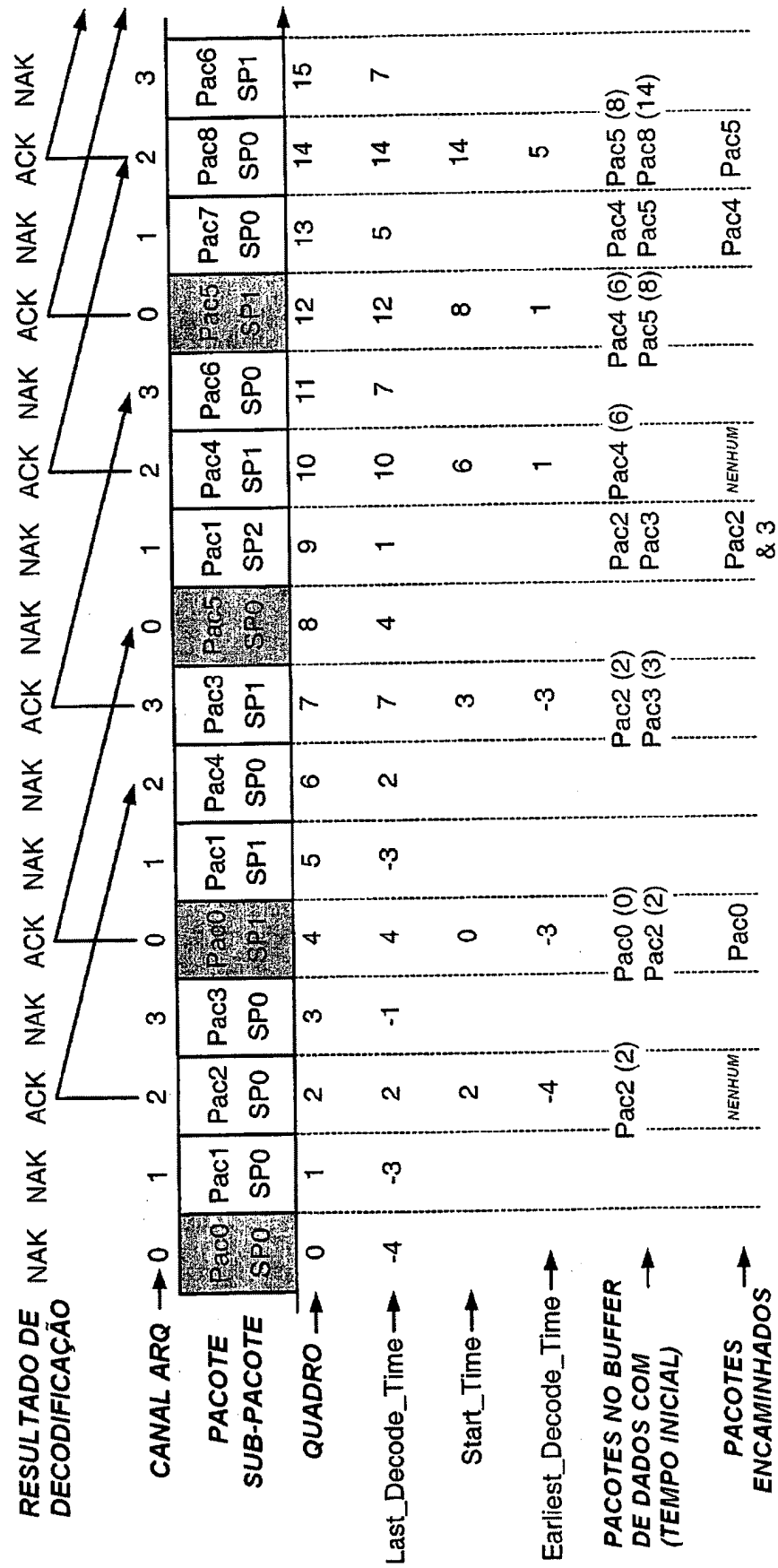


FIG. 9



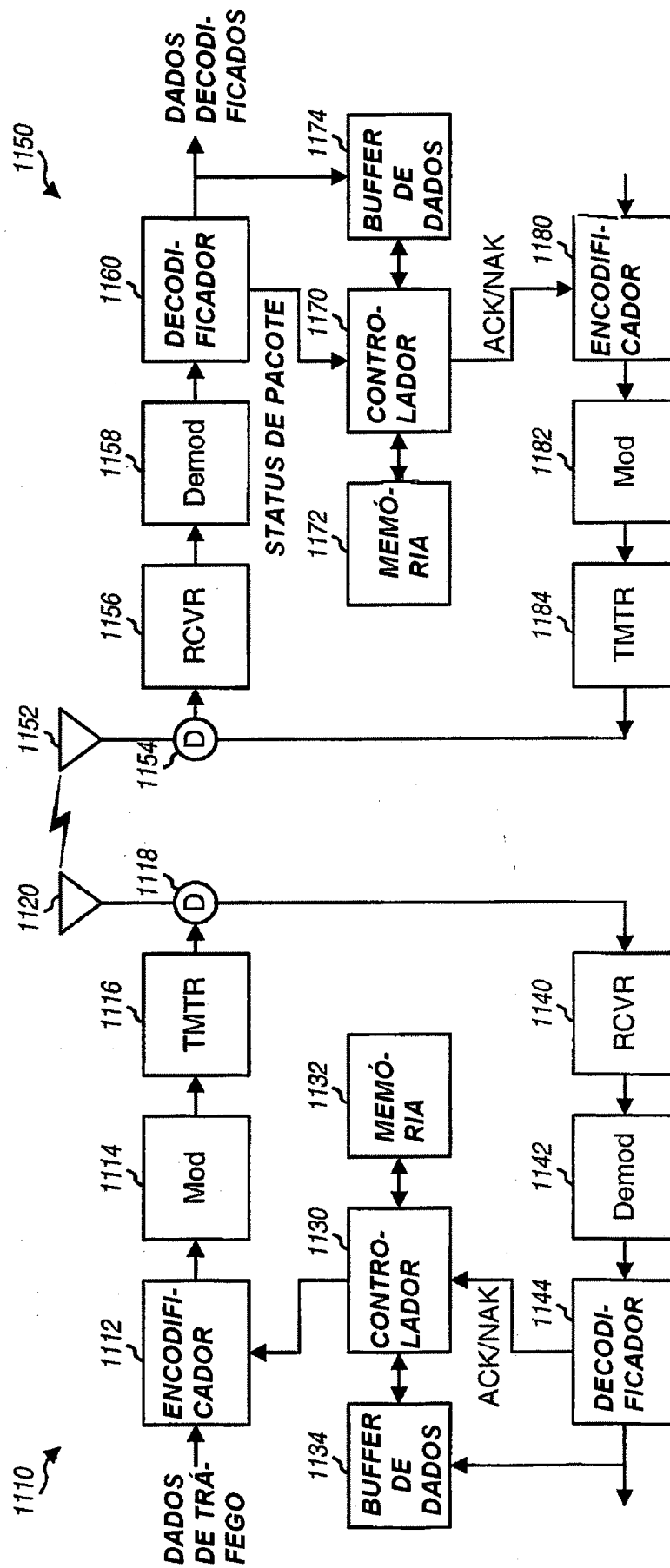


FIG. 11

RESUMO

"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA MELHORAR SEGURANÇA EM TRANSMISSÃO DE DADOS EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO"

São descritas técnicas para efetuar detecção
5 duplicada e reordenamento para uma transmissão HARQ. Para
detecção duplicada, um receptor determina se um pacote
decodificado x para um canal ARQ é um pacote duplicado com
base no pacote x e em um pacote decodificado anterior para
o canal ARQ y. Para reordenamento, o receptor determina se
10 um pacote anterior ainda está pendente em qualquer outro
canal ARQ com base nos pacotes decodificados anteriores
para os canais ARQ e emite o pacote x somente se não houver
pacotes anteriores pendentes. Não há pacotes anteriores
pendentes em outro canal z se (1) um pacote decodificado
15 tiver sido recebido no canal ARQ z em um tempo designado ou
posteriormente ou se (2) um pacote decodificado não tiver
sido recebido no canal ARQ z dentro de uma janela de tempo
do tempo atual.

**"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA MELHORAR SEGURANÇA EM
TRANSMISSÃO DE DADOS EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO"**

FUNDAMENTOS

I. CAMPO

- 5 A presente invenção refere-se de maneira geral a comunicações sem fio e, mais especificamente, a técnicas para melhorar a segurança em transmissão de dados.

II. FUNDAMENTOS

- Muitos sistemas de comunicação sem fio empregam HARQ para melhorar segurança em transmissão de dados. Com HARQ, cada pacote de dados pode ser transmitido uma ou múltiplas vezes por um transmissor até que o pacote seja decodificado corretamente por um receptor ou o número máximo de transmissões tenha sido enviado pelo pacote. Uma entidade HARQ no transmissor (que é frequentemente chamada entidade HARQ transmissora) recebe pacotes aos quais foram atribuídos números de sequência, encodifica (encodes) cada pacote em um ou vários sub-pacotes e transmite estes sub-pacotes em uma ordem seqüencial.

- 20 Uma entidade HARQ correspondente no receptor (que é frequentemente chamada entidade HARQ receptora) recebe as transmissões do transmissor e combina os sub-pacotes que pertencem ao mesmo pacote. Os sub-pacotes combinados para cada pacote transmitido são então decodificados em uma tentativa de recuperar o pacote transmitido. Entretanto, devido à degradação causada pelos efeitos deletérios em um link sem fio, alguns dos pacotes recebidos podem ser decodificados em erro e são chamados pacotes apagados. O receptor pode enviar ao transmissor uma confirmação (ACK) para cada pacote decodificado corretamente para terminar a transmissão de sub-pacotes adicionais para este pacote e/ou uma confirmação negativa (NAK) para cada pacote apagado para iniciar a transmissão de outro sub-pacote pelo pacote.

O transmissor pode receber erroneamente as ACKs e/ou NAKs enviadas pelo receptor. Cada ACK que é detectada erroneamente como uma NAK pelo transmissor resulta na transmissão de um outro sub-pacote por um pacote que já foi
5 decodificado corretamente pelo receptor. A transmissão redundante pode ser decodificada corretamente pelo receptor e resultar em um pacote duplicado. A taxa de erros para as transmissões de ACK pode ser elevada e, conseqüentemente, o receptor pode obter frequentemente pacotes duplicados.

10 US2003/0067907 trata de um método e sistema para capacidade de transmissão eficiente que evita transmissão de dados desnecessária. O método e sistema distinguem entre um sub-pacote para um pacote de dados atual e um sub-pacote para um novo pacote de dados por designação de diferentes
15 códigos a eles.

A entidade HARQ receptora é também encarregada de fornecer pacotes decodificados corretamente a camadas superiores. Em muitos sistemas, as camadas superiores esperam receber dados na ordem apropriada, conforme
20 determinado pelos números de seqüência dos pacotes. Com HARQ, embora a entidade HARQ transmissora envie os primeiros sub-pacotes em ordem seqüencial, a entidade HARQ receptora pode recuperar os pacotes fora de ordem por causa das transmissões de sub-pacotes adicionais pelos pacotes
25 apagados. Como um resultado, a entidade HARQ receptora tipicamente armazena em buffer os pacotes que foram corretamente decodificados, reordena estes pacotes conforme necessário e provê os pacotes reordenados às camadas superiores. Se os pacotes forem recuperados fora de ordem,
30 então a entidade HARQ receptora pode "protelar" ou retardar a entrega dos pacotes corretamente decodificados às camadas superiores sempre que os pacotes anteriores forem detectados como sendo faltosos, até que ou (1) os pacotes

faltosos sejam decodificados corretamente pela entidade HARQ receptora ou (2) a entidade HARQ receptora confie que os pacotes faltosos estejam perdidos e não serão recebidos. Se a entidade HARQ receptora declarar um pacote como
 5 estando perdido quando este não for o caso, então as camadas superiores podem (1) iniciar retransmissão do pacote perdido, embora com um longo retardo, ou (2) tratar o pacote como estando perdido, sendo ambos indesejáveis.

Em um esquema de reordenamento simples, o
 10 receptor armazena cada pacote decodificado corretamente em um buffer até que a duração de tempo máxima para a transmissão de todos os pacotes anteriores tenha expirado. O receptor em seguida provê o pacote decodificado corretamente às camadas superiores após expirar esta
 15 duração de tempo máxima, confiando que quaisquer pacotes anteriores que sejam ainda faltosos não serão recebidos. Entretanto, o retardo na entrega de pacotes às camadas superiores pode ser excessivamente longo para este esquema de reordenamento simples.

20 Há, portanto, necessidade na arte de técnicas para realizar de maneira eficiente detecção duplicada e reordenamento para uma transmissão HARQ.

SUMÁRIO

São aqui descritas técnicas para realizar
 25 detecção duplicada e reordenamento para uma transmissão HARQ. Para um sistema HARQ síncrono, múltiplos canais ARQ são utilizados para a transmissão HARQ, e o tempo no qual cada canal ARQ é enviado é conhecido *a priori* tanto por um transmissor quanto por um receptor para uma transmissão
 30 HARQ. Para um sistema HARQ assíncrono, o tempo entre as transmissões de sub-pacotes subseqüentes no mesmo canal ARQ é variável e é determinado por uma entidade de programação com base em características de canal e/ou outras. Se a

entidade de programação reside no transmissor, o que é tipicamente o caso para o link direto (ou downlink), então um mecanismo de controle seguro pode ser utilizado para informar ao receptor o tempo no qual cada canal ARQ é
 5 enviado. Para um sistema com um link reverso (ou uplink) completamente programado, a entidade de programação fica no receptor, que está então ciente do tempo no qual cada canal ARQ é enviado. Para sistemas HARQ tanto síncronos quanto assíncronos, presume-se que tanto o transmissor quanto o
 10 receptor conhecem o tempo no qual cada canal ARQ é enviado.

Para a transmissão HARQ, o transmissor recebe uma sequência de pacotes de dados aos quais podem ser atribuídos números de sequência para indicar sua ordem na sequência. O transmissor processa cada pacote e gera
 15 múltiplos sub-pacotes aos quais são atribuídos identificadores de sub-pacote (SPIDs) numerados sequencialmente. O transmissor transmite os pacotes em uma ordem sequencial (com base em seus números de sequência ou na ordem de chegada das camadas superiores) nos canais ARQ
 20 à medida que estes canais se tornam disponíveis. Cada pacote é enviado em um canal ARQ. Para cada pacote, os sub-pacotes para esse pacote são enviados em uma ordem sequencial baseada em seus SPIDs, um sub-pacote de cada vez, até que uma ACK seja recebida por esse pacote ou todos
 25 os sub-pacotes tenham sido enviados.

Para a detecção duplicada, o receptor determina se um dado pacote decodificado corretamente x para um dado canal ARQ y é um pacote duplicado com base no pacote decodificado corretamente x e no pacote decodificado
 30 corretamente antecedente para o canal ARQ y . Ao obter o pacote decodificado corretamente antecedente, o receptor ajusta um SPID inesperado para o canal ARQ y no SPID l do último sub-pacote recebido pelo pacote decodificado

corretamente antecedente mais um, isto é, SPID inesperado = $l + 1$. O SPID inesperado é o SPID para um sub-pacote que não se espera que seja recebido no canal ARQ y . Por exemplo, o receptor pode enviar uma ACK pelo pacote decodificado corretamente antecedente, que pode ser detectado erroneamente como uma NAK pelo transmissor, que pode então transmitir o sub-pacote seguinte com SPID de $l + 1$. O receptor obtém o SPID do último sub-pacote recebido pelo pacote decodificado corretamente x , compara o SPID deste sub-pacote com o SPID inesperado e declara o pacote x como sendo um pacote duplicado caso os dois SPIDs correspondam um ao outro. O receptor incrementa o SPID inesperado cada vez que um sub-pacote pode ser enviado no canal ARQ y , de modo que o SPID inesperado rastreie o SPID do sub-pacote que não se espera que seja recebido no canal ARQ y . Este incremento é feito mesmo se o receptor não tiver detectado uma transmissão. Por exemplo, o receptor pode decodificar um pacote com SPID = l no canal ARQ y e enviar uma ACK que é detectada erroneamente como uma NAK pelo transmissor. O receptor pode não detectar transmissão de sub-pacote subsequente de SPID = $l + 1$ no canal ARQ y , mas detectar a transmissão após essa que tem SPID = $l + 2$. Ao incrementar sempre o SPID inesperado, o receptor assegura sempre detectar pacotes duplicados, mesmo que não detecte alguns sub-pacotes.

Para reordenamento, o receptor obtém o pacote decodificado corretamente x para o canal ARQ y , determina se um pacote anterior ainda está pendente em qualquer outro canal ARQ com base nos pacotes decodificados corretamente anteriores (se existentes) para os canais ARQ e emite o pacote x para as camadas superiores se não houver pacotes anteriores pendentes. Cada pacote anterior pendente é um

pacote que foi enviado antes do pacote x e que pode ser ainda recebido. Não há pacotes anteriores pendentes em outro canal ARQ z se (1) um pacote decodificado corretamente tiver sido recebido no canal ARQ z em um tempo designado ou posteriormente ou (2) um pacote decodificado corretamente não tiver sido recebido corretamente no canal ARQ z dentro de uma janela de tempo do quadro atual. O tempo designado é determinado pelo tempo de partida para o pacote x e pelo número de canais ARQ disponíveis para a transmissão HARQ. Para HARQ síncrona, a janela de tempo é determinada pelo número máximo de sub-pacotes para cada pacote e pelo número de canais ARQ. Para HARQ assíncrona em um sistema programado, a janela de tempo para transmissão em cada canal ARQ é conhecida da entidade de programação.

Diversos aspectos e modalidades da invenção são descritos mais detalhadamente a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 mostra o processamento de pacote para um sistema HARQ.

A Figura 2 mostra uma transmissão HARQ síncrona em um canal ARQ.

A Figura 3A mostra uma transmissão HARQ síncrona em quatro canais ARQ.

A Figura 3B mostra um buffer de dados para a transmissão HARQ mostrada na Figura 3A;

A Figura 4 mostra um processo para realizar detecção duplicada;

As Figuras 5A e 5B mostram duas condições para determinar se um pacote anterior está ainda pendente em outro canal ARQ;

A Figura 6 mostra um processo para reordenar pacotes;

A Figura 7 mostra um processo para determinar se há um pacote anterior pendente;

A Figura 8 mostra um processo para processar pacotes recebidos para uma transmissão HARQ;

5 A Figura 9 mostra um processo para reordenar e emitir pacotes para camadas superiores;

A Figura 10 mostra processamento para a transmissão HARQ mostrada na Figura 3A; e

10 A Figura 11 mostra um diagrama de blocos de um dispositivo sem fio e uma estação base.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A palavra "exemplar" é aqui utilizada para significar "que serve como exemplo, caso ou ilustração". Qualquer modalidade aqui descrita como "exemplar" não deve
15 ser necessariamente interpretada como preferida ou vantajosa comparada com outras modalidades.

As técnicas de detecção duplicada e reordenamento aqui descritas podem ser utilizadas em diversos sistemas de comunicação, tais como um sistema de Acesso Múltiplo por
20 Divisão de Código (CDMA), um sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), um sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência (FDMA), um sistema de Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDMA), um Ultra Sistema de Banda Larga (UWB) e assim por diante. Um sistema
25 CDMA pode implementar cdma2000, CDMA de Banda Larga (W-CDMA) ou algumas outras tecnologias de rádio-acesso (RATS) CDMA. Um sistema TDMA pode implementar Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM) ou alguma outra RAT. Um sistema OFDM pode implementar IEEE 802.11, IEEE 802.16 ou IEEE
30 802.20. Um sistema UWB pode implementar 802.15. O cdma2000 cobre IS-95, IS-2000 e IS-856 e é descrito em documentos de um consórcio chamado "Projeto de Parcerias de 3ª Geração 2" (3GPP2). O W-CDMA e o GSM são descritos em documentos de um

consórcio chamado "Projeto de Parcerias de 3ª Geração" (3GPP). Os documentos 3GPP e 3GPP2 estão disponíveis ao público. As técnicas de detecção duplicada e reordenamento podem também ser utilizadas para o link direto (ou
5 downlink) e para o link reverso (ou uplink). Para maior clareza, estas técnicas são descritas para o link reverso no cdma2000 Revisão D.

A Figura 1 mostra processamento de pacotes para um sistema HARQ. Um dispositivo sem fio processa cada
10 pacote de dados para gerar um pacote codificado e adicionalmente particiona o pacote codificado em três sub-pacotes. Aos dados/pacotes codificados são atribuídos números de seqüência seqüenciais e são rotulados como Pac0, Pac1, Pac2 e assim por diante na Figura 1. Aos três sub-
15 pacotes para cada pacote codificado são atribuídos identificadores de sub-pacote (SPIDs) de '0', '1' e '2' e são rotulados como SP0, SP1 e SP2 na Figura 1. Cada sub-pacote contém informação suficiente para permitir que uma estação base receptora decodifique o sub-pacote em
20 condições de canal favoráveis e recupere o pacote. Os três sub-pacotes para cada pacote contêm informação de redundância diferente para o pacote. Os três sub-pacotes para um pacote podem ser vistos como versões diferentes do pacote ou transmissões diferentes para o pacote.

25 Os pacotes codificados são transmitidos começando em ordem seqüencial. Assim, o pacote anterior 0 (Pac0) é transmitido antes do pacote 1 (Pac1), que é transmitido antes do pacote 2 (Pac2), que é transmitido antes do pacote 3 (Pac3) e assim por diante. Para cada pacote, os três sub-
30 pacotes são transmitidos em ordem seqüencial no mesmo canal ARQ. Assim, o sub-pacote 0 (SP0) é transmitido primeiro, seguido do sub-pacote 1 (SP1) se necessário, e seguido do sub-pacote 2 (SP2) se necessário. Um, dois ou todos os três

sub-pacotes podem ser transmitidos para cada pacote. O processamento e transmissão dos pacotes descritos acima podem ser utilizados para canais de dados/tráfego em diversos sistemas, tais como, por exemplo, um Canal de
 5 Dados em Pacote Reverso (R-PDCH) no cdma2000 Revisão D. Para maior clareza, determinados detalhes são descritos a seguir para o R-PDCH.

A Figura 2 mostra a estrutura para um canal de dados em um sistema HARQ síncrono. A linha de tempo de
 10 transmissão para o canal de dados é particionada em quadros, com cada quadro tendo uma duração fixa (como, por exemplo, 10 milissegundos (ms) para o R-PDCH no cdma2000). Um sub-pacote pode ser enviado em cada quadro. A linha de tempo de transmissão é adicionalmente particionada em
 15 quatro canais ARQ, aos quais são atribuídos identificadores de canal ARQ (ACIDs) de '0', '1', '2' e '3'. Os quatro canais ARQ são entrelaçados de modo que o canal ARQ 0 com ACID = 0 ocupe cada quarto quadro começando em um quadro pré-definido, o canal ARQ 1 com ACID = 1 ocupe cada quarto
 20 quadro que se segue imediatamente ao canal ARQ 0, o canal ARQ 2 com ACID = 2 ocupe cada quarto quadro que se segue imediatamente ao canal ARQ 1, e o canal ARQ 3 com ACID = 3 ocupe cada quarto quadro que se segue imediatamente ao canal ARQ 2. Os quadros utilizados para todos os quatro
 25 canais ARQ são definidos com base no tempo de sistema (SYS_TIME) e são conhecidos pelo dispositivo sem fio e a estação base. Os quatro canais ARQ são também referidos como casos ARQ e podem ser vistos como quatro canais lógicos ou quatro sub-canais do canal de dados no sistema
 30 HARQ síncrono.

A Figura 2 mostra também uma transmissão HARQ síncrona exemplar em um canal ARQ. Cada pacote é transmitido e possivelmente retransmitido em um único canal

ARQ. Para um dado pacote, o dispositivo sem fio primeiro transmite o sub-pacote 0 em um quadro para um canal ARQ, em seguida o sub-pacote 1 (se necessário) no seguinte quadro disponível para o mesmo canal ARQ, e finalmente o sub-pacote 2 (se necessário) no seguinte quadro disponível para o canal ARQ. À medida que cada sub-pacote é recebido, a estação base tenta decodificar o pacote com base em todos os sub-pacotes que foram recebidos pelo pacote. Se a decodificação é bem sucedida, então a estação base envia uma ACK em um Canal de Confirmação Direto (F-ACKCH), e o dispositivo sem fio pára de enviar sub-pacotes por este pacote. Inversamente, se a decodificação for mal sucedida, então a estação base envia uma NAK no F-ACKCH, e o dispositivo sem fio envia o sub-pacote seguinte pelo pacote. O retardo no envio da NAK ou ACK é de um quadro. Em um sistema HARQ assíncrono, a transmissão de cada sub-pacote também ocorre seqüencialmente no mesmo canal ARQ, mas não há duração de tempo fixa entre transmissões consecutivas do mesmo canal ARQ.

Para o exemplo mostrado na Figura 2, o dispositivo sem fio transmite sub-pacote 0 do pacote 0, que é decodificado em erro pela estação base. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 1 do pacote 0, que é decodificado corretamente e, portanto, uma ACK foi enviada de volta. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 0 do pacote 1 seguinte, que é decodificado em erro pela estação base. O dispositivo sem fio em seguida transmite o sub-pacote 1 do pacote 1. A transmissão de dados continua desta maneira para outros pacotes.

Para maior clareza, a Figura 2 mostra transmissão tanto de NAKs quanto de ACKs. Muitos sistemas enviam apenas ACKs ou apenas NAKs para reduzir a quantidade de sinalização. Para um esquema baseado em ACK, um receptor

envia uma ACK somente se um pacote for decodificado corretamente e não envia nenhuma NAK. As ACKs são assim explicitamente enviadas, e as NAKs são implicitamente enviadas (isto é, presumidas pela ausência de ACKs ou indicadas de algumas outras maneiras). Para um esquema baseado em NAK, o receptor envia uma NAK somente se um pacote for decodificado incorretamente e não envia nenhuma ACK. As técnicas aqui descritas podem ser utilizadas com qualquer tipo de realimentação.

Um receptor pode determinar se um dado pacote é decodificado corretamente ou em erro com base em um código de detecção de erros utilizado para o pacote. Por exemplo, um pacote é decodificado corretamente se uma verificação por redundância cíclica (CRC) para o pacote for aprovada, e é decodificado em erro se a CRC fracassar. Conforme utilizado aqui, um pacote decodificado é um pacote que é decodificado corretamente pelo receptor (isto é, a CRC é aprovada), e um pacote apagado é um pacote que é decodificado em erro pelo receptor (isto é, a CRC fracassa).

Conforme mostrado na Figura 2, incorre-se em alguns retardos para se transmitir um sub-pacote, decodificar um pacote e enviar de volta uma ACK ou NAK. As transmissões de sub-pacotes para cada canal ARQ são separadas por quatro quadros de modo a se dar conta dos retardos de processamento e transmissão. O dispositivo sem fio pode transmitir até quatro pacotes em paralelo nos quatro canais ARQ. Em qualquer dado momento, pode haver até quatro transmissões de pacotes consideráveis. Cada transmissão de pacote considerável serve para um pacote que não foi confirmado como sendo decodificado pela estação base.

A Figura 3A mostra uma transmissão HARQ síncrona exemplar em todos os quatro canais ARQ. O dispositivo sem fio envia o sub-pacote 0 de pacotes 0, 1, 2 e 3 nos canais ARQ 0, 1, 2 e 3, respectivamente, nos quadros 0, 1, 2 e 3, respectivamente. A estação base recebe os quatro sub-pacotes, decodifica os pacotes 0, 1 e 3 em erro e decodifica o pacote 2 corretamente. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 1 de pacotes 0, 1 e 3 nos canais ARQ 0, 1 e 3, respectivamente, nos quadros 4, 5 e 7, respectivamente, e transmite o sub-pacote 0 do pacote 4 seguinte no canal ARQ 2 no quadro 6. A estação base recebe os sub-pacotes, decodifica os pacotes 0 e 3 corretamente e decodifica os pacotes 1 e 4 em erro. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 0 do pacote 5 seguinte no canal ARQ 0 no quadro 8, sub-pacote 2 do pacote 1 no canal ARQ 1 no quadro 9, o sub-pacote 1 do pacote 4 no canal ARQ 2 no quadro 10 e o sub-pacote 0 do pacote 6 seguinte no canal ARQ 3 no quadro 11. A estação base recebe os sub-pacotes, decodifica os pacotes 1, 5 e 6 em erro e decodifica o pacote 4 corretamente. O dispositivo sem fio transmite então o sub-pacote 1 do pacote 5 no canal ARQ 0 no quadro 12, o sub-pacote 0 do pacote 7 seguinte no canal ARQ 1 no quadro 13, o sub-pacote 0 do pacote 8 seguinte no canal ARQ 2 no quadro 14 e o sub-pacote 1 do pacote 6 no canal ARQ 3 no quadro 15. O dispositivo sem fio transmite um novo pacote no canal ARQ 1, embora o pacote 1 não tenha sido decodificado, uma vez que todos os três sub-pacotes foram enviados pelo pacote 1. O dispositivo sem fio continua a transmitir um novo pacote sempre que um canal ARQ se torna disponível.

A Figura 3B mostra o conteúdo de um buffer de dados utilizado para armazenar pacotes decodificados na estação base. O buffer de dados é comumente chamado buffer

de reordenamento. Cada pacote decodificado pode ser temporariamente armazenado no buffer de dados até que o pacote esteja pronto para ser enviado às camadas superiores. A Figura 3B mostra cada pacote decodificado e o

5 quadro no qual o pacote foi decodificado. O pacote 2 foi decodificado no quadro 2, o pacote 0 foi decodificado no quadro 4, o pacote 3 foi decodificado no quadro 7, o pacote 4 foi decodificado no quadro 10, o pacote 5 foi decodificado no quadro 12 e o pacote 8 foi decodificado no

10 quadro 14. O pacote 1 é detectado como faltoso no quadro 9. Conforme mostrado nas Figuras 3A e 3B, embora o dispositivo sem fio transmita os pacotes começando em ordem seqüencial, a estação base recupera os pacotes fora de seqüência devido às transmissões adicionais para pacotes apagados.

15 Por simplificação, a Figura 3A supõe a inexistência de erros de detecção para as ACKs e NAKs enviadas pela estação base ao dispositivo sem fio. Para cada ACK que é detectada como uma NAK, o dispositivo sem fio transmite o sub-pacote seguinte para um pacote que já

20 está decodificado pela estação base. Para cada NAK que é detectada como uma ACK, o dispositivo sem fio transmite o pacote seguinte embora o pacote antecedente não tenha sido decodificado pela estação base. A taxa de erros de NAK para ACK é tipicamente pequena (0,1%, por exemplo) para se obter

25 transmissão de dados segura. Entretanto, a taxa de erros de ACK para NAK pode ser elevada e variável (de 1 a 10%, por exemplo). Por causa dos erros de ACK para NAK, a estação base pode receber pacotes duplicados.

A estação base pode realizar detecção duplicada

30 para identificar e descartar pacotes duplicados. A detecção duplicada pode ser realizada com base nas seguintes suposições: (1) a estação base (ou receptor) tem conhecimento do canal ARQ enviado em cada quadro com base

na temporização do sistema, (2) os sub-pacotes para cada pacote são enviados em ordem sequencial e (3) a estação base só pode verificar o SPID de um sub-pacote se um pacote for decodificado.

5 A Figura 4 mostra um fluxograma de um processo 400 para realizar detecção duplicada para pacotes recebidos via uma transmissão HARQ. A estação base mantém um Unexpected_SPID variável para cada canal ARQ. Esta variável indica o SPID de um sub-pacote que não se esperava que
10 fosse recebido no canal ARQ. A estação base inicializa o Unexpected_SPID para cada canal ARQ como um valor não válido no início da transmissão HARQ (bloco 410). Por exemplo, o Unexpected_SPID pode ser ajustado em Max_Num_Tx, que é o número máximo de sub-pacotes para cada pacote, onde
15 Max_Num_Tx = 3 para o R-PDCH no cdma2000 Revisão D. A inicialização no bloco 410 é realizada uma vez para a transmissão HARQ.

A estação base realiza detecção duplicada para cada quadro com transmissão. A estação base determina o
20 canal ARQ para o quadro atual (que é chamado canal ARQ y) com base em seu conhecimento de tempo do sistema (bloco 420). A estação base tenta então decodificar o pacote para o quadro atual (bloco 422). Determina-se então se o pacote foi decodificado (bloco 424). Se o pacote tiver sido
25 decodificado, então a estação base obtém o SPID do sub-pacote recebido no quadro atual (que é chamado SPID k) (bloco 426). Para cdma2000 Revisão D, cada sub-pacote porta o SPID atribuído ao sub-pacote, mas a estação base só pode verificar com segurança o SPID se o pacote for
30 decodificado.

A estação base em seguida determina se o SPID k é igual ao Unexpected_SPID para o canal ARQ y (bloco 428). Se o SPID k não for igual ao Unexpected_SPID para o canal ARQ

y, que seria o caso para o primeiro pacote enviado no canal ARQ y porque o Unexpected_SPID foi inicializado como um valor não válido, então o Unexpected_SPID é ajustado em $k + 1$ (bloco 432). A estação base não espera receber um sub-pacote com um SPID de $k + 1$ no quadro seguinte para canal ARQ y, uma vez que o pacote x já está decodificado. Se um sub-pacote com um SPID de $k + 1$ for recebido no quadro seguinte para o canal ARQ y, então este sub-pacote deve ser enviado devido a um erro de ACK para NAK e é um pacote duplicado. Assim, de volta ao bloco 428, se o SPID k for igual ao Unexpected_SPID, então o pacote x é declarado um pacote duplicado e é descartado (bloco 430). Após o bloco 430, o SPID Inesperado é ajustado em $k + 1$ (bloco 432).

Caso o pacote para o quadro atual tenha sido apagado, conforme determinado no bloco 424, então uma determinação é feita sobre se o Unexpected_SPID para o canal ARQ y é não válido (igual a Max_Num_Tx, por exemplo) (bloco 434). Se a resposta for 'Não', então a estação base incrementa o Unexpected_SPID para o canal ARQ y em um (bloco 436). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 434 e também após o bloco 436, o processo volta ao bloco 420 para processar o quadro seguinte.

A detecção duplicada na Figura 4 ajusta o Unexpected_SPID com base no SPID do último sub-pacote recebido para um pacote decodificado. A detecção duplicada incrementa o Unexpected_SPID em um no bloco 436 (1) sempre que um pacote apagado for recebido uma vez que os sub-pacotes sejam enviados em ordem seqüencial e (2) se o Unexpected_SPID não tiver atingido o Max_Num_Tx e não for o valor não válido atribuído no bloco 410. Se o Unexpected_SPID atingir o Max_Num_Tx no bloco 436, então o Unexpected_SPID pode ser mantido no Max_Num_Tx ou ajustado em algum outro valor não válido. A detecção duplicada pode

ser também realizada de outras maneiras com base na presente descrição.

Conforme mostrado nas Figuras 3A e 3B, a entidade HARQ receptora na estação base pode recuperar pacotes fora de sequência, embora estes pacotes possam ser enviados em
5 ordem seqüencial. É desejável emitir cada pacote decodificado para as camadas superiores assim que possível para reduzir os retardos. Entretanto, se as camadas superiores esperam receber pacotes em ordem seqüencial,
10 então a entidade HARQ receptora tipicamente armazena em buffer os pacotes decodificados, reordena os pacotes que estão fora de sequência e em seguida envia os pacotes reordenados às camadas superiores.

Para um dado pacote decodificado x , a estação
15 base pode emitir o pacote x para as camadas superiores se nenhum pacote tiver sido enviado antes do pacote x e puder ser ainda recebido. Outro pacote b é enviado antes do pacote x se a transmissão do pacote b tiver começado antes da transmissão do pacote x . Caso os pacotes sejam enviados
20 em ordem seqüencial, e depois se outro pacote b tiver sido enviado antes do pacote x , então o pacote b deve ser emitido para as camadas superiores antes do pacote x caso as camadas superiores esperem receber pacotes em ordem seqüencial. Se o pacote b não for decodificado após número
25 máximo possível de retransmissões ARQ, então o pacote b é perdido e o pacote x pode ser enviado às camadas superiores.

A estação base pode manter um indicador (flag) para cada canal ARQ e pode liberar este indicador para o
30 pacote x se não houver pacotes anteriores pendentes no canal ARQ. Um pacote anterior pendente é um pacote que é enviado em um canal ARQ antes do pacote x e que pode ser ainda recebido pela estação base. A estação base pode

enviar o pacote x às camadas superiores caso os indicadores para todos os canais ARQ sejam liberados. A Tabela 1 enumera diversas variáveis utilizadas na descrição a seguir e uma breve descrição de cada variável. Os valores pré-
 5 definidos para algumas das variáveis são dados na terceira coluna da Tabela 1 para o R-PDCH no cdma200.

Tabela 1

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO	PRÉ-DEFINIÇÃO
<i>Num_Channels</i>	Número de canais ARQ disponíveis para transmissão de dados.	4
<i>Max_Num_Tx</i>	Número máximo de sub-pacotes para cada pacote.	3
<i>Max_Wait</i>	Quantidade máxima de tempo (em quadros) para esperar um pacote em outro canal ARQ.	8 quadros
<i>Current_Frame</i>	O quadro atual que está sendo processado.	
<i>Start_Time</i>	O tempo no qual um pacote é transmitido primeiro. A <i>Start_Time</i> é mantido para cada pacote e é dado em unidades de quadros.	
<i>Last_Decode_Time</i>	O tempo no qual um pacote decodificado foi recebido por último em um canal ARQ. O <i>Last_Decode_Time</i> é mantido para cada canal ARQ e é dado em unidades de quadros.	

Para HARQ síncrona, a *Max_Wait* pode ser computada da seguinte maneira:

$$10 \quad \quad \quad \text{Max_Wait} = \text{Num_Channels} \times (\text{Max_Num_Tx} - 1). \quad \quad \text{Eq (1)}$$

Max_Wait = 8 quadros para o R-PDCH no cdma2000 Revisão D. É possível ter transmissões autônomas no R-PDCH para a HARQ síncrona.

Para uma HARQ assíncrona, cada transmissão no R-
 15 PDCH pode ser programada. A *Max_Wait* por um canal ARQ é o tempo entre a primeira e a última transmissão de sub-

pacotes nesse canal ARQ e pode ter uma duração variável. A *Max_Wait* por cada canal ARQ é conhecida do receptor se a entidade de programação residir no receptor. Isto é verdadeiro para links reversos completamente programados, tais como o IEEE 802.16. Se a entidade de programação estiver no transmissor, então a *Max_Wait* por um canal ARQ pode ser determinada caso o transmissor tenha uma maneira segura para transmitir o sub-pacote e o identificador de canal ARQ ao receptor.

10 Para cada canal ARQ z , onde $z \in C$ e C denota o conjunto de todos os canais ARQ, a estação base pode liberar o indicador para o canal ARQ z se for satisfeita uma ou outra dentre as duas condições seguintes:

1. Um pacote foi enviado no canal ARQ z após o *Start_Time* para o pacote x ou, de maneira equivalente, o *Last_Decode_Time* para o canal ARQ z é posterior ao *Start_Time* para o pacote x menos *Num_Channels*.

2. Pelo menos $(Max_Num_Tx - 1)$ sub-pacotes foram enviados em canal ARQ z desde o *Start_Time* para o pacote x .

20 Para uma transmissão HARQ não programada, mas síncrona, o número de sub-pacotes que foi enviado em um canal ARQ pode ser determinado a partir do tempo decorrido desde a última decodificação. Para uma transmissão HARQ programada, seja síncrona ou assíncrona, o receptor está ciente do sub-pacote que está sendo escalonado. Nesse caso, o receptor sabe quando $(Max_Num_Tx - 1)$ são enviados em cada canal ARQ.

30 As condições 1 e 2 são descritas em detalhe a seguir para uma HARQ síncrona, onde cada sub-pacote consecutivo em um canal ARQ é enviado após um retardo fixo. Isto simplifica a descrição da temporização do algoritmo

apresentada a seguir. O algoritmo pode ser também utilizado em uma HARQ assíncrona se o receptor conhecer o *Start_Time* de cada canal ARQ.

A Figura 5A mostra a liberação dos indicadores para os canais ARQ com base na primeira condição. Para o exemplo mostrado na Figura 5A, o pacote *x* é enviado no canal ARQ $y = 1$ que começa no *Start_Time* mostrado na Figura 5A e é decodificado no quadro atual. Todos os quadros que começam após o *Start_Time* - 4 (que é o tempo designado e é igual o *Start_Time* - *Num_Channels*) até o quadro atual são mostrados por hashing diagonal. Caso um pacote para qualquer canal ARQ *z* tenha sido decodificado em qualquer um dos quadros com hashing, então qualquer pacote que possa ser enviado depois deste pacote decodificado no mesmo canal ARQ *z* teria um tempo inicial posterior ao *Start_Time* para o pacote *x*. Portanto, este canal ARQ *z* não pode portar um pacote anterior ao pacote *x*, e o indicador para este canal ARQ *z* pode ser liberado. A inclusão do quadro com *Start_Time* - 4 para a primeira condição é opcional, uma vez que a decodificação do pacote *x* no tempo permite que o indicador para o canal ARQ seja liberado para o pacote *x*.

A Figura 5B mostra a liberação dos indicadores para os canais ARQ com base na segunda condição. Para o exemplo mostrado na Figura 5B, *Max_Num_Tx* = 3 e até três sub-pacotes são enviados para cada pacote. O pacote *x* é enviado no canal ARQ $y = 1$, começando no *Start_Time* mostrado na Figura 5B, e é decodificado corretamente no quadro $T_c - 3$, que é quatro quadros após o *Start_Time* para o pacote *x*. Um canal ARQ *z* que tenha portado *Max_Num_Tx* - 1 sub-pacotes desde o *Start_Time* para o pacote *x* não pode portar um pacote que foi enviado antes do *Start_Time* para o pacote *x*. Por exemplo, o canal ARQ $z = 2$ porta um sub-pacote no quadro $T_c - 2$, que é dois quadros antes do quadro

atual, e um outro sub-pacote no quadro $T_c - 6$, que é seis quadros antes do quadro atual. Ambos os sub-pacotes são enviados no canal ARQ 2 após o *Start_Time* para o pacote x. Após processamento do sub-pacote para canal ARQ 2 no quadro

5 $T_c - 2$, não é possível que o canal ARQ 2 ainda porte um pacote que foi enviado antes do *Start_Time* para o pacote x. Isto é porque, se um pacote foi enviado no canal ARQ 2 antes do *Start_Time* para o pacote x, então este pacote teria que ter sido enviado começando no quadro $T_c - 10$ e

10 seria terminado no quadro $T_c - 2$, independentemente de o pacote ter sido decodificado ou apagado, porque o número máximo de sub-pacotes foi enviado pelo pacote. Para a segunda condição, o indicador para cada canal ARQ z pode ser liberado se nenhum pacote tiver sido decodificado para

15 o canal ARQ z dentro dos últimos quadros de *Num_Wait* a partir do quadro atual, que pode ser visto como uma janela de tempo deslizando. O exemplo acima seria igualmente aplicável se o pacote x fosse decodificado no quadro $T_c - 7$ em vez do quadro $T_c - 3$.

20 A Figura 6 mostra um fluxograma de um processo 600 para reordenar pacotes recebidos via uma transmissão HARQ. A estação base realiza reordenamento para cada quadro com a transmissão. A estação base determina o canal ARQ para o quadro atual (que é chamado canal ARQ y) (bloco

25 620). A estação base tenta então decodificar o pacote x para o quadro atual (bloco 622). Uma determinação é então feita sobre se o pacote x foi decodificado (bloco 624). Caso o pacote x tenha sido decodificado, então a estação base determina se outro pacote pode ter sido enviado em

30 outro canal ARQ antes do pacote x e pode ser ainda recebido, isto é, se existir um pacote anterior que ainda está pendente em outro canal ARQ (bloco 626). Caso exista um pacote anterior pendente e a estação base necessite

aguarde este pacote, conforme determinado no bloco 628, então a estação base armazena o pacote *x* no buffer de dados (bloco 632). Caso contrário, se não existirem pacotes anteriores pendentes, então a estação base emite o pacote *x* e/ou todos os pacotes que foram decodificados e estão aguardando o pacote *x* (bloco 630). Pode haver casos em que o pacote *x* não pode ser emitido, mas a decodificação do pacote *x* permite que outros pacotes que aguardam no buffer de dados sejam emitidos. O processo volta então ao bloco 620 para processamento do quadro seguinte.

A Figura 7 mostra um fluxograma de uma modalidade do bloco 626 na Figura 6. Inicialmente, o *Start_Time* para o pacote *x* é computado conforme descrito a seguir (bloco 710), e os indicadores para todos os canais ARQ são ajustados em uma lógica alta (bloco 712). Um índice *i* para os canais ARQ é ajustado em zero para que o primeiro canal ARQ seja avaliado (bloco 714). Uma determinação é então feita sobre se o pacote *x*, que foi decodificado no quadro atual, foi recebido no canal ARQ *i* (bloco 720). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 720, então o indicador para o canal ARQ *i* é liberado (bloco 726). Caso contrário, uma determinação é feita sobre se um pacote decodificado foi obtido para o canal ARQ *i* após o *Start_Time* - *Num_Channels*, onde o *Start_Time* é o tempo inicial para o pacote *x* (bloco 722). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 722, então o indicador para o canal ARQ *i* é liberado (bloco 726). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 722, então o indicador para o canal ARQ *i* é liberado (bloco 726). Caso contrário, uma determinação é feita sobre se nenhum pacote decodificado foi obtido para o canal ARQ *i* nos últimos quadros com *Max_Wait* - 1 (bloco 724). Se a resposta for 'Sim' para o bloco 724, então o indicador para canal ARQ *i* é liberado (bloco 726).

Os blocos 720 e 722 são para a primeira condição descrita acima na Figura 5A, que é mostrada como dois blocos separados na Figura 7 para maior clareza. O bloco 724 é para a segunda condição descrita acima na Figura 5B.

5 Se a resposta for 'Não' para todos os três blocos 720, 722 e 724, então há pelo menos um pacote pendente que foi enviado antes do pacote x e que pode ser ainda recebido. É provida então uma indicação de que o pacote x está aguardando um outro pacote (bloco 734), e o processamento

10 para o bloco 626 termina.

Se o indicador para o canal ARQ *i* for liberado no bloco 726 porque não há pacote anterior pendente neste canal ARQ, então uma determinação é feita sobre se todos os canais ARQ foram avaliados (bloco 728). Se a resposta for

15 'Não', então o índice *i* é incrementado (bloco 730) e o processo volta ao bloco 720 para avaliação do canal ARQ seguinte. Caso contrário, se a resposta for 'Sim' para o bloco 728, o que significa que os indicadores para todos os canais ARQ foram liberados, então é provida uma indicação

20 de que o pacote x pode ser emitido para as camadas superiores (bloco 732), e o processamento para o bloco 626 termina.

É descrita a seguir uma modalidade específica para processar pacotes e realizar reordenamento. Para esta

25 modalidade, uma única variável *Last_Decode_Time* é mantida para cada canal ARQ e é utilizada para avaliar tanto a condição 1 quanto a condição 2 para o canal ARQ. O *Last_Decode_Time* para cada canal ARQ indica o quadro no qual um pacote decodificado foi obtido por último para o

30 canal ARQ e é ajustado no quadro atual (*Current_Frame*) sempre que um pacote decodificado for obtido no canal ARQ. O *Last_Decode_Time* para cada canal ARQ é também ajustado de modo a ser não anterior ao *Current_Frame - Max_Wait* sempre

que o canal ARQ for processado, de modo que a condição 2 possa ser avaliada com a mesma variável. No início da transmissão HARQ, o *Last_Decode_Time* para os canais ARQ 1, 2 e 3 é inicializado para o Primeiro_Quadro - 4, o Primeiro_Quadro - 3, o Primeiro_Quadro - 2 e o Primeiro_Quadro - 1, respectivamente, onde o Primeiro_Quadro é o quadro no qual o primeiro sub-pacote absoluto é enviado para a transmissão HARQ.

A Figura 8 mostra um fluxograma de um processo 800 para processar pacotes recebidos para uma transmissão HARQ. O processo 800 é realizado para cada quadro com transmissão. A estação base determina o canal ARQ para o quadro atual, que é chamado canal ARQ *y* (bloco 820), decodifica o pacote *x* para o quadro atual (bloco 822) e determina se o pacote *x* foi decodificado (bloco 824). Se o pacote *x* tiver sido decodificado, então a estação base ajusta o *Last_Decode_Time* para o canal ARQ *y* no *Current_Frame* (bloco 826), determina o SPID do sub-pacote recebido no quadro atual para o pacote *x* (bloco 828) e computa o *Start_Time* para o pacote *x* (bloco 830), da seguinte maneira:

$$Start_Time = Current_Frame - Num_Channels \times SPID. \quad \text{Eq (2)}$$

O tempo inicial para cada pacote é verificado apenas se o pacote for decodificado e é adicionalmente computado com base no número de sub-pacotes que foram transmitidos pelo pacote, que é indicado pelo SPID do sub-pacote recebido no quadro atual para o pacote *x*. O pacote *x* é então armazenado no buffer de dados juntamente com seu *Start_Time* (bloco 832).

Se o pacote *x* foi apagado, conforme determinado no bloco 824, a estação base então determina se o *Last_Decode_Time* para o canal ARQ *y* é anterior ao *Max_Wait*

do quadro atual (bloco 834). Se a resposta for 'Sim', então a estação base ajusta o *Last_Decode_Time* para o canal ARQ y (bloco 836), da seguinte maneira:

$$\text{Last_Decode_Time} = \text{Current_Frame} - \text{Max_Wait} . \quad \text{Eq (3)}$$

Se a resposta for 'Não' para o bloco 834, e também após os
5 blocos 832 e 836, o processo termina.

A Figura 9 mostra um fluxograma de um processo
900 para reordenar e emitir pacotes para camadas superiores. O processo 900 pode ser executado após o processo 800 e sempre que um pacote decodificado for obtido
10 em um canal ARQ. Uma variável *Earliest_Decode_Time* é ajustada no *Last_Decode_Time* mais antigo dentre todos os canais ARQ (bloco 910).

Uma determinação é então feita sobre se o buffer de dados está vazio (bloco 920). Se a resposta for 'Sim',
15 então o processo termina. Caso contrário, o pacote mais antigo (que é chamado pacote z) armazenado no buffer de dados é identificado (bloco 922). O pacote z tem o tempo inicial mais antigo dentre todos os pacotes armazenados no buffer de dados. Os pacotes decodificados podem ser
20 armazenados no buffer de dados classificados com base em seus tempos iniciais. Por exemplo, o pacote com o tempo inicial mais antigo pode ser armazenado no topo do buffer, seguido do pacote com o tempo mais antigo seguinte e assim por diante. Seja como for, o *Start_Time* do pacote z é
25 obtida (bloco 924).

Uma determinação é então feita sobre se o *Earliest_Decode_Time* é posterior ao *Start_Time* do pacote z menos *Num_Channels* (bloco 926). Conforme mostrado na Figura 5A, caso um pacote decodificado seja obtido para outro
30 canal ARQ z no quadro *Start_Time - Num_Channels* ou posteriormente, então o canal ARQ z não está portando um

pacote anterior pendente. Uma vez que o pacote x só é emitido se não houver pacotes anteriores pendentes em qualquer canal ARQ, a utilização do *Earliest_Decode_Time* efetivamente avalia a condição 1 para todos os canais ARQ com uma única comparação no bloco 926. Além disto, pelo ajuste do *Last_Decode_Time* para cada canal ARQ como sendo não posterior ao *Current_Frame - Max_Wait* no bloco 836 da Figura 8, a condição 2 é também avaliada pela comparação no bloco 926.

Se a resposta for 'Sim' para o bloco 926, o que indica que não há pacotes anteriores pendentes, então o pacote z é removido do buffer de dados e emitido para as camadas superiores (bloco 928). O processo volta então ao bloco 920 para avaliação do pacote mais antigo (se existente) no buffer de dados. Caso contrário, se a resposta for 'Não' para o bloco 926, o que indica que há pelo menos um pacote anterior pendente, então o pacote z é retido no buffer de dados e o processo é concluído.

A Figura 10 mostra o processamento para a transmissão HARQ exemplar da Figura 3A com a utilização dos processos 800 e 900 das figuras 8 e 9, respectivamente. A primeira transmissão de sub-pacote ocorre no quadro 0, e o *Last_Decode_Time* para os canais ARQ 0, 1, 2 e 3 é inicializado em -4, -3, -2 e -1, respectivamente, no início da transmissão HARQ. O *Last_Decode_Time* para cada canal ARQ é atualizado sempre que um canal ARQ for processado. Esta atualização acarreta o ajuste do *Last_Decode_Time* (1) no quadro atual se um pacote decodificado for obtido para o canal ARQ, que é o caso para os quadros 2, 4, 7, 10, 12 e 14 na Figura 10 e (2) no quadro atual menos *Max_Wait* se o *Last_Decode_Time* for posterior a este valor, que é o caso para os quadros 9, 13 e 15. A estação base reordena e emite pacotes sempre que um pacote decodificado for obtido, como,

por exemplo, nos quadros 2, 4, 7, 9, 10, 12, 13 e 14 na Figura 10. Para cada quadro com um pacote decodificado, a Figura 10 mostra (1) *Last Decode Time* computado para o quadro, (2) os pacotes armazenados no buffer de dados e o tempo inicial para cada pacote armazenado, que é dado entre parênteses, e (3) os pacotes, se existentes, que são emitidos para as camadas superiores. Para o exemplo mostrado na Figura 10, o pacote 4 no quadro 10 é mantido em cima porque um pacote não foi decodificado no canal ARQ 1.

Se o número de sequência do pacote estiver disponível para reordenamento, então o pacote 4 pode ser emitido se o pacote 3 já tiver sido emitido.

Pseudo-códigos exemplares para os processos 800 e 900 das Figuras 8 e 9, respectivamente, são mostrados abaixo:

ATUALIZANDO AS VARIÁVEIS:

```

100   Se (CRC para Pacotex no ACIDy for aprovada) Então {
110       Last_Decode_Time (ACIDy) = Sys_time;
120       Start_Time [Pacotex] = Sys_Time - 4*SPID[Pacotex];
130       Pôr Pacotex em Buffer classificado com base em
           valores crescentes de Start_Time do pacote;   }
140   Senão {
150       Last_Decode_Time[ACIDy]      =      max(Last_Decode_Time
           [ACIDy],
           Sys_Time - 4*(Max_Num_Tx -1)); }

```

REORDENANDO E EMITINDO PACOTES:

```

200   aval_pacote_seguinte = verdadeiro;
210   Earliest_Decode_Time = min(Last_Decode_Time [ACID0],
           Last_Decode_Time [ACID1], Last_Decode_Time [ACID2],
           Last_Decode_Time [ACID3];
220   Enquanto ((aval_pacote_seguinte = verdadeiro) && (Buffer
           não vazio) fazer
230   {
240   Pacote_Seguinte = Obter pacote mais antigo do Buffer

```

```

250     Se (Earliest_Decode_Time > Start_Time[Pacote_Sequinte] -
        4)
260         Então emitir Pacote_Sequinte para camadas superiores
270         Caso contrário aval_pacote_sequinte = falso;
280     }

```

A Figura 11 mostra um diagrama de blocos de uma modalidade de um dispositivo sem fio 1110 e uma estação base 1150 em um sistema de comunicação sem fio. Um dispositivo sem fio pode ser também chamado estação móvel, terminal de usuário/acesso, equipamento de usuário, aparelho telefônico, unidade de assinante ou alguma outra terminologia. Uma estação base é uma estação fixa e pode ser também chamada estação transceptora base (BTS), ponto de acesso, Nó B ou alguma outra terminologia.

Para o link reverso, um encodificador 1112 recebe dados de tráfego a serem enviados pelo dispositivo sem fio 1110 para uma transmissão HARQ e processa cada pacote de dados para gerar um pacote codificado correspondente. O encodificador 1112 pode também particionar cada pacote codificado em vários sub-pacotes. O processamento pelo encodificador 1112 pode incluir formatar, encodificar, intercalar e assim por diante e é determinado pelo padrão aplicável ao sistema. Por exemplo, os dados podem ser enviados no R-PDCH e o processamento pode ser realizado de acordo com o cdma2000 Revisão D. Um modulador (Mod) 1114 recebe os sub-pacotes e processa cada sub-pacote para transmissão. O processamento pelo modulador 1114 pode incluir mapeamento em símbolos, canalização, espalhamento espectral e assim por diante e é também determinado pelo padrão aplicável ao sistema. Uma unidade transmissora (TMTR) 1116 processa a saída do modulador 1114 e gera um sinal de link reverso, que é roteado através de um duplexador (D) 1118 e transmitido via uma antena 1120.

Na estação base 1150, o sinal de link reverso é recebido por uma antena 1152, roteado através de um duplexador 1154 e processado por uma unidade receptora (RCVR) 1156 para gerar amostras recebidas. Um demodulador (Demod) 1158 em seguida processa (isto é, desespalha, descanaliza, e demodula dados) as amostras recebidas e provê símbolos demodulados. Um decodificador 1160 decodifica os símbolos demodulados para cada pacote enviado pelo dispositivo sem fio 1110, verifica o pacote, provê o status do pacote a um controlador 1170 e provê o pacote (se decodificado) a um buffer de dados 1174. O processamento pelo demodulador 1158 e pelo decodificador 1160 na estação base 1150 é complementar ao processamento pelo modulador 1114 e pelo encodificador 1112, respectivamente, no dispositivo sem fio 1110.

O encodificador 1112 e decodificador 1160 realizam processamento para a camada física. A HARQ é tipicamente implementada em uma camada de Controle de Acesso ao Meio (MAC), que reside no topo da camada física. Em uma modalidade, o encodificador 1112 implementa toda ou uma parte de uma entidade HARQ transmissora para a transmissão HARQ do dispositivo sem fio 1110 para a estação base 1150. O decodificador 1160 implementa toda ou uma parte de uma entidade HARQ receptora para a transmissão HARQ. Em outra modalidade, um controlador 1130 implementa toda ou uma parte da entidade HARQ transmissora, e o controlador 1170 implementa toda ou uma parte da entidade HARQ receptora. Por exemplo, o decodificador 1160 pode prover o status de cada pacote recebido e o tempo de decodificação para cada pacote decodificado, e o controlador 1170 pode realizar detecção duplicada, reordenamento e emissão de pacotes decodificados para as camadas superiores. O controlador 1170 pode adicionalmente

prover a realimentação ACK/NAK adequada para cada sub-pacote recebido do dispositivo sem fio 1110.

Para o link direto, os dados a serem enviados pela estação base 1150 e a ACK/NAK para o dispositivo sem fio 1110 são processados (isto é, formatados, encodificados e assim por diante) por um encodificador 1180, adicionalmente processados (isto é, canalizados, espalhados e assim por diante) por um modulador 1182 e condicionados por uma unidade transmissora 1184 para gerar um sinal de link direto, que é roteado através do duplexador 1154 e transmitido via antena 1152. No dispositivo sem fio 1110, o sinal de link direto é recebido pela antena 1120, roteado através do duplexador 1118 e processado por uma unidade receptora 1140 para gerar amostras de entrada. Um demodulador 1142 processa as amostras de entrada e provê símbolos demodulados, e um decodificador 1114 adicionalmente processa os símbolos demodulados e provê dados decodificados a um buffer de dados 1134.

O controlador 1130 recebe do decodificador 1144 a realimentação ACK/NAK enviada pela estação base 1150 e orienta a transmissão de sub-pacotes para pacotes apagados e novos. Os controladores 1130 e 1170 adicionalmente orientam o funcionamento de diversas unidades de processamento no dispositivo sem fio 1110 e na estação base 1150, respectivamente. Os controladores 1130 e 1170 podem implementar todas ou uma parte das técnicas de detecção duplicada e reordenamento aqui descritas para transmissão HARQ no link direto e no link reverso, respectivamente. Por exemplo, cada controlador pode implementar os processos mostrados nas Figuras 4, 6, 7, 8 e 9. As unidades de memória 1132 e 1172 armazenam códigos de programa e dados utilizados pelos controladores 1130 e 1170, respectivamente.

Para maior clareza, as técnicas de detecção duplicada e reordenamento foram descritas para o R-PDCH no cdma2000 Revisão D. Em geral, estas técnicas podem ser utilizadas para HARQ com qualquer número de canais ARQ, qualquer número de transmissões/sub-pacotes para cada pacote e assim por diante.

As técnicas de detecção duplicada e reordenamento aqui descritas podem ser implementadas por diversos meios. Por exemplo, estas técnicas podem ser implementadas em hardware, software ou uma combinação deles. Para uma implementação em hardware, as unidades de processamento utilizadas para realizar detecção duplicada e/ou reordenamento podem ser implementadas dentro de um ou mais circuitos integrados específicos (ASICs), processadores de sinais digitais (DSPs), dispositivos de processamento de sinais digitais (DSPDs), dispositivos lógicos programáveis (PLDs), arranjos de portas programáveis em campo (FPGAs), processadores, controladores, microcontroladores, microprocessadores, outras unidades eletrônicas projetadas para executar as funções aqui descritas ou uma combinação dos mesmos.

Para uma implementação em software, as técnicas de detecção duplicada e reordenamento podem ser implementadas com módulos (isto é, procedimentos, funções e assim por diante) que executem as funções aqui descritas. Os códigos de software podem ser armazenados em uma unidade de memória (a unidade de memória 1132 ou 1172 da Figura 11, por exemplo) e executados por um processador (o controlador 1130 ou 1170, por exemplo). A unidade de memória pode ser implementada dentro do processador ou fora do processador.

A descrição anterior das modalidades reveladas é apresentada para permitir que qualquer pessoa versada na técnica fabrique ou utilize a presente invenção. Diversas

modificações nestas modalidades serão prontamente evidentes aos versados na técnica, e os princípios genéricos aqui definidos podem ser aplicados a outras modalidades sem que se afaste do espírito ou escopo da invenção. Assim, a

5 presente invenção não pretende estar limitada às modalidades aqui mostradas, mas deve receber o mais amplo escopo compatível com as reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para realizar detecção duplicada para uma transmissão de Solicitação de Repetição Automática Híbrida (HARQ), compreendendo:

5 decodificar (422) um sub-pacote atual recebido em um canal ARQ para obter um pacote decodificado e um identificador do sub-pacote atual, ou um pacote apagado para o canal ARQ; e

10 caso um pacote decodificado e um identificador do sub-pacote atual sejam obtidos para o canal ARQ, determinar se o pacote decodificado é um pacote duplicado com base no identificador do sub-pacote atual e um identificador de um último sub-pacote recebido para um pacote decodificado antecedente obtido para o canal ARQ,

15 caracterizado pelo fato de que os identificadores de sub-pacote identificam cada sub-pacote respectivo a partir de um ou mais outros sub-pacotes que contém informações relacionadas ao mesmo pacote de dados, e em que a determinação compreende adicionalmente:

20 ajustar um identificador inesperado para o canal ARQ (410), o identificador inesperado próprio para que um sub-pacote não esperado seja recebido no canal ARQ, em um valor que é um incremento (436) do identificador do último sub-pacote recebido para o pacote decodificado antecedente
25 para o qual uma confirmação foi enviada; e

 declarar (430) o pacote decodificado como sendo um pacote duplicado caso o identificador do sub-pacote atual seja igual ao identificador inesperado.

30 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente:

 incrementar o identificador inesperado em um no caso de um pacote apagado ser obtido para o canal ARQ.

3. Equipamento para receber uma transmissão de solicitação de repetição automática híbrida (HARQ) em um sistema de comunicação sem fio, compreendendo:

meios para decodificar um sub-pacote atual
5 recebido em um canal ARQ para obter um pacote decodificado e um identificador do sub-pacote atual ou um pacote apagado para o canal ARQ; e

meios para, caso um pacote decodificado e um identificador do sub-pacote atual sejam obtidos para o
10 canal ARQ, determinar se o pacote decodificado é um pacote duplicado com base no identificador do sub-pacote atual e em um identificador do último sub-pacote recebido para um pacote decodificado antecedente obtido para o canal ARQ,

caracterizado pelo fato de que os identificadores
15 de sub-pacote identificam cada sub-pacote respectivo a partir de um ou mais outros sub-pacotes que contém informações relacionadas ao mesmo pacote de dados, e em que os meios para determinar compreendem adicionalmente:

meios ajustar um identificador inesperado para o
20 canal ARQ, o identificador inesperado próprio para que um sub-pacote não esperado seja recebido no canal ARQ, em um valor que é um incremento do identificador do último sub-pacote recebido para o pacote decodificado antecedente para o qual uma confirmação foi enviada; e

25 meios para declarar o pacote decodificado como sendo um pacote duplicado caso o identificador do sub-pacote atual seja igual ao identificador inesperado.

4. Equipamento, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os meios para determinar
30 um identificador inesperado para o canal ARQ compreendem adicionalmente:

meios para incrementar o identificador inesperado em um no caso de um pacote apagado ser obtido para o canal ARQ.

5. Equipamento, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os meios para decodificar decodificam pacotes recebidos em um Canal de Dados em Pacote Reverso (R-PDCH) em cdma2000.

5 6. Equipamento, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os meios para decodificar compreendem um decodificador (1160) operável para decodificar o sub-pacote atual recebido no canal ARQ para obter o pacote decodificado ou o pacote apagado para o
10 canal ARQ; e

os meios para determinar compreendem um controlador (1170).

7. Mídia legível por processador para armazenar instruções operáveis para:

15 decodificar um sub-pacote atual recebido em um canal ARQ para obter um pacote decodificado e um identificador do sub-pacote atual, ou um pacote apagado para o canal ARQ; e

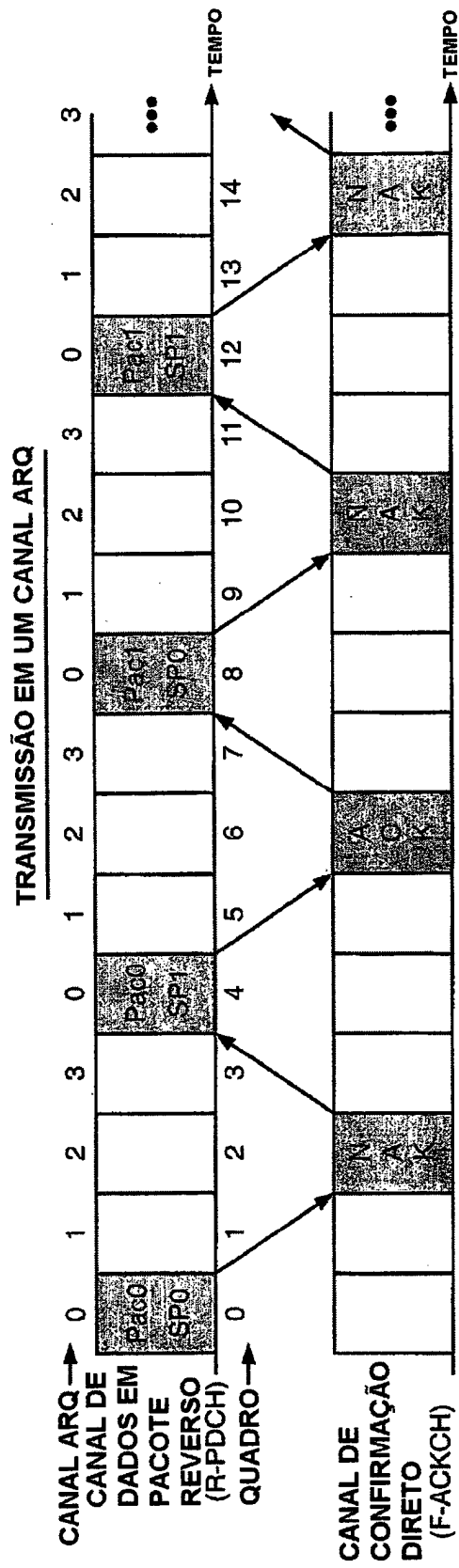
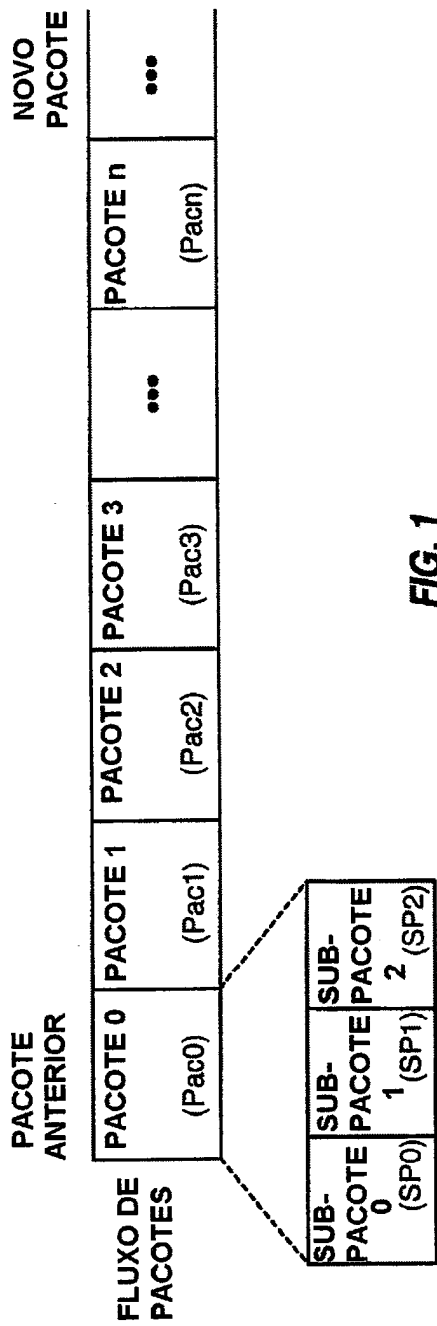
caso um pacote decodificado e um identificador do
20 sub-pacote atual sejam obtidos para o canal ARQ, determinar se o pacote decodificado é um pacote duplicado com base no identificador do sub-pacote atual e um identificador de um último sub-pacote recebido para um pacote decodificado antecedente obtido para o canal ARQ,

25 caracterizada pelo fato de que os identificadores de sub-pacote identificam cada sub-pacote respectivo a partir de um ou mais outros sub-pacotes que contém informações relacionadas ao mesmo pacote de dados, e em que a determinação compreende adicionalmente:

30 ajustar um identificador inesperado para o canal ARQ, o identificador inesperado servindo para que um sub-pacote não esperado seja recebido no canal ARQ, em um valor que é um incremento do identificador do último sub-pacote

recebido para o pacote decodificado antecedente para o qual uma confirmação foi enviada; e

declarar o pacote decodificado como sendo um pacote duplicado caso o identificador do sub-pacote atual
5 seja igual ao identificador inesperado.



TRANSMISSÃO EM QUATRO CANAIS ARQ

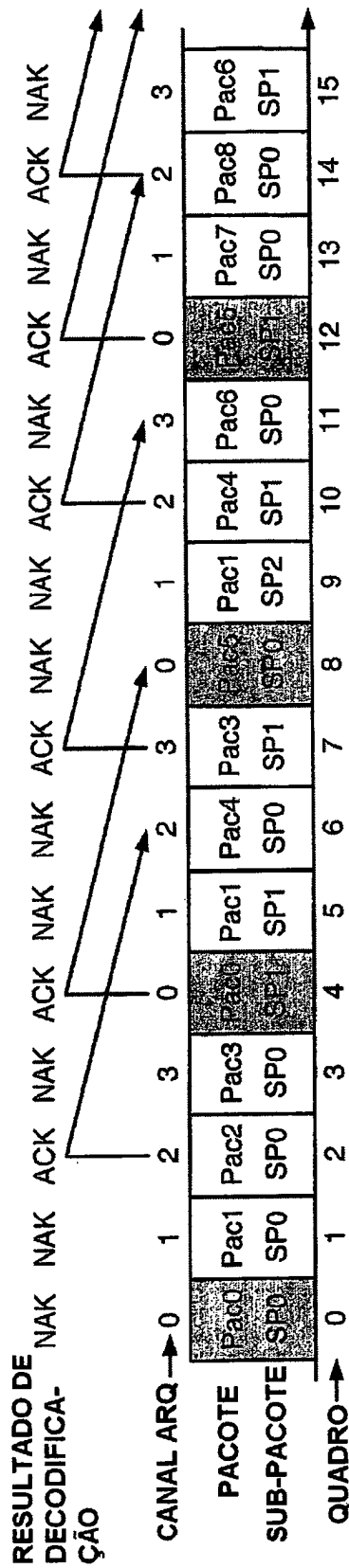


FIG. 3A

BUFFER DE DADOS

PRIMEIRO
PACOTE
DECODIFI-
CADO

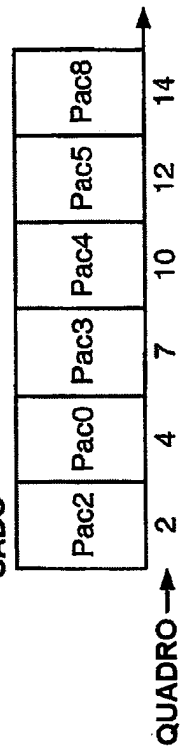


FIG. 3B

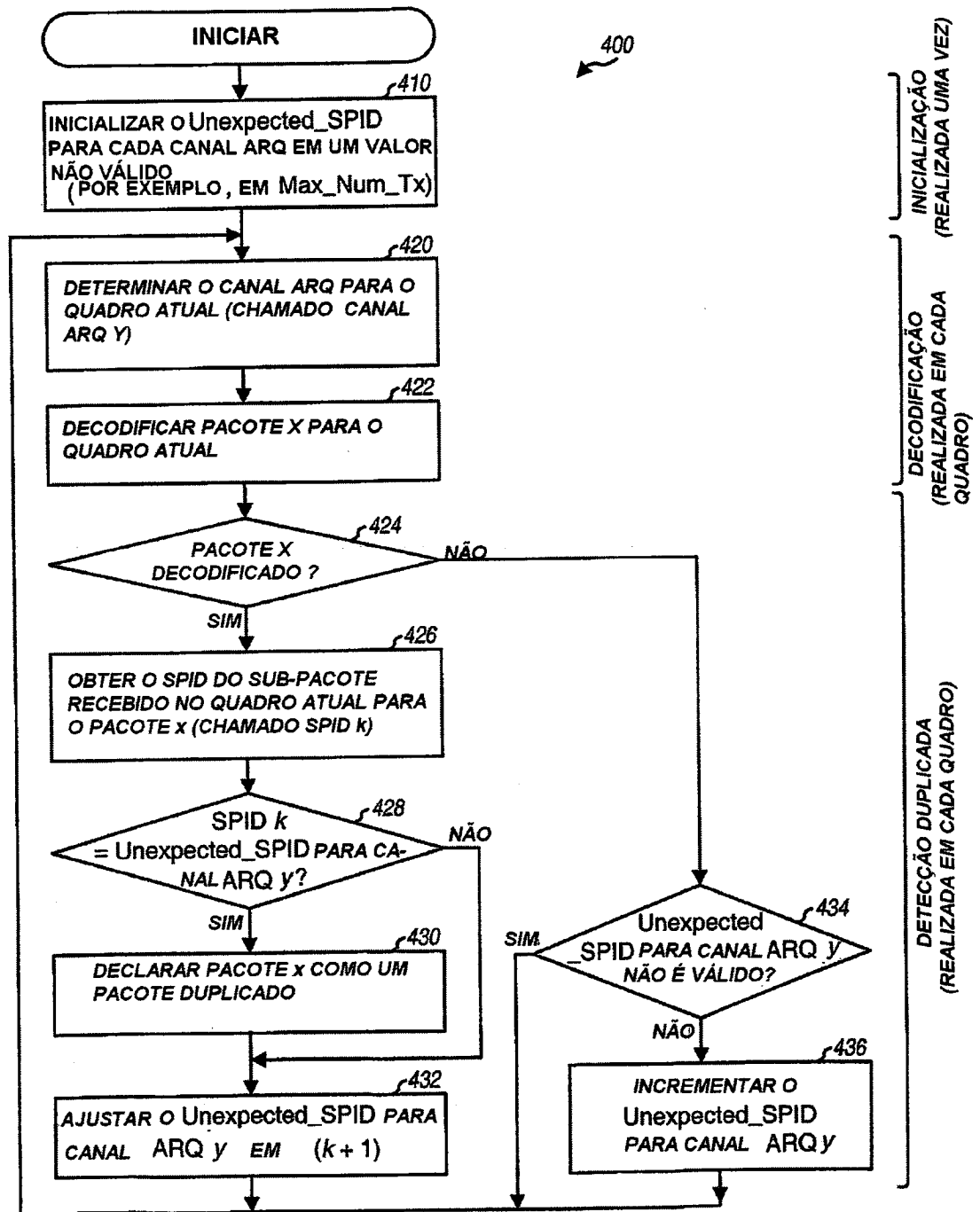
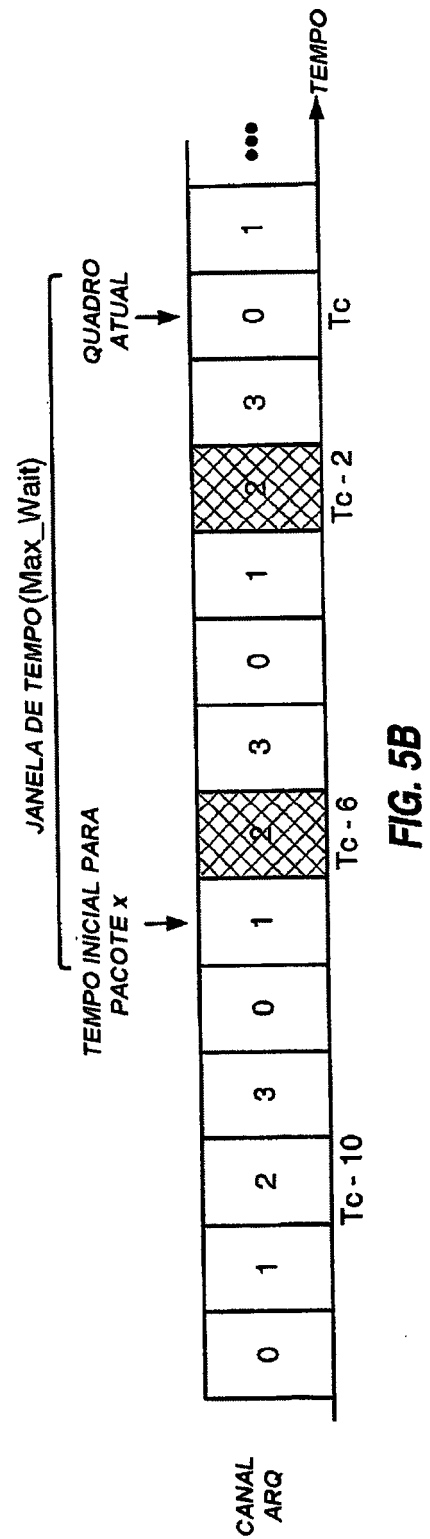
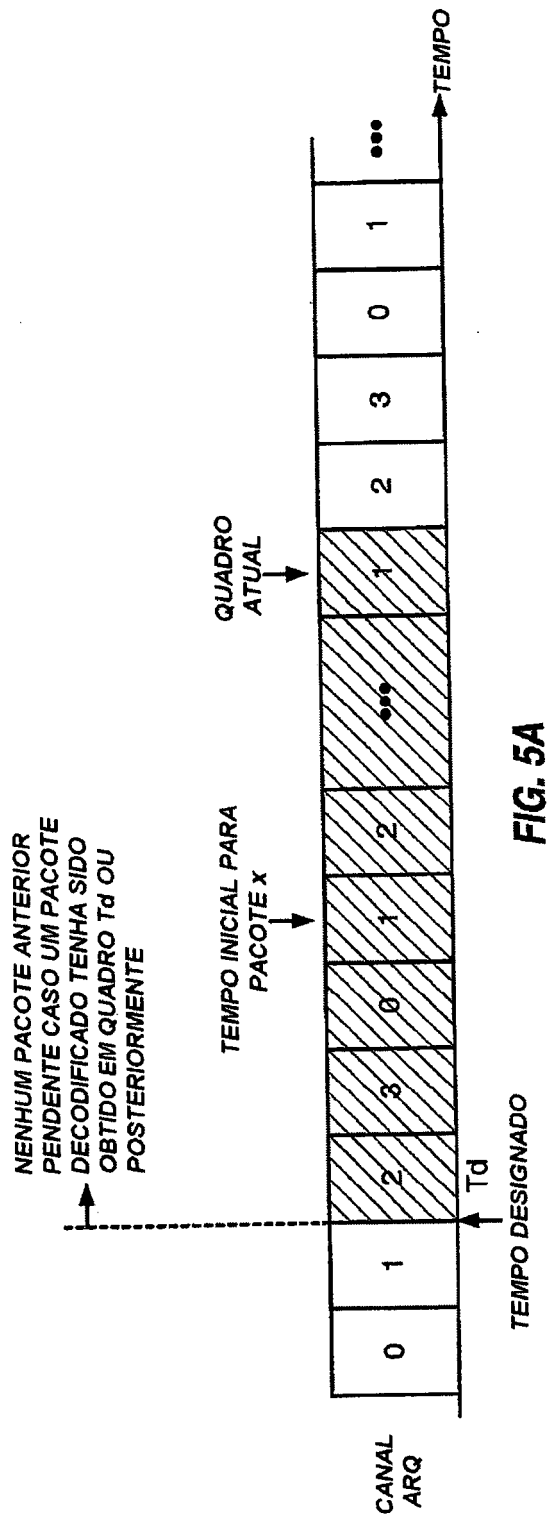


FIG. 4



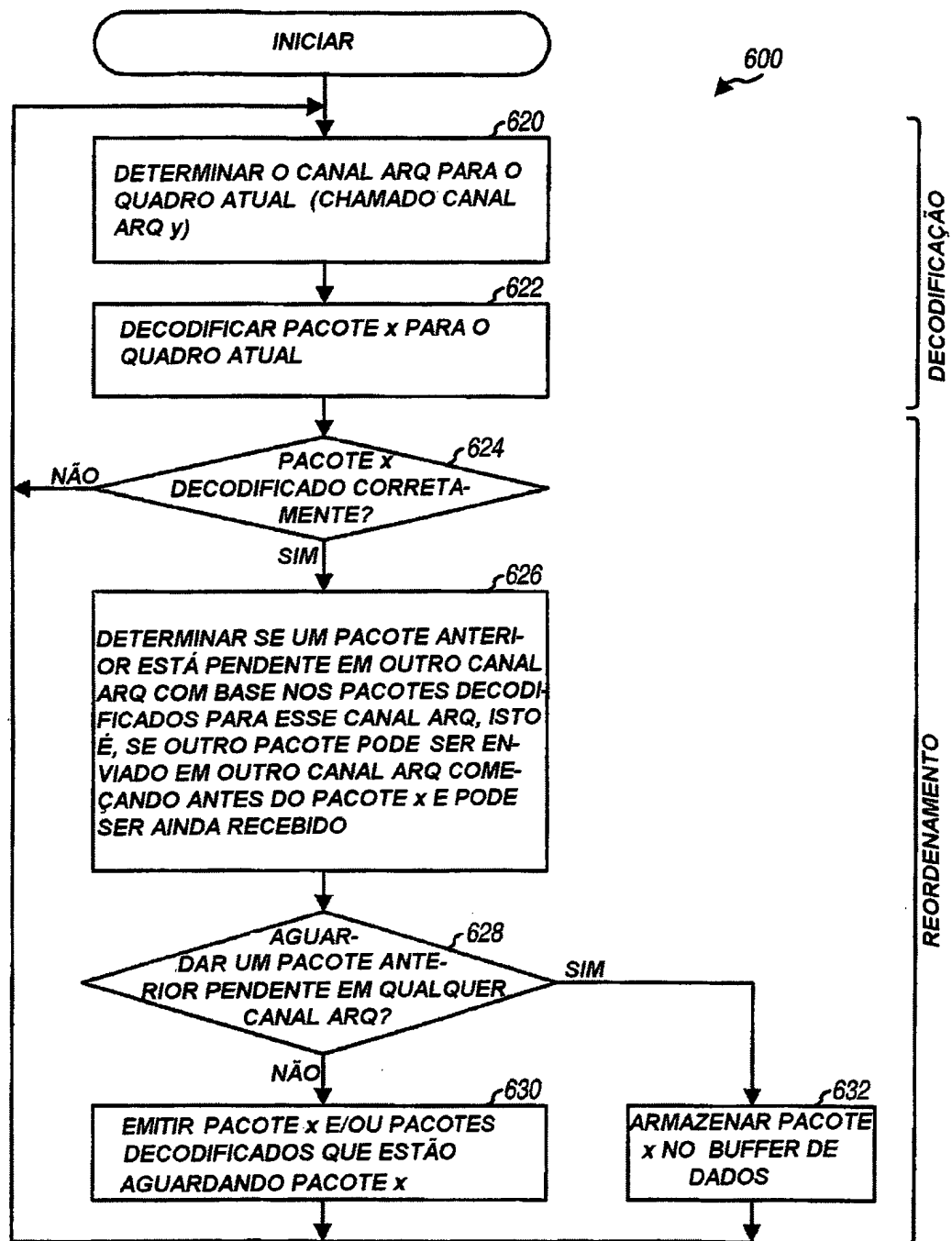


FIG. 6

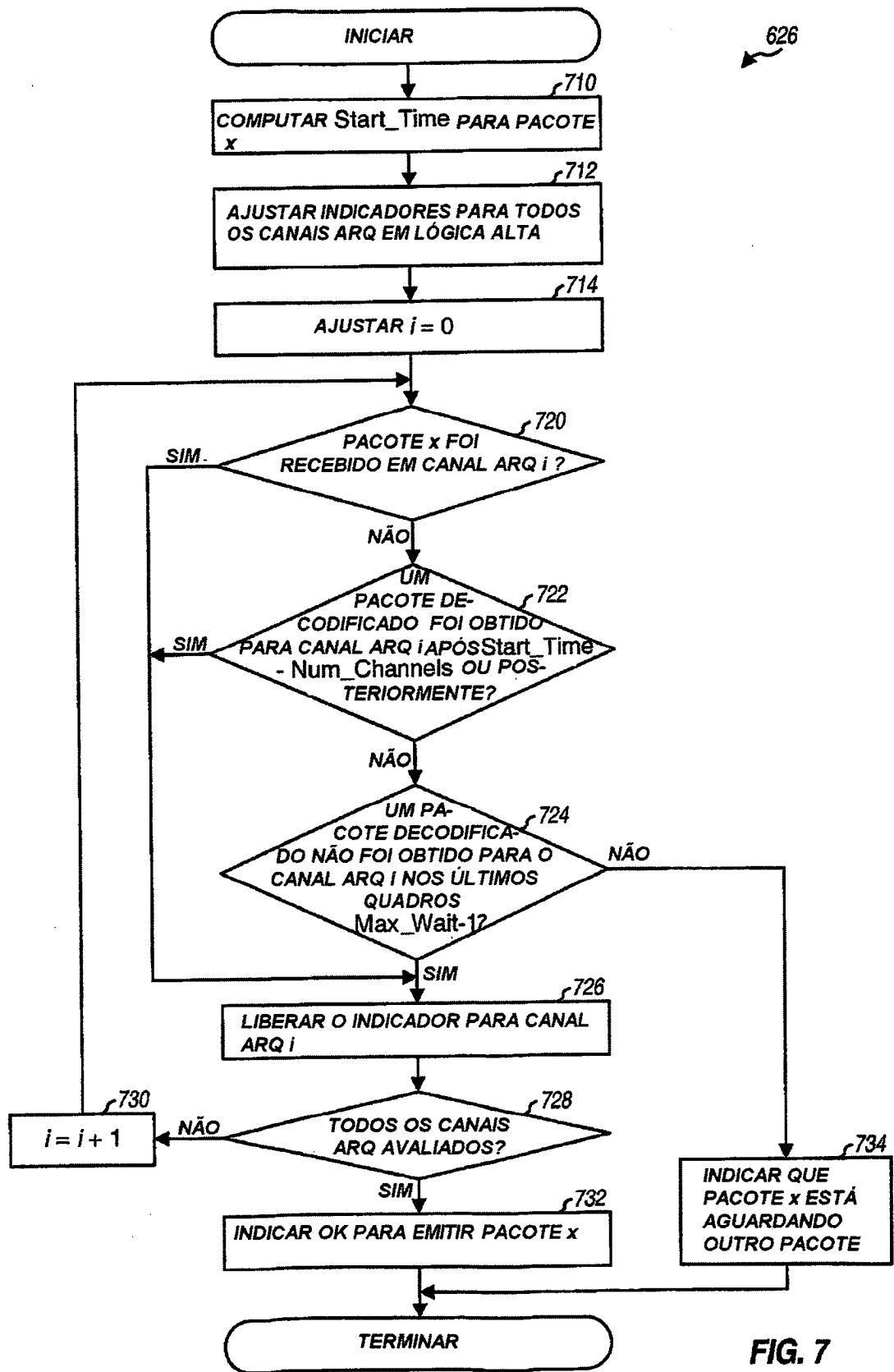


FIG. 7

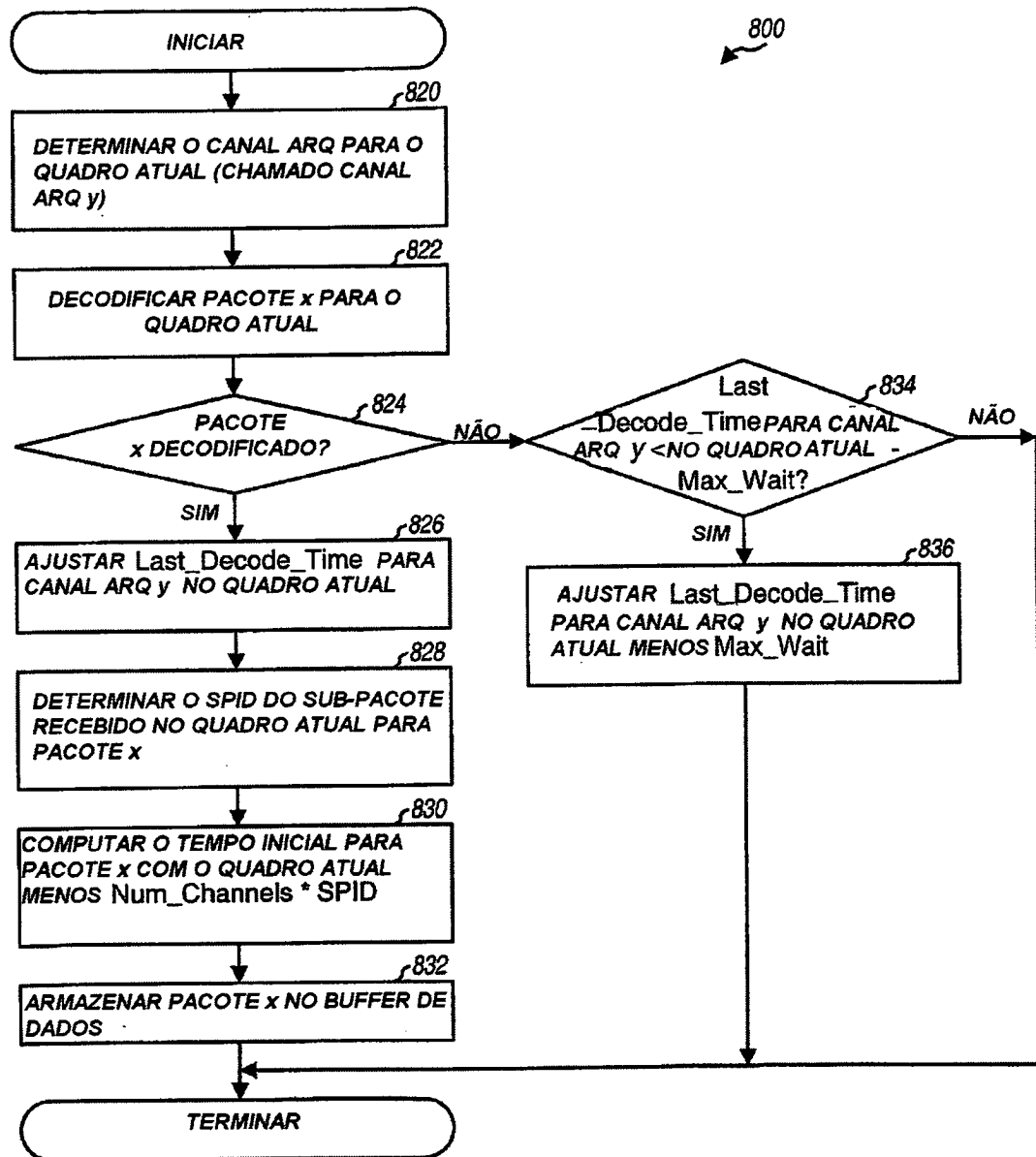


FIG. 8

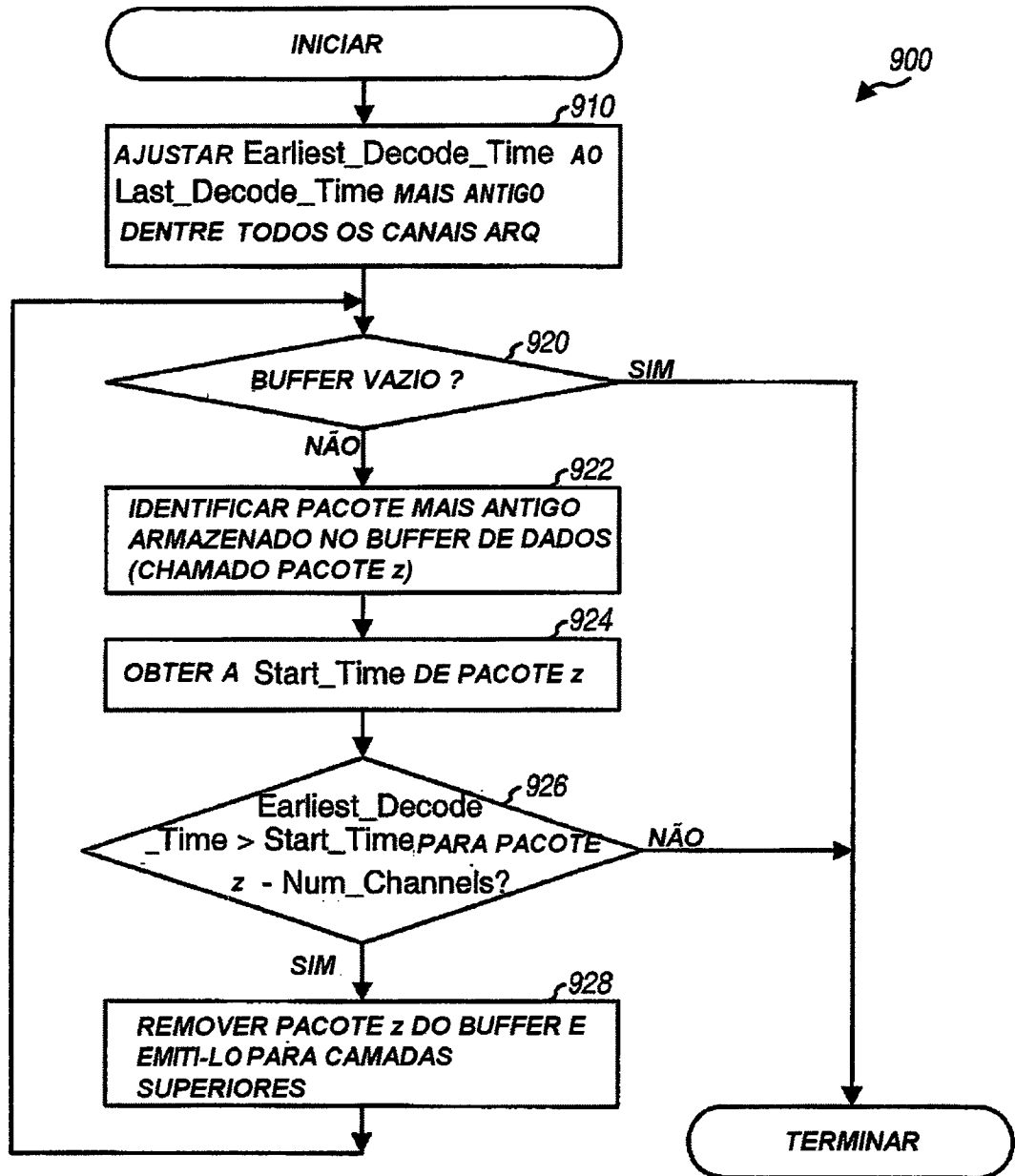
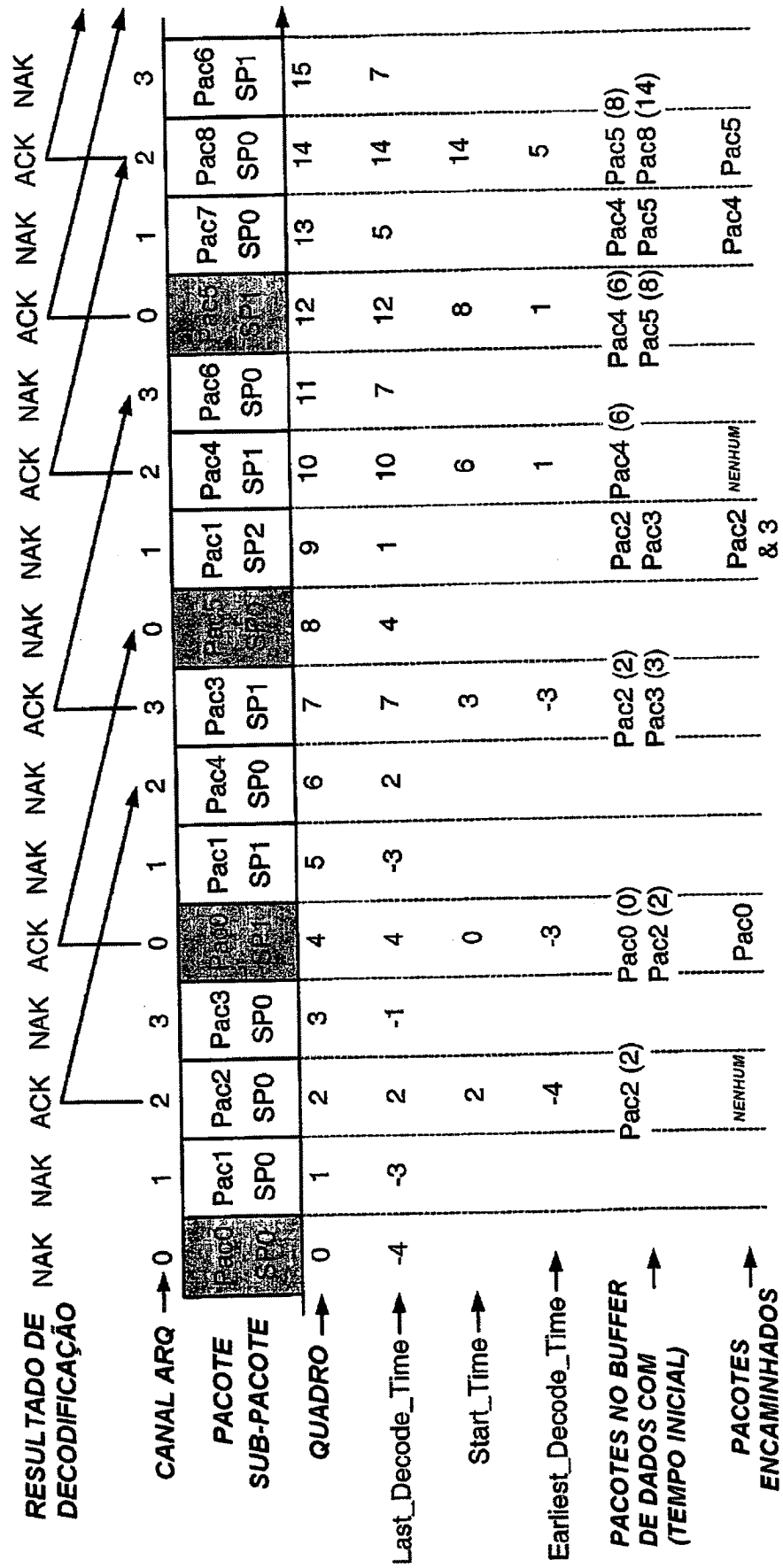


FIG. 9



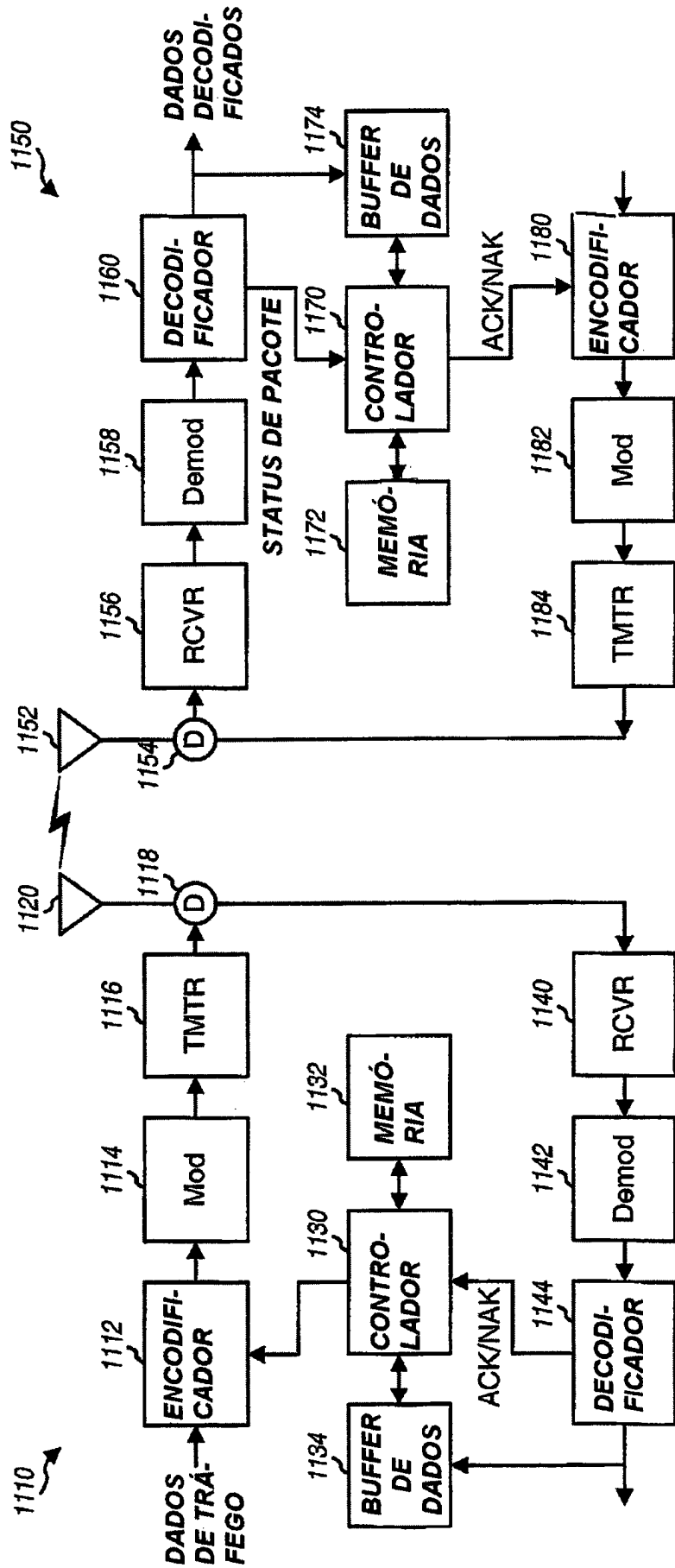


FIG. 11

RESUMO

"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA MELHORAR SEGURANÇA EM TRANSMISSÃO DE DADOS EM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO"

São descritas técnicas para realizar detecção
5 duplicada e reordenamento para uma transmissão HARQ. Para
detecção duplicada, um receptor determina se um pacote
decodificado x para um canal ARQ y é um pacote duplicado
com base no pacote x e em um pacote decodificado anterior
para o canal ARQ y. Para reordenamento, o receptor
10 determina se um pacote anterior ainda está pendente em
qualquer outro canal ARQ com base nos pacotes decodificados
anteriores para os canais ARQ e emite o pacote x somente se
não houver pacotes anteriores pendentes. Não há pacotes
anteriores pendentes em outro canal z se (1) um pacote
15 decodificado tiver sido recebido no canal ARQ z em um tempo
designado ou posteriormente ou se (2) um pacote
decodificado não tiver sido recebido no canal ARQ z dentro
de uma janela de tempo do tempo atual.